

THESE

PRESENTEE A

L'UNIVERSITE BORDEAUX I

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR

SPECIALITE : **Didactique des Mathématiques**

par

ORUS BAGUENA Pilar

-oOo-

**Le raisonnement des élèves dans la relation didactique ;
effets d'une initiation à l'analyse classificatoire
dans la scolarité
obligatoire.**

Thèse soutenue le 7 novembre 1992 devant la Commission d'examen :

MM. J. ESTERLE , Professeur Université Bordeaux I	Président
G. BROUSSEAU , Professeur IUFM d'Aquitaine	
R. GRAS , Professeur IRESTE Université Nantes	
F. MICHAVILA , Professeur Université Castellon (Espagne)	
A. ROUCHIER , Professeur IUFM Orléans	
G. VERGNAUD , Directeur de recherche CNRS	Examineurs

N° d'ordre : 827

THESE

PRESENTEE A

L'UNIVERSITE BORDEAUX I

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR

SPECIALITE : Didactique des Mathématiques

par

ORUS BAGUENA Pilar

-oOo-

**Le raisonnement des élèves dans la relation didactique ;
effets d'une initiation à l'analyse classificatoire
dans la scolarité
obligatoire.**

Thèse soutenue le 7 novembre 1992 devant la Commission d'examen :

MM. J. ESTERLE , Professeur Université Bordeaux I	Président
G. BROUSSEAU , Professeur IUFM d'Aquitaine	
R. GRAS , Professeur IRESTE Université Nantes	
F. MICHAVILA , Professeur Université Castellon (Espagne)	
A. ROUCHIER , Professeur IUFM Orléans	
G. VERGNAUD , Directeur de recherche CNRS	Examineurs

REMERCIEMENTS

Longue a été la préparation de cette thèse, la liste de remerciements ne le sera pas moins.

En premier lieu je tiens à remercier Guy BROUSSEAU et pas seulement en tant que directeur de ma thèse. Il m'a depuis le début offert ses idées et il a cru en ma capacité à les travailler. Je le remercie de cette confiance. Notre collaboration n'a pas toujours été facile mais chaque fois passionnante et j'espère qu'elle continuera à l'être.

Je tiens aussi à remercier Nadine BROUSSEAU pour sa gentillesse, son accueil et son affection.

Les membres du jury:

Professeur Jean ESTERLE, président

Professeur Guy BROUSSEAU

Professeur Régis GRAS

Professeur Francesc MICHAVILA

Professeur André ROUCHIER rapporteur

Professeur Gérard VERGNAUD rapporteur

à qui je veux exprimer mes remerciements les plus sincères pour avoir accepté de juger mon travail, spécialement les rapporteurs à qui la longueur de la thèse et ses difficultés de lecture -dans une langue française remplie de tournures hispanisantes- n'ont pas facilité la tâche.

Francesc MICHAVILA, recteur de la toute nouvelle Université "Jaume-I" de Castellon (ESPAGNE) et collègue du département de Mathématiques et Informatique, à qui je suis profondément reconnaissante pour sa présence dans ce jury car il exprime ainsi son intérêt pour la Didactique des Mathématiques et pour la formation à la recherche des professeurs de l'université qu'il dirige.

Jacques PERES, pour ses idées toujours judicieuses et l'aide qu'il m'a apportée dans le domaine de la psychologie, spécialement sur l'importante et difficile œuvre de PIAGET.

Les maîtres de l'école Jules MICHELET sans l'aide de qui cette thèse n'aurait jamais vu le jour:

Monique COMET, Marie-Josée LACAVE, Denise GREGLARD, Nadine BROUSSEAU et Georges MARBOT, qui ont participé activement à l'expérimentation des leçons, à leur préparation, réalisation et observation.

Marie-Lise BONNET qui s'est laissée observer et analyser minutieusement dans des leçons qui n'avaient pas été préparées pour leur observation, ce qui la mettait dans une situation difficile. Elle a collaboré avec moi malgré cette difficulté et elle m'a apporté une preuve décisive pour mon travail.

Bernard TRESSOL et Christophe EMERIT, pour leur assistance informatique dans le difficile travail de rendre compatibles les systèmes utilisés.

Les directeurs Gisèle JOUSSON et Pierre RAIMOND pour les facilités qu'ils m'ont accordées à tout moment aussi bien au niveau institutionnel que personnel.

Christiane DESTOUESSE par la correction de mon "souvent incompréhensible français" et pour avoir partagé sa maison et son travail avec moi chaque fois que j'en ai eu besoin (et j'en ai eu souvent besoin): je ne pourrai jamais l'oublier.

Tous m'ont offert leur collaboration, leur aide et leur amitié. Il en a été de même pour les autres collègues de l'école Jules MICHELET. Merci beaucoup à tous.

Mes compagnons de recherche, Marie Hélène SALIN, Harrisson RATSIMBA-RAJOHN, Jean Marie DIGNEAU, Julia CENTENO, Dilma FREGONA qui, par leurs apports pendant nos longues discussions au sujet de la didactique, m'ont permis, dans mes grands moments de doutes et de difficultés, de trouver les réponses que seule je n'aurais pas pu trouver.

Françoise DEL MORAL et Nicole BERGEROT pour leur inestimable aide administrative.

A Maryvonne BOISNARD, Joëlle COURBIN, Jean-Pierre DORIGNAC,
pour l'attention apporté au travail d'impression.

En dernier, ceux qui ont eu à subir de près les inévitables
conséquences de ce long travail, qui m'ont toujours soutenu et qui m'ont
permis - et à la fois obligé - de le finir : ma "petite famille" Vera, M^{me}
Angeles et José.

Je ne peux pas non plus oublier ceux qui ont été pour moi et les
miens de véritables "foyers bordelais", les familles DIGNEAU-DEPIOT et
SALIN. Leurs maisons ont toujours été à ma disposition et j'en ai abusé.

Merci à tous, vous avez rendu ce travail possible.

AGRADECIMIENTOS

El largo tiempo de preparación de esta tesis hace que la lista de agradecimientos no lo sea menos.

En primer lugar quiero agradecer a G. BROUSSEAU, no solo por la dirección de mi trabajo, sino por haberme ofrecido desde el principio sus ideas y la confianza de que yo podría ser capaz de trabajarlas: gracias por haberlo hecho. No siempre ha sido fácil, pero en todo momento ha resultado apasionante la búsqueda compartida y lespero que lo siga siendo.

A Nadine BROUSSEAU: su atención y cariño son su colaboración.

A los miembros del jurado:

Profesor Jean ESTERLE, presidente

Profesor Guy BROUSSEAU

Profesor Régis GRAS

Profesor Francesc MICHAVILA

Profesor André ROUCHIER, rapporteur

Profesor Gerard VERGNAUD, rapporteur

quiero expresarles mi agradecimiento más sincero por aceptar juzgar mi trabajo, especialmente a los "rapporteurs": la extensión del trabajo y la dificultad de su lectura -en una lengua francesa llena de giros hispanizantes- no habrán facilitado su trabajo.

A Frances MICHAVILA, Rector de la recién creada Universidad "Jaume-I" de Castellón (ESPAÑA), y compañero de Departamento de Matemáticas e Informática, le agradezco profundamente su presencia en el jurado, que expresa su interés por la Didáctica de las Matemáticas y por la formación investigadora del profesorado de la Universidad que rige.

A Jacques PERES por sus acertadas ideas y la ayuda prestada en el campo de la Psychologie y especialmente sobre la extensa y difícil obra de J. PIAGET.

A todos y cada uno de los maestros de la escuela J. MICHELET el reconocimiento de que sin su ayuda jamás esta tesis hubiera existido:

- Monique COMET, Marie-José LACAVE, Denisse GREGLARD, Nadine BROUSSEAU, et Georges MARBAUT, por participar activamente en la experimentación de las lecciones, en su preparación, realización y observación.

- A Marilis BONNET, por dejarse observar y analizar minuciosamente en unas lecciones que no habían sido preparadas para su observación y que la colocaban en una difícil situación: ella compartió conmigo esa dificultad y me brindó una prueba decisiva para mi trabajo.

- A Bernard TRESOL y Christophe EMERIT, por su asesoramiento informático en la difícil tarea de compatibilizar los sistemas utilizados.

- Los directores Gisselle JOUSSON y Pierre RAIMOND por las facilidades concedidas en todo momento, y no solo a nivel institucional, sino también personal.

- A Christiane DESTOUSSE, por la corrección de mi frecuentemente incomprensible francés, y por haber compartido su casa y su trabajo conmigo siempre que lo he necesitado (y ha sido muchas veces): nunca podré olvidarlo.

Todos ellos me han ofrecido siempre su colaboración y ayuda, y su amistad, junto con el resto de compañeros de la escuela J. MICHELET: muchas gracias a todos.

A mis compañeros de investigación, Marie-Helen SALIN, Harrison RATSIMBA-RAJHON, Jean Marie DIGNAU, Julia CENTENO, Dilma FREGONA, las aportaciones recibidas en nuestras continuas charlas sobre la didáctica me ha permitido en muchos momentos de dificultades y dudas, encontrar las respuestas que yo sola no encontraba.

A François DEL MORAL y Nicole BERGEROT por su inestimable ayuda administrativa.

A Marivonne BOISNARD, Joelle COURBIN, et Pierre DORIGNAC por su atención en su trabajo de reproducción.

Y por último, a los que, pese a sufrir de cerca las inevitables consecuencias de este largo trabajo, me han sostenido siempre y me han permitido (¡también obligado!) a llegar hasta el final, mi pequeña "familia": Vera, M^e Ageles y José.

No puedo tampoco olvidar a los que han sido para mí y los míos, verdaderos "hogares bordeleses", la familia DIGNEAU-DEPIOT, la familia SALIN y Christiane DESTOUSSE: su casa siempre ha estado a mi disposición y yo he abusado de ello.

Gracias a todos, porque habeis hecho posible este trabajo.

TABLE DE MATIERES

INTRODUCTION	1
PARTIE-I: LE STATUT DU RAISONNEMENT DANS LA RELATION DIDACTIQUE	31
CHAPITRE 1. L'OBJET CULTUREL "RAISONNEMENT": INSTITUTIONS E RAPPORTS INSTITUTIONNELS.	33
1.1 Première approche aux différents sens et fonctions culturelles du terme "raisonnement"	34
1.1.1 Les domaines culturels de référence	36
1.1.1.1 La psychologie	36
1.1.1.2 La philosophie	37
1.1.1.3 L'argumentation	37
1.1.1.4 La logique	39
1.1.1.5 La linguistique	40
1.1.1.6 Les mathématiques	41
1.1.1.7 Les fonctions du "raisonnement" et les domaines de référence	42
a) la preuve	42
b) l'invention	44
c) la "fonction pratique"	45
1.2 Le raisonnement dans l'enseignement: identification des institutions visées directement par notre problématique	46
1.2.1 Situations d'action	53
1.2.1.1 Concepts, schèmes, et connaissances-en-acte	55
1.2.2 Situations de formulation	58
1.2.3 Situations de validation	63
1.2.3.1 Les domaines de référence	65
1.2.3.2 Le raisonnement-validation, est-il une connaissance visée explicitement dans les situations de validation?	66
1.3 CONCLUSIONS du Chapitre 1	68
CHAPITRE-2. LES RAPPORTS "OFFICIELS", RELATIFS AU RAISONNEMENT, DANS L'ENSEIGNEMENT	71
2.1. Les rapports "officiels": face visible de l'institution enseignement	71
2.1.1 Evolution historique du savoir raisonnement, dans le curriculum du système d'enseignement	71
I- Arrêté du 24 juillet 1947	71
a) Objectifs et méthodologie	71
b) Programmes	72
c) commentaires officiels	73
Conclusions	74
II- Arrêté ministériel du 2 janvier 1970	76
a) Objectifs	76

b) Les programmes	77
c) Commentaires officiels	79
Conclusions	84
III.- Circulaire du 2 août 1977	86
a) Objectifs	87
b) Les programmes	89
c) Les instructions pédagogiques	91
Conclusions	97
IV.- Arrêté ministériel du 23 avril 1985	102
a) Nature et objectifs	102
b) Instructions	104
c) Les programmes	105
Conclusions	105
2.1.2 La place du "raisonnement" dans le texte de l'enseignement	106
2.2 Le contrat didactique et la dévolution	107
2.2.1 L'épistémologie des professeurs et la transposition didactique	111
2.2.2 L'heuristique: une solution au problème?	112
2.2.3 Les paradoxes du contrat didactique	115
2.2.3.1 Le paradoxe de la dévolution	116
2.2.3.2 Les paradoxes de l'adaptation des situations	117
i) Inadaptation à l'exactitude	117
ii) Inadaptation à une adaptation supérieure ...	119
2.2.3.3 Les paradoxes de l'apprentissage par adaptation	123
2.2.3.3.1 Négation du savoir	123
2.2.3.3.2 Destruction de sa cause	125
2.2.3.3.4 Le paradoxe du comédien	127
2.2.4 Conclusions du Chapitre 2	127
CHAPITRE 3. LA PRISE EN COMPTE DU RAISONNEMENT NATUREL DE L'ELEVE, DANS LA RELATION DIDACTIQUE	129
3.1 Un problème théorique: l'analyse des rapports au raisonnement dans les différents niveaux de la relation didactique (r.d.)	129
Le milieu matériel: m_5	130
Le milieu objectif: m_4 et la situation de référence	130
Le milieu de référence: m_3 et la situation a-didactique	132
Le milieu d'apprentissage: m_2 et la situation didactique	132
3.1.1 Quelques effets du contrat didactique	135
3.1.1.1 La gestion de l'enseignant ou le traitement des différents raisonnements présents dans la situation d'enseignement ...	139
3.1.1.1.1 L'algorithmisation des savoirs: un moyen de négociation didactique	140
3.1.1.2 La gestion de l'enseignant des divers fonctionnements du raisonnement	141

i) Si l'élève trouve, au moins, "une" solution	144
i ₁) La recherche de la solution	144
i ₂) La formulation	146
i ₃) La validation	148
a) Le rôle de l'institutionnalisation dans la situation didactique	150
b) La composante sociale de la validation: reconnaissance du milieu	151
c) La distinction outil/objet pour un même savoir ou connaissance	152
d) La distinction entre l'énoncé et l'assertion sous-jacente	152
ii) Si l'enfant échoue et qu'il ne sait pas "chercher" une solution	153
A) Si le maître ne reconnaît pas l'échec ...	154
B) Si l'enseignant reconnaît auprès de l'élève l'échec	154
B1) Reconnaissance implicite	154
B2) Reconnaissance explicite	157
3.1.2 Le milieu didactique: m ₁ et la situation méta-didactique	159
i) La préparation des cours	161
ii) L'analyse conjointe d'une situation didactique	162
3.2 Traitement didactique des relations logiques: historique des questions	165
3.2.1 La réforme des mathématiques modernes: un espoir d'accès à l'enseignement de la logique	166
3.2.1.1 DIENES: l'illusion d'une coïncidence.	169
3.2.1.2 Les travaux de C. MAUDET: une contribution à l'étude et la critique du processus psychodynamique de DIENES	170
3.2.2 La dépendance hiérarchique des connaissances	173
3.2.2.1 Les maîtres et les objectifs cognitifs des taxonomies de BLOOM	174
3.2.2.2 Sur les essais pour rendre opérationnelles les hiérarchies d'objectifs cognitifs généraux	175
3.2.3 L'ingénierie didactique, et la théorie de situations: un travail alternatif pour l'enseignement de la logique	180
3.2.3.1 L'étude de la création d'un code de designation à l'école maternelle:	181
3.2.3.2 La désignation et l'apprentissage d'une fonction logique (la conjonction)	185
3.2.3.3 La théorie des jeux, un élément de modélisation dans la T.de S: un exemple, les jeux logiques	188
3.2.4 Les conceptions, les obstacles et les erreurs	189

i) La prise de décision dans les alternatives, les conflits et les ruptures	192
ii) Les modèles spontanés des enfants en tant qu'obstacles	193
iii) Rôle des conflits socio-cognitifs, dans la gestion didactique des modèles spontanés des enfants	194
iv) Les instruments de la compréhension des connaissances: responsabilité exclusive des élèves	195
3.2.5 L'enseignement du sens	196
3.3 Approche expérimentale: observation et analyse des "difficultés" d'un enseignant "pris" dans le paradoxe de la dévolution	199
3.3.1 Une situation de classification spontanée des plantes en CE2	199
3.3.1.1. Présentation de la situation. Conditions de l'observation	199
3.3.1.2. Observation de la 1 ^{ère} séance	201
3.3.1.2.1 La chronique	201
3.3.1.2.2 Le travail des groupes	202
3.3.1.2.3 L'analyse de l'observation	205
i) La connaissance visée	205
ii) Le sous-système ENSEIGNANT	207
iii) Le sous-système ENSEIGNE	212
iv) Le sous-système MILIEU	214
3.3.1.3. Les résultats pour la recherche	217
3.3.2 Les difficultés de gestion des classifications naturelles des enfants: l'entretien expression d'un paradoxe	219
3.3.2.1 Les classifications "évidentes"	219
3.3.2.2 Les erreurs	221
3.3.2.3 "Solution" adoptée pour le développement de la deuxième séance	223
3.3.2.4 Conclusions pour la recherche	227
3.3.3 Analyse de l'observation de la deuxième séance	229
3.3.3.1 Les stratégies de la maîtresse	232
s1. Acceptation du raisonnement de l'élève tel qu'il est produit	232
s2. Dévolution sous forme de question des affirmations faites par les élèves	233
s3. Reformulation diverses des interventions des élèves	234
s4. La maîtresse renonce à éclaircir les argumentations naturelles des élèves	235
3.3.3.2 Les prévisions et les données	236
P1. Les classifications "évidentes"	236
P2. Les "erreurs"	237
e1. La confusion entre "le tout" et "les parties"	237
e2. Le primat du positif	241
e3. La validation	242
P3. Les classifications "visées"	244
3.3.3.4 Conclusions pour la recherche	245

CHAPITRE 4. LES RAPPORTS PERSONNELS ET LE RAISONNEMENT DANS LA RELATION DIDACTIQUE	249
4.1 Les rapports personnels aux raisonnements, selon les différentes instances de contrôle individuel de la situation	249
4.1.1 La situation elle-même	250
4.1.2 Les savoirs	251
4.1.3 Les connaissances publiques	251
4.1.4 Les connaissances privées	256
4.1.5 La décision elle-même	257
4.2 Le questionnaire SCHTROUMPHS: étude a priori ..	259
4.2.1 Présentation du questionnaire "SCHTROUMPHS" ..	260
4.2.2 Le caractère a-didactique du questionnaire ..	264
4.2.2.1 Connaissances mises en oeuvre par le questionnaire et par la situation fondamentale ..	264
A.- Les connaissances des notions logiques	265
B.- Les connaissances de comparaisons et de proximité	267
C.- Les connaissances des classifications hiérarchiques	268
4.2.2.2 Les variables didactiques	269
4.2.2.3. Les variantes	275
VAR.1 Le questionnaire SCHTROUMPHS base	276
VAR.2 Le questionnaire SCHTROUMPHS modifié	280
VAR.3 "La classification avec le questionnaire SCHTROUMPHS"	283
4.2.3 Le caractère didactique du questionnaire	289
4.2.4 Le questionnaire: moyen de réflexion et de communication avec les maîtres	291
4.3 Analyse a posteriori du questionnaire schtroumphs: Approche expérimentale	294
4.3.1 Le questionnaire comme moyen d'obtention d'information auprès des élèves	294
A.- Questions didactiques	294
B.- Les résultats	295
C.- Conclusions	304
4.3.2 Le questionnaire comme instrument d'évaluation des situations didactiques	307
4.3.3 Le questionnaire SCHTROUMPHS comme instrument phénoménotéchnique	307
4.3.3.1 OBSERVATION: Correction collective du Questionnaire "SCHTROUMPHS" N° 2	307
4.3.3.2 L'analyse de l'observation	307
i) Lecture-interprétation des données du tableau	308
ii) La proximité: coïncidences, co-présence, co-absence	308
iii) La logique formelle	308
iv) la pensée naturelle	310
4.3.4 Le questionnaire moyen de communication avec les maîtres	314

PARTIE-II: UNE PLACE, DANS LA RELATION DIDACTIQUE, POUR LE RAISONNEMENT NATUREL DE L'ENFANT: RECHERCHE D'UNE INGENIERIE	317
CHAPITRE 1. L'ANALYSE TYPOLOGIQUE, UNE SOLUTION AU PROBLEME?	321
1.1 L'analyse typologique: un outil mathématique ..	321
1.1.1 Présentation de l'outil: de l'activité classificatoire à l'analyse typologique ..	321
1.1.2 Définition, objectif et méthode	322
1.1.3 Pluralité des buts et des applications de l'analyse typologique	323
1.1.4 Caractère mathématique de l'outil	324
1.1.4.1 Les cinq étapes de l'analyse typologique	325
1) La collecte des données	326
2) Les mesures de proximité	329
2.1) Les indices de proximité et leurs propriétés mathématiques	329
2.2) Les différents indices de proximité	331
3) La constitution des groupes	333
3.1) Les méthodes hiérarchiques: la structure de hiérarchie de partitions	337
3.2) La mesure de classifiabilité hiérarchique et les indices de proximité: l'indice de Lerman	338
3.3) Disponibilité de programmes informatiques ..	339
4) Description des groupes	341
4.1) Description et interprétation des groupes ..	341
4.2) Validation des résultats	342
1.2. L'analyse typologique: un outil pour la recherche	343
1.2.1 L'utilisation de l'analyse typologique, dans les situations didactiques: précisions, limites ..	343
1.2.1.1 Les étapes visées	343
1.2.1.2 Les données, les indices de proximité, les groupes, les classifications	344
1.2.2 Pertinence de l'outil	347
1.2.2.1 Un champ commun de représentation pour les différents types de RAISONNEMENTS	347
1.2.2.1.1 Logique et Pensée naturelle	348
1.2.2.1.2 L'analyse typologique: analyse des données, logique formelle et pensée naturelle	351
1.2.2.2 L'outil: Une possibilité de changement de contrat?	353
1.2.3 Fonctionnement de l'outil	354
1.3 L'originalité de l'outil proposé	356
1.3.1 Les tableaux et le traitement de l'information	356
1.3.2 La graphique à l'école	357
1.3.3 Les logiciels à l'école primaire: MATRIX, DICO-LOGO, SINO-DICO	364
1.3.4 Un exemple du fonctionnement de MATRIX et de CLASGRAS, sur un même fichier des données ...	366

CHAPITRE-2. LA FAMILLE DE SITUATIONS DIDACTIQUES	373
2.1 Le choix didactique: un accès différent à la construction de la logique chez l'enfant	373
2.1.1 Reprise des travaux bordelais sur l'apprentissage de la logique à l'école maternelle	373
2.1.2 La genèse de la logique chez les enfants	375
2.1.2.1 Quelques aspects à signaler dans la Théorie piagétienne de l'équilibration	376
2.1.2.2 La théorie de l'équilibration et la théorie de situations: bases d'une ingénierie	379
2.1.3 Une place dans le cadre des recherches sur l'apprentissage de la démonstration et des phénomènes de validation en France	380
2.1.4 Le choix des situations	386
2.1.4.1. L'enjeu	386
2.1.4.2. Les décisions: raisons et motivations de notre choix	387
2.1.4.2.1 Concept mathématique et transposition didactique: La classification hiérarchique et les arbres, comme méthode de traitement des données .	387
2.1.4.2.2 Le niveau: cours moyens (C.M.)	389
2.1.4.3. Conception de l'ensemble des situations	390
2.2 La situation fondamentale: le "Jeu de l'agence de voyage"	392
2.2.1 Le jeu à didactique: description et étude ...	392
i) 1ère séance	393
ii) 2ème séance	396
JEU n° 1: Les élèves clients de l'agence de voyage	398
JEU n° 2: Les élèves agents de voyage	398
2.2.1.1. L'étude mathématique du Jeu	401
2.2.1.2 Les variables didactiques	411
2.2.2 Le jeu didactique	415
2.2.2.1 Le travail du maître	415
2.2.2.2 La dévolution et le contrat	417
2.2.2.3 Informations, institutionnalisation	419
2.2.3 Variante n° 1: L'utilisation de l'ordinateur	420
2.3 La classification des plantes	423
2.4 Le Jeu de coalition	426
CHAPITRE 3. LES CONNAISSANCES PRIVÉES ET PUBLIQUES QUI FONCTIONNENT DANS LES SITUATIONS (ETUDE A PRIORI)	431
3.1 Les connaissances mises en jeu -chez l'élève- par rapport au savoir classification	432
3.1.1 Les connaissances privées	432
3.1.1.1 Les connaissances logiques	433
A) La genèse des structures logiques élémentaires	433
B) Les processus cognitifs de la Pensée Naturelle: Modèle systématique de WERMUS ...	436
3.1.1.2 Les connaissances sur la comparaison et la proximité des classes	447

A) Les différents "modèles" de proximité ou distance	448
B) Les différents indices de proximité	450
3.1.1.3 Les jugements et la déduction	454
3.2 Les connaissances publiques.	469
3.3 Les connaissances privées de l'enseignant: quelques questions	472
CHAPITRE 4. L'OBSERVATION DES SITUATIONS	475
4.1 L'expérimentation	475
4.2 L'observation	477
4.2.1 Le Jeu du voyage	477
1ère séance: Observation	477
A) Les données (I): questions, pour l'enquête ...	477
A1. Caractère sémantique des questions: les critères	479
A2. Structure logique des propositions	484
A3. Caractérisation des propositions des élèves en fonction des questions et des critères ...	487
B) Les données (II): questions, pour l'enquête ..	490
4.1.1.2 Le travail du maître	501
Les conclusions	514
4.2.2 2ème séance: L'Observation	516
A) Le travail de l'élève	520
CM2A	520
CM2B	534
B) Le travail du maître	547
Les conclusions	555
4.2.3 3ème séance: L'Observation	557
A) Le travail préalable de l'élève	557
B) La 3ème séance	559
B1) Le travail du maître	560
B2) Le travail de l'élève	563
4.2.4 4ème séance: L'Observation	569
A) Le travail préalable de l'élève	569
B) La 4ème séance	574
B1) Le travail du maître	575
B2) Le travail de l'élève	578
Les conclusions (3-4)	582
I-Classification hiérarchique des questions: VOYAGE 88/89	584
II-Classification hiérarchique des élèves: VOYAGE 88/89	585
III- La Classification hiérarchique une aide à la décision	586
CHAPITRE 5. L'OBSERVATION DES SITUATIONS-II CLASSIFICATION DES PLANTES (88/89)	593
5.1.Observation: 1ère Séance	593
5.1.1 Obs.1: Déroulement de l'ingénierie	593
5.1.2 Analyse quantitative des propositions des élèves	594

5.1.3 Analyse des propositions	596
5.2 Observation: 2ème séance	597
5.2.1.Obs.2: Déroulement de l'ingénierie	598
5.2.2 Obs.2: Le travail de l'élève	598
5.3 Observation: 3ème séance	604
5.3.1 Déroulement de l'ingénierie	604
5.3.2 Obs.3: Préparation de la 4ème séance	604
5.4 Observation: 4ème séance	606
5.4.1 Déroulement de l'ingénierie	606
5.4.2 Préparation de 5ème séance	607
5.4.3 Obs.4: Le travail des élèves	607
5.5 Observation: 5ème séance	612
5.5.1 Déroulement de l'ingénierie	612
5.5.2 Réponses du travail proposé aux élèves	613
5.6 Observation: 6ème séance	619
5.6.1 Obs.6: Le travail des élèves	619
5.6.2 Obs.6: Analyse du fonctionnement du Raisonnement logique dans la séance	620
5.6.3 Obs.6: Préparation 7ème séance	624
5.7 Observation: 7ème (et dernière) séance	624
5.7.1 Obs.7: Déroulement de l'ingénierie	624
5.7.2 Obs.7: Le travail des enfants	625
5.7.2.1. Quelques remarques des enfants	626
5.7.2.2 Ob.7: Comparer deux Classifications Botaniques	630
5.7.2.2.1 Analyse du travail individuel des élèves	630
5.7.2.2.2 Analyse du travail collectif des élèves	638
CHAPITRE 6. LES SITUATIONS DIDACTIQUES:	
CONSEQUENCES	643
6.1. Sur les connaissances des élèves	643
6.1.1 Sur les connaissances privées des élèves: approche expérimentale avec les questionnaires	643
6.1.1.1 La Questionnaire Q-LOGIQUE	643
i) Présentation du questionnaire	643
ii) Les questions posées aux enfants	645
iii) Les questions didactiques	648
iv) Les hypothèses	648
I.- Première expérimentation: 1987/1988	651
i) Les données	651
ii) Les résultats	652
iii) Analyse des questions	654
iv) Analyse qualitative des réponses données sur l'implication et la soustraction de classes	660
II.- Deuxième expérimentation: 1988/89	666
i) Les questions didactiques et les hypothèses ..	666
ii) Les données: les résultats	667
iii) L'analyse	670
iv) Les questions	672
6.1.1.2. Le questionnaire SCHTROUMPHS	681
i) Les questions didactiques	681

ii) Les Hypothèses	681
iii) Les données : les questions-les élèves	683
iv) Signification des différences partielles	687
6.1.2 Sur les connaissances publiques	689
6.1.2.1 L'observation	689
A) Nouvelles connaissances	689
B) Les connaissances scolaires antérieures	692
C) Les connaissances privées "émergées" publiquement	692
i) La négation et la classification	693
ii) L'inclusion et l'implication	695
iii) Les prédicats amalgamés	695
iv) Certaines caractéristiques de la pensée enfantine	697
6.1.2.2 La valoration des enseignants	699
6.1.2.2.1 Le sens	699
6.1.2.2.2 Les connaissances en jeu et l'institutionnalisation	701
6.1.2.2.3 Le travail logique	701
6.2 Sur le contrat didactique et la dévolution	703
6.2.1 L'observation	703
6.2.2 L'évaluation des enseignants	704
6.2.2.1 Exemples du changement du contrat didactique	704
6.2.2.2 Réinvestissements postérieurs dans d'autres situations	705
6.2.2.3 La faisabilité des situations	706
6.2.2.3.1 L'ingénierie	706
6.2.2.3.2 La dévolution	708
CONCLUSIONS	711

INTRODUCTION

Le "raisonnement" est fréquemment invoqué par les professeurs -de Mathématiques en particulier- comme une activité nécessaire aux élèves dans leur enseignement:

- soit a priori comme le moyen de trouver la réponse attendue à une question pour laquelle le professeur pense avoir exposé les informations "nécessaires": "Raisonnez maintenant!...";
- soit a posteriori pour justifier une réponse aux yeux du maître: "Écrivez le raisonnement!, Justifie ta réponse!..."

L'observation des déclarations habituelles¹ des enseignants nous montre qu'ils ont besoin du raisonnement des élèves, elle nous montre aussi les diverses utilisations (et interprétations) qu'ils attribuent au raisonnement chez les élèves:

- comme moyen de produire une réponse,
- pour la justifier, pour transmettre des connaissances,
- pour que chaque élève arrive à trouver ses propres "raisonnements",
- pour réfléchir,
- pour expliquer un échec d'apprentissage, aussi bien global que ponctuel, sur une connaissance précise ou un problème concret,
- pour que les élèves reconnaissent leurs propres erreurs quand le maître les corrige...

1. Il s'agit des fonctionnements décrits par différents maîtres de l'école J.MICHELET, quand ils ont été interrogés à ce sujet; mais nous pensons que ces déclarations représentent bien ce que nous, en tant qu'enseignants nous sommes habitués à entendre fréquemment.

C.COMITI, D.GRENIER, dans l'Ecole d'Eté (1991), explicitent ainsi ce besoin du raisonnement des élèves, de la part des enseignants:

"Les critères, conditions, pour un bon apprentissage se situent du côté des capacités ou qualités des élèves: il ne peut y avoir apprentissage que si l'élève a en lui les qualités nécessaires pour apprendre en mathématiques (bases, aptitudes à écouter, intuition, compréhension et capacité à raisonner) et s'il fournit un travail personnel suffisant." (C'est moi qui souligne)

La première phrase des instructions officielles du Ministère de l'Education Nationale (M.E.N), sur la nature et les objectifs des mathématiques à l'école élémentaire est: "L'enseignement des mathématiques vise à développer le raisonnement et à cultiver chez l'élève les possibilités d'abstraction".

C'est un indice de l'importance que l'enseignement attache "officiellement" au raisonnement: il est ce que le professeur pense être le plus important dans son enseignement: "Je leur montre surtout comment raisonner...", "Il faut qu'ils apprennent à raisonner!...", et qu'il essaie de montrer à tout moment.

L'existence des groupes de recherche spécifiques sur ce sujet comme le groupe "Apprentissage du raisonnement" de l'IREM de Grenoble, et les groupes de travail sur "le problème ouvert" effectués à l'IREM de Lyon qui étudient à l'heure actuelle l'initiation au raisonnement déductif au collège, confirme aussi bien l'intérêt que les difficultés rattachées au "raisonnement", dans l'enseignement des Mathématiques aux niveaux du collège, second cycle et supérieur.

Mais d'autre part, "le raisonnement" ne semble pas enseignable formellement:

- Il ne laisse pas de trace dans les programmes sur les contenus: il n'apparaît que dans les objectifs ou la méthodologie proposés

- Et il est bien connu que les enseignements spécifiques proposés, tel que la logique, ne rendent pas pour autant les élèves capables de "raisonner" dans le sens que nous venons d'évoquer.

1. Le raisonnement, concept crucial du projet d'enseignement.

Dans l'enseignement des mathématiques le terme "raisonnement" tient une place singulière:

1.1 Il apparaît fréquemment invoqué à propos des concepts mathématiques et dans les circonstances les plus variées et les plus conflictuelles:

1.1.1.- Avec des sens très différents, relatifs à l'activité de l'élève, il recouvre aussi bien la rigueur d'une démonstration que la capacité heuristique à appréhender un problème.

Exemple (1): BALACHEFF a signalé déjà certains de ces différents sens, dans sa thèse sur la démonstration. Il montre aussi les difficultés que la non-différentiation de l'amalgame de ces diverses activités produit dans l'enseignement:

"Les verbes expliquer, prouver, démontrer sont souvent considérés comme synonymes dans la pratique de l'enseignement des mathématiques. S'en tenir à ces habitudes constitue à notre sens un obstacle aux recherches sur le domaine qui nous intéresse dans la mesure où elles conduisent à amalgamer différents niveaux d'activité des élèves qu'il est en fait nécessaire de distinguer, comme nous essaierons de le montrer, pour comprendre la complexité du problème de

l'apprentissage de la démonstration". (N. BALACHEFF², 1988)

Les distinctions que BALACHEFF introduit entre:

- le raisonnement comme activité intellectuelle de manipulation d'informations pour produire de nouvelles informations

- et le raisonnement comme processus de validation: activité dont la finalité est de s'assurer de la validité d'une proposition et éventuellement de produire une explication

c'est la reconnaissance du processus de validation comme un fonctionnement particulier du raisonnement et dont les résultats peuvent être aussi différents: des explications, des preuves (de divers types), ou des démonstrations.

1.1.2.- Selon le moment et les sujets traités, relativement à l'activité du professeur:

Exemple (2): "L'exemple révélateur d'une situation pathologique" donné par le groupe "Apprentissage du Raisonnement", nous montre un des types de raisonnements attendus par les enseignants: la mise en oeuvre d'une méthode de vérification, comme dans une situation d'écriture d'une expression algébrique:

"Considérons un instant le scénario suivant: un peu caricatural et néanmoins très vraisemblable).

- Un élève: "ai-je le droit d'écrire $(3a+5)/3=a+5?$ "

- Le professeur: "non! et d'ailleurs votre question montre que vous n'avez pas révisé vos règles de simplification!". (fin du scénario)".

Le commentaire explicatif de la réaction du professeur est un exemple des attentes des enseignants

2. N. BALACHEFF: Une étude des processus de preuve en mathématique chez des élèves de collège. Thèse Université Joseph Fourier. Grenoble 1, (Grenoble, 1988)

vis à vis de l'utilisation du raisonnement comme méthode de vérification. Notre analyse ne coïncide pas avec celle que les auteurs ont réalisée, en soulignant la dépendance de l'élève à l'égard du maître, sur le jugement de la production de l'élève et du raisonnement implicite de cette production:

"Notre objectif est que l'élève puisse dans une situation comme celle-ci agir en raisonnant approximativement de la manière suivante: "si j'ai le droit de simplifier, cela signifie qu'en remplaçant la lettre a par une quelconque valeur numérique, je dois, en évaluant les deux écritures algébriques $(3a+5)/3$ et $a+5$, obtenir exactement le même résultat"1... Faisons donc quelques essais numériques pour tester le sérieux de cette proposition"3.

Exemple (3): L'exemple donné par M-H. SALIN⁴ (1976), sur ce que les maîtres considèrent comme une erreur de raisonnement.

"Dans un CM2 les enfants ont découvert les décimaux à partir des fractions; la maîtresse⁹ leur demande comment on reconnaît si une fraction a/b est décimale.

Un enfant propose:

"Si b est divisible par a, alors a/b es décimal. ex.: $8/16$."

Une petite fille s'écrie: "c'est faux!", et choisit comme contre-exemple $3/4$."

3. "APPRENTISSAGE DU RAISONNEMENT, ou vers une autonomie de l'élève... par une approche en compréhension des connaissances. Groupe "Apprentissage du Raisonnement", IREM de Grenoble, Décembre 1985.

4. Marie-Hélène SALIN: Le rôle de l'erreur dans l'apprentissage des Mathématiques à l'école primaire. Mémoire de DEA, Université de Bordeaux-I, (Bordeaux, 1976)

Dans une situation de découverte d'un algorithme- la reconnaissance d'une fraction a/b comme un nombre décimal- nous montre deux fonctionnements erronés mais différents, du raisonnement sur un même sujet: la production d'un algorithme (l'enfant), et la production d'un contre-exemple (la fille). Dans les deux cas, ces productions sont fausses, mais avec une origine différente.

- L'enfant donne un exemple ($8/16$) qui correspond à l'algorithme donné, qui est aussi un exemple de fraction décimale, mais qui n'est pas un algorithme universellement valide, puisqu'il y a des fractions qui, vérifiant cette condition, ne sont pas décimales.

- La réplique de la fille, qui donne comme contre-exemple, une fraction ($3/4$) qui est décimale, mais qui ne vérifie pas la condition donnée par l'enfant, prouverait que cette condition n'est pas nécessaire, mais qu'elle pourrait être suffisante (ce qui n'est pas le cas non plus). Mais le contre-exemple choisi n'était pas concluant pour impliquer la fausseté de l'algorithme: il fallait une fraction qui en vérifiant la condition de divisibilité, ne soit pas décimale: (par exemple $3/9$).

1.2 Le "raisonnement" -tout au moins celui que l'enseignant attend- n'est utilisé spontanément par les élèves que très rarement. Il semble même presque exclusivement réservé à l'usage du professeur pour désigner quelque chose qui n'est presque jamais identifié formellement et que seul le professeur semble en mesure de faire.

L'exemple (2) montre bien comment la question posée par l'élève "ai-je le droit d'écrire $(3a+5)/3=a+5$?" suppose pour l'enseignant l'absence du

raisonnement attendu: la vérification de cette production.

1.3 Le raisonnement se différencie des autres termes utilisés par les élèves et par les enseignants de mathématiques: pas de définition, ni de leçons particulières ou très peu.

On trouve dans certains livres seulement, quelques leçons sur des différents aspects méthodologiques à prendre en compte dans la résolution des problèmes: interprétation des données, recherche des questions auxquelles répondre, recherche des données intermédiaires nécessaires pour trouver la solution, etc.

1.4 Pourtant les professeurs essaient à tout moment de susciter, d'obtenir de la part des élèves des "raisonnements". C'est l'objet le plus permanent de leurs vœux (sinon de leurs soins). C'est sur leurs raisonnements qu'ils apprécient le mieux leurs meilleurs élèves... Cet écart entre le désir du professeur et l'absence de moyens reconnus pour le satisfaire apparaît comme une caractéristique de ce terme.

1.5 Beaucoup d'erreurs sont considérées par les maîtres comme une catégorie différenciée: les "erreurs de raisonnement". L'exemple (3) que M-H. SALIN a observé, (et que nous avons présenté et analysé dans 1.1) est classé par les maîtres dans cette catégorie.

Exemple(4): C.COMITI et D.GRENIER⁵, dans leur étude des représentations des enseignants des mathématiques, signalent les causes que ceux-ci donnent comme explication des erreurs des élèves, "le manque de

5. C.COMITI, D.GRENIER: "Objectifs et méthodes pour une recherche sur les représentations d'enseignants de mathématiques". Actes de la VIème Ecole d'Eté, Kérallic-Plestin-les Grèves, 1991.

logique" et "les erreurs de raisonnement" sont invoqués:

"Les essais d'explicitation des causes de chacun de ces types d'erreur renvoient donc tout naturellement aux auteurs de ces actions: manque de travail et d'application des élèves, inattention et étourderie, problèmes langagiers et manque de logique. Les erreurs de raisonnement sont en particulier interprétées en terme d'incompréhension de la consigne, de confusion au niveau du langage, de difficultés en logique, de manque de méthode." (COMITI, GRENIER, 1991) (C'est moi qui souligne)

Parmi les erreurs diagnostiquées par les professeurs, l'erreur de raisonnement semble être celle qui donne le moins lieu à des conseils et à des leçons, de la part du maître; dans la plupart des cas, "la correction" est, souvent difficile, comme l'analyse de l'exemple (3) le laisse prévoir: le maître est démuné devant la diversité et la complexité des différentes "erreurs" décelées dans la situation, il n'a aucun moyen de les aborder, ni de les expliquer facilement.

Les remédiations proposées par les enseignants, dans l'étude citée précédemment, illustrent aussi cette affirmation:

"Cette analyse de l'erreur qui s'arrête au niveau du constat, est cohérente avec l'idée dominante chez les enseignants et chez les élèves que le rôle du professeur est de bien expliquer, de corriger les erreurs, ou encore de "faire toucher du doigt" à son auteur l'erreur faite, de montrer "comment ça marche", pour que l'élève ne commette plus d'erreurs du même type.

Les remédiations ne renvoient pas aux causes des erreurs du point de vue du savoir en jeu, mais visent

avant tout à les faire disparaître (on s'attaque aux symptômes et pas aux origines de l'erreur). Tout se passe comme si la mémorisation des connaissances suffisait pour que celles-ci se transforment en outils mobilisables par les élèves." (COMITI, GRENIER, 1991)

1.6 Et puisque décidément "il n'y a que peu d'espoir de voir les élèves se mettre à raisonner d'eux-mêmes de façon correcte", il paraît urgent de remplacer ce raisonnement absent ou "erroné" par de solides algorithmes, des habitudes bien ancrées, des connaissances repérées, des savoirs appris, explicités, et récités.

Une partie de la stratégie des maîtres paraît être une promenade aléatoire entre la quête désespérée du raisonnement des élèves et la mise en place de substituts qui rendent inutile et improbable cette stratégie: c'est-à-dire de l'enseignement d'une capacité, à obtenir les résultats attendus par cette capacité: "le raisonnement".

Les observations ci-dessus sont des exemples observables quotidiennement, mais on pourrait relever aussi que de grandes réformes didactiques en Mathématiques (la plupart?) ont été fondées sur des changements de conceptions au sujet du rôle, de la place et de la nature du raisonnement dans la construction des mathématiques, et examiner leurs résultats.

2. Importance de la conception de la place du raisonnement dans les mathématiques et dans l'apprentissage dans la réforme des années 70.

La réforme des années 70 dans l'enseignement des Mathématiques, à partir de l'introduction des Maths. modernes, suppose l'introduction d'objets mathématiques

nouveaux: la logique, la théorie des ensembles, les structures, etc... des objets que les mathématiciens avaient découverts comme les ciments qui faisaient tenir tout l'édifice mathématique, raison pour laquelle de nombreux mathématiciens (J.DIEUDONNE, R.THOM, G.CHOQUET, A.REVUZ, H.FREUDENTAL...) se lancèrent à proposer leur enseignement dans une des plus grandes réformes de l'enseignement des Mathématiques.

Cette réforme prétendait fondamentalement (et contrairement aux réformes précédentes) être une réforme des contenus:

"- Les connaissances mathématiques avaient été réorganisées et unifiées;

- le vocabulaire avait donc changé, on avait de nouvelles exigences quant à la rigueur. Le champ d'application des mathématiques s'était élargi en partie grâce à la fécondité de cette réorganisation;

- l'unification devait permettre une meilleure efficacité de l'enseignement en lui permettant d'apprendre moins pour résoudre plus mais surtout pour apprendre à apprendre.

C'est pourquoi elle fut demandée, promue, et animée par les mathématiciens." (BROUSSEAU, 1981)

Mais la modification du contenu était aussi complétée par un changement dans l'organisation et l'ordre d'introduction de ces contenus ainsi que dans sa formulation. Tout ce paquet de changements, conduit à une modification de la conception de l'apprentissage -notamment avec la modification des activités proposées aux élèves- et donc la réforme suppose une modification de l'enseignement des mathématiques, conséquence directe des nouvelles conceptions sur les "nouvelles mathématiques":

"Ainsi, puisque les mathématiques sont un moyen de fabriquer la connaissance, apprendre les mathématiques c'est apprendre à apprendre⁶. Pour beaucoup, les nouvelles mathématiques sont donc organisées comme un langage formel, dont la sémantique est la théorie des structures dont on peut exhiber la synthèse et qui s'applique dans des différents domaines en subissant des adaptations relevant de la pragmatique (conception structuraliste)." (BROUSSEAU, 1981)

Ce "nouvel" enseignement des Mathématiques (à partir des Mathématiques modernes) a commencé par leur enseignement à l'université -dans la formation des futurs mathématiciens- puis dans l'enseignement secondaire, et avec la transposition faite par DIENES et ses collaborateurs, pour l'école primaire, il fallait (et on pouvait) les enseigner le plus tôt possible.

Mais, si l'enseignement prétendait enseigner ces nouvelles mathématiques à l'école primaire, faire acquérir ces nouvelles connaissances aux enfants, il fallait dire comment ils pouvaient s'approprier ces structures.

D'autre part, il était aussi nécessaire d'en savoir plus sur la façon de faire fonctionner tout cela chez l'enfant: connaître ses modèles implicites et la genèse de tous ces concepts avec leurs problèmes et leurs difficultés d'assimilation par les enfants.

Les apports de Jean PIAGET dans le champ de la psychologie génétique (notamment ses travaux sur la genèse des structures logiques chez l'enfant) à travers sa théorie sur l'apprentissage basé sur les processus d'équilibration, constituèrent un fondement

6. C'est moi qui souligne.

indispensable à la réussite de la réforme. D'une certaine manière, nous pouvons dire que les arguments de PIAGET sur la genèse des opérations logico-mathématiques chez l'enfant, au moyen des structures semblables à celles que défendaient les Maths. modernes, les renforçèrent et encore les justifèrent.

Le problème de l'enseignement des structures, a reçu différentes tentatives de résolution. Nous analyserons celle de DIENES, que nous considérons comme très représentative, dans la première partie de notre travail.

Mais nous voudrions ici citer un comportement que montre l'utilisation des théories psychologiques et pédagogiques de l'époque, et que BROUSSEAU (1981) signale comme assez fréquent:

Il consistait en s'appuyant sur les travaux de Piaget:

"- à penser que justement l'épistémologie génétique montrait l'apparition non pas des connaissances élémentaires mais des structures entières et, cela, dans une genèse qui procédait du général au particulier;

- et à conclure, avec une référence douteuse aux idées de Rogers que l'activité des sujets et leur développement naturel conduisaient aux appropriations fondamentales visées, à condition que l'on n'y fasse pas obstacle par une didactique normative intempestive." (BROUSSEAU, 1981)

La considération de l'apprentissage des mathématiques comme "apprendre à apprendre", nous laisse entrevoir quelle était l'importance donnée au raisonnement, comme moyen, mais aussi comme objet d'apprentissage. Cette importance concédée au raisonnement est montrée d'une manière beaucoup plus explicite, au travers des diverses manifestations que

la réforme a produites dans l'enseignement des mathématiques:

- l'enseignement des structures détachables des contenus, donc "réutilisables" dans n'importe quel domaine (même la vie quotidienne: voir les exercices des relations binaires pour les enfants, par exemple...),

- l'utilisation de la théorie intuitive des ensembles (et principalement de leur représentation (les diagrammes d'EULER, ou les Papygraphes...) comme un moyen d'enseignement (utilisé non seulement dans l'enseignement des différents contenus mathématiques, mais aussi dans n'importe quelle autre matière: grammaire, géographie, histoire...)

- l'enseignement explicite de la logique, à partir aussi de la théorie des ensembles et de leurs représentations.

Aujourd'hui après vingt ans d'histoire, dans les programmes de l'école élémentaire, on ne parle plus des Maths. modernes, au moins officiellement dans l'école primaire. Que s'est-il passé avec ses projets sur le raisonnement? Ses ambitions ont-elles pu se réaliser? Ont-elles contribué au développement de la capacité logique et du raisonnement chez l'enfant, comme elles le prétendaient?

Nous voudrions remarquer ici, que la Didactique des Mathématiques a commencé aussi à la suite de cette tentative de réforme basée sur une rénovation de la place de la logique et des fondements des mathématiques dans l'enseignement des Mathématiques. Pourquoi?

3. A quoi tient cette place singulière? Quels seraient les enjeux d'un enseignement réussi du raisonnement?

Nous ne voulons pas faire ici une analyse exhaustive des différents domaines qui pourraient être affectés par un meilleur enseignement du raisonnement. Nous allons choisir seulement quelques questions que nous nous sommes posées au début de notre travail pour essayer d'évaluer a priori son intérêt, ses possibilités:

- Du côté du savoir: ambiguïté, intervention dans toutes les productions de tous les savoirs?

- Du côté de la société: qu'est-ce qui se règle par le raisonnement?

- Du côté des applications: qu'est-ce qui dépend des raisonnements?

- Du côté de l'apprentissage: le raisonnement est-il vraiment un moyen d'apprentissage très performant et supérieur aux autres?

- Du côté de la relation didactique: qu'est-ce que le professeur attend ou règle avec ce mot?

4. L'objet de notre étude

4.1 Parmi les différents aspects du "raisonnement", dans la relation didactique, nous nous intéressons au traitement des différentes formes de raisonnement des enfants dans la relation didactique:

- Quelles sont les fonctions dévolues au "raisonnement"?

- Est-il possible d'essayer de définir ou d'identifier le "raisonnement" ou des types de "raisonnements" à partir de leur rôle dans la relation didactique?

En définitive:

<p>Quel est le statut du "raisonnement" dans la relation didactique?</p>
--

Répondre à cette question est l'objectif de la première partie de notre travail. Nous avons commencé avec une approche "classique" de recherche des fonctions qui, a priori, pouvaient être dévolues au "raisonnement", dans l'enseignement. Nous avons continué avec l'identification des divers types de raisonnements repérés, à partir de leur rôle dans la relation didactique.

4.2 Le traitement des différentes formes de raisonnements des élèves: une situation paradoxale qui relève des difficultés du contrat didactique.

Une première analyse didactique, à partir de la Théorie des situations, nous permet d'avancer dans l'identification théorique du problème, et de préciser cette première conjecture:

Les enseignants de mathématiques sont obligés d'une part, de communiquer des connaissances qui sont articulées par une certaine logique, un certain raisonnement, et d'autre part ils sont conduits à demander aux élèves de produire eux mêmes des raisonnements, des savoirs, donc:

- On fait appel à la pensée personnelle, naturelle⁷ de l'élève et à son mode personnel de production du savoir c'est-à-dire aux connaissances personnelles et au raisonnement naturel⁸, qui vont jouer un rôle

7. Naturelle dans le sens donné par WERMUS, pour représenter divers aspects de la pensée non-formelle.

8. Raisonnement personnel, élaboré dans la logique personnelle de l'enfant que WERMUS aide à interpréter à l'aide de la modélisation de la Pensée Naturelle (P.N.) (basée sur des prédicats "amalgamés" -avec des composantes contextuelles-, différents des prédicats -ou des propositions- de la logique formelle).

déterminant dans la relation didactique (dans la topogénèse des connaissances)

- Les maîtres sont conduits en même temps, à communiquer un mode de production du savoir qui est l'articulation culturelle des connaissances, c'est-à-dire, en mathématiques, une sorte de logique de la construction de la logique mathématique et axiomatique. Cette articulation culturelle dit que les concepts se succèdent d'une certaine manière (la chronogénèse).

Mais, est-ce que ce raisonnement naturel invoqué coïncide avec le raisonnement mathématique?

Est-ce qu'il y a des conflits entre eux?

De nombreux travaux dans ce domaine ont montré l'existence et les caractéristiques des raisonnements spontanés⁹ dans un secteur précis de la connaissance, par exemple Laurence VIENNOT en dynamique élémentaire, Aline ROBERT en analyse, etc... Ils constituent un exemple des raisonnements personnels (des connaissances personnelles) que les élèves mobilisent, quand l'enseignant sollicite leurs productions personnelles.

Nous n'allons pas insister sur la différenciation entre ces deux types de raisonnements, nous allons étudier dans la situation didactique:

- le rôle que joue le raisonnement spontané.

- comment le maître va établir le rapport entre les deux.

Les maîtres se trouvent dans une situation paradoxale:

9. Raisonnement spontané dans le sens de L. VIENNOT: conceptions ou représentations personnelles des élèves sur des connaissances scientifiques. Nous allons adopter cette dénomination, comme étant analogue à celle de raisonnement naturel, quand celui-ci agit sur des savoirs ou des connaissances mathématiques.

Si les maîtres s'occupent explicitement du raisonnement spontané des élèves, de leurs difficultés, ils ne font pas de mathématiques, ils font de l'épistémologie, de l'heuristique, de la logique, etc. mais ils ne pratiquent pas leur métier en tant que professeurs de mathématiques: ils n'enseignent ni des connaissances, ni des savoirs "mathématiques".

Et s'ils ne s'en occupent pas, s'ils ignorent les raisonnements spontanés des élèves, ceux-là continuent à faire obstacle aux raisonnements scientifiques, invoqués par le maître. Et les erreurs et les échecs s'installent chez les élèves.

Donc le maître ne peut pas agir et il ne peut pas, non plus, permettre l'erreur sans rien faire.

De même nous voulions signaler que le raisonnement spontané ou naturel n'est pas seulement utilisé par l'élève; le maître l'utilise aussi (il utilise aussi la métaphore, il accepte des "preuves" qui ne sont pas des preuves mathématiques, mais qui dénotent du "bon sens", il utilise les représentations -même la terminologie- familières à l'enfant pour le rapprocher de certaines connaissances "abstraites", ou "difficiles", etc.). Il est obligé de le faire: c'est un besoin imposé par la relation didactique.

Alors le maître et les élèves utilisent ces deux types de raisonnements, mais la différence c'est que le maître sait quand il recourt à chacun d'eux et c'est lui qui décide à quel moment il peut ou il veut s'en servir, tandis que l'élève ne le sait pas, et il ne distingue pas (ni chez lui, ni chez le maître) les deux raisonnements co-existants.

Alors, quand est-il "légitime" de se servir du raisonnement spontané?

- comment l'élève peut-il distinguer ce qui sert comme moyen, de ce qu'on veut "vraiment" enseigner? et comment le maître peut-il intervenir auprès de l'élève, pour l'aider à s'en sortir?

En conséquence, nous soulevons un problème de contrat didactique:

- le maître, étant donné son caractère paradoxal, ne peut pas le résoudre: il n'a pas de moyens, ni d'instruments pour l'aborder

- il laisse donc tout ce qui concerne le raisonnement de l'élève -dans ses différentes formes ou fonctionnements- sous la propre responsabilité de l'élève.

Ce problème de contrat est-il posé de la même manière dans les situations didactiques et dans les situations a-didactiques? Autrement dit, le fonctionnement public du raisonnement -des élèves, de l'enseignant- dans les situations didactiques est-il le même que le raisonnement privé des élèves confrontés à des situations a-didactiques?

Ou encore, la reconnaissance des différents niveaux de fonctionnement de la relation didactique, ou des diverses instances de contrôle nous permet-elle d'envisager aussi des différences dans le fonctionnement privé du raisonnement chez les élèves et dans sa gestion publique de la part de l'enseignant?

Les différents types de situations didactiques, d'action, de formulation et validation, nous permettent-ils d'envisager aussi des différences, des difficultés?...

Dans les différents chapitres de la PARTIE-I, nous allons essayer d'identifier -théoriquement à l'aide de la Théorie de situations, et expérimentalement- ces

divers fonctionnements du raisonnement dans la relation didactique.

4. L'analyse typologique comme métaphore générale.

Si c'est bien un problème de contrat didactique, il faudra agir sur celui-ci, le modifier pour pouvoir sortir de la situation paradoxale.

La proposition que nous faisons -dans la deuxième partie- consiste à agir sur la pratique des professeurs dans l'ingénierie didactique:

* Proposer des types de leçons et des situations qui permettent d'agir sur le sens des acquisitions des élèves.

* Faire que ces situations conduisent à une négociation sur le statut des connaissances spontanées¹⁰ des élèves.

Pour développer cette proposition, nous avons besoin, chez les élèves, de "distinguer", de reconnaître au moins une différence entre:

1. la logique utilisée dans les mathématiques.
2. la pensée naturelle, le raisonnement spontané, utilisés par les élèves et les maîtres en faisant des mathématiques, mais qui ne sont pas des mathématiques.

Dans la relation didactique, d'habitude, si on parle de la logique mathématique, l'autre point reste obscur.

10. Connaissances spontanées: connaissances personnelles qui représentent l'état ou l'interprétation personnelle d'une certaine connaissance

Donc nous avons besoin non seulement de distinguer, mais aussi de représenter, de la même manière, le champ sur lequel elles se distinguent.

Nous n'allons pas donner une théorie de la pensée naturelle, mais un statut, en dessinant son mode de fonctionnement; pour cela nous allons le modéliser, pour les élèves, avec le fonctionnement de l'agrégation des données (l'analyse typologique).

Les tableaux des données, utilisés dans l'analyse typologique va être le moyen de représenter différents types de raisonnements (la pensée naturelle, la classification, la logique, les jugements, etc.) avec des règles de manipulation diverses, mais portant sur des tableaux semblables.

Avec le tableau, l'élève va pouvoir reconnaître formellement certaines opérations, certains jugements qu'il faisait spontanément, et c'est ça qui va donner un statut à la pensée naturelle. L'élève va pouvoir représenter ce qu'il pense et le discuter avec les autres. Il va aussi remarquer la différence qu'il y a entre celle-ci et ce qu'on lui demande d'appliquer comme raisonnement logique.

Il va pouvoir aussi classer, et comparer ses classifications avec d'autres classifications déjà existantes.

Nous n'allons pas faire un cours de méthodologie, nous allons donner un instrument qui aura pour l'élève un caractère métaphorique de référence et qui pour le maître, sera un moyen de négociation didactique avec les élèves, sur leur raisonnement spontané en faisant une place à celui-ci dans l'enseignement.

Les situations d'étude que nous avons retenues illustreront l'usage extrêmement répandu de l'agrégation des données:

1. La classification des plantes et des animaux est certainement la plus répandue.

2. Mais la prise de décision en fonction des goûts et des choix nous a paru assez intéressante et nous l'avons abordée par deux aspects, l'aspect sémantique avec "Le départ en vacances" et l'aspect formel avec "le jeu de coalition" qui simule les modes de prises de décision dans une société démocratique.

3. Les modes de contrôle des jugements "spontanés" sur les personnes et les groupes humains font l'objet d'une étude en cours.

5. Encadrement de la recherche

Notre recherche se place dans le cadre de la Théorie de Situations (BROUSSEAU, 1972, 1986).

Notre travail personnel participe d'un projet global de recherche -d'une problématique plus large qui dépasse les limites et les possibilités d'un travail individuel-. Il est possible d'aborder ce projet collectivement, dans le même cadre théorique (la théorie de situations) et à partir de chacune des contributions individuelles.

Le sujet de notre étude, soulève un problème théorique de didactique que G. BROUSSEAU (1988a) avait identifié comme un "obstacle culturel" -la pensée naturelle-, avec la maîtrise de l'espace, ou la capacité d'énumérer les ensembles: des connaissances dont l'élève a besoin pour mettre en oeuvre son apprentissage, et qui ne lui sont pas enseignées.

La dévolution de l'apprentissage des connaissances mathématiques à l'élève, sollicite de celui-ci son raisonnement personnel, pour réussir l'apprentissage. Le raisonnement personnel de l'enfant -sa pensée naturelle- est considéré implicitement (ou

même explicitement) par l'enseignant comme un ensemble de compétences qui, lui étant nécessaire, est pré-existant chez l'élève. Ces compétences ne constituent pas un objet d'enseignement et seulement quelques enseignements occasionnels (la logique ou les méthodes de résolution des problèmes) ont été essayés en guise de substituts.

Ce même problème est soulevé par M.H. SALIN et R. BERTHELOT dans leur thèse à propos des connaissances spatiales et de la maîtrise de l'espace, par rapport à l'enseignement de la géométrie.

Nous avons commencé à faire une place au raisonnement naturel de l'enfant dans la relation didactique, celle-ci va être élargie et complétée par le travail du professeur M. MOREIRA, sur l'établissement de la validité chez les enfants.

Est-il possible de changer la limite du partage entre les connaissances privées et les connaissances publiques?

C'est la question à laquelle nous essayons de répondre collectivement, pour ces connaissances -nécessaires et non-enseignées dans l'enseignement- qui aujourd'hui peuvent être considérées comme des "obstacles culturels".

Un autre axe de notre travail, l'ingénierie didactique que nous proposons, participe aussi de l'ensemble des recherches sur le sens et la compréhension des connaissances: des recherches qui visent l'élaboration des situations d'enseignement qui puissent dévoluer aux élèves le sens correct des savoirs et des connaissances mathématiques qui fonctionnent.

Dans cette direction nous continuons la recherche d'un accès différent des enfants à la logique, travail déjà entrepris par:

- J.M. DIGNEAU (1980): avec l'élaboration d'un Jeu de désignation, qui provoque chez les élèves la nécessité de l'élaboration d'un code de désignation

- J. PERES (1979-1985-1989): avec la création des différentes variations du Jeu de désignation, dans des situations généralement de communication, mais aussi d'action et validation, qui permettent aux enfants, d'établir différentes relations et structures logiques entre les éléments des ensembles d'objets donnés

- C. MAUDET (1982): l'utilisation du code de désignation pour l'acquisition d'une opération logique, la conjonction.

6. Les conjectures.

Nous avons avancé une première conjecture, sur le caractère paradoxal du traitement des différentes formes du raisonnement dans la relation didactique: la nature diverse de chacune de ces formes de raisonnement, nous amène à faire les conjectures suivantes:

Par rapport au raisonnement de l'élève: C_e

C_{e1} : L'élève, pour résoudre les problèmes scolaires mobilise, en plus des savoirs officiels (S_o), des connaissances personnelles (C_p), qui diffèrent des savoirs officiels (en tant que solution, prise de décision -action-, en tant que preuve -validation-, etc...).

C_{e2} : L'élève apprend avec des méthodes "non-pertinentes" par rapport aux contenus.

Autrement dit: Les causes d'apprentissage, ne sont pas toutes traduisibles en raisons de savoir.

C_{e3} : La différence entre les causes d'apprentissage et les raisons de savoir, de croire à la vérité, produit des difficultés.

En appliquant la théorie didactique, nous pouvons prévoir que certaines de ces difficultés, se manifesteront sous la forme de ruptures de contrat.

Par rapport à l'enseignant: C_x

C_{x1} : L'enseignant ne peut pas enseigner les moyens effectifs d'établir la validité des savoirs, seulement les moyens officiels scolaires.

C_{x2} : L'enseignant doit reconnaître à l'élève un domaine de compétences. Ce domaine, c'est le raisonnement.

Par rapport à la didactique: C_p

C_{p1} : La logique de la construction didactique n'est pas réductible à la logique de l'exposé axiomatique.

C_{p2} : Les méthodes actuelles d'enseignement ignorent ces rôles différents de la logique, et elles essaient de réduire la rhétorique nécessaire à la logique et à la démonstration.

C_{p3} : Ces difficultés se manifestent en particulier par des effets "JOURDAIN".

Dans le premier bloc de conjectures, nous avons avancé et décortiqué la nature paradoxale des difficultés que le professeur peut avoir dans la gestion du "raisonnement", dans la relation didactique:

Alors, dans une telle situation paradoxale, est-ce qu'il est possible de trouver une solution?

Dans les conjectures qui suivent (C_p) nous allons ébaucher un projet de solution qui nous paraît possible avec certaines conditions pour résoudre le problème posé.

Conjectures sur lesquelles est basée l'ingénierie proposée: (C_i)

C₁₁ : La prise en compte de cette différence ne consiste pas à enseigner la forme culturelle- le savoir, soit savoir logico-mathématique, soit savoir de type psychologique ou linguistique- comme objet d'enseignement.

Il ne suffit pas, non plus, d'enseigner la logique des Mathématiques, pour améliorer la logique du constructeur de Mathématiques.

C₁₂ : Il existe une solution qui permette un double fonctionnement:

- "reconnaître" à l'élève ou au constructeur un fonctionnement différent.

"Reconnaître": permettre d'identifier, de différencier sans qu'il soit nécessaire d'explicitier, à l'aide d'un instrument "technique" explicite ("le tableau")

- lui permettre de reconnaître le fonctionnement culturel nominal, qui doit être le produit culturel explicitable (avec l'explicitation de certaines règles de logique).

"le tableau" + les situations = un instrument de conversion

Le double fonctionnement proposé a comme objectif de donner au professeur un moyen de négociation didactique avec les élèves, dans la situation paradoxale décrite.

C₁₃ : La formation à l'usage du "raisonnement", dans la prise de décision doit compléter celle consacrée à l'usage du "raisonnement" pour l'établissement de la vérité du savoir.

C₁₄ : La formation au traitement de la vérité, de la contingence et de la nécessité ne concerne pas seulement l'individu isolé que ce soit dans les

rapports socio-culturels, ou dans les rapports de prise de décision.

7. Méthodologie globale de la thèse

L'articulation de la présentation de l'ensemble de notre travail, va être centrée sur les conjectures énoncées.

Parmi les conjectures, nous avons présenté deux catégories bien différenciées:

1ère.- les conjectures sur l'origine des difficultés des maîtres à gérer les "raisonnements" des élèves, dans la relation didactique

2ème.- les conjectures sur une voie possible de solution du problème, à partir d'une proposition d'ingénierie

Mais ces deux catégories sont interdépendantes:

- nous avons besoin de les étudier dans l'ordre mais nous ne pourrions pas prouver ou rejeter les conjectures du premier groupe, sans avoir présenté et discuté celles du deuxième, car nous allons aussi donner à notre ingénierie un rôle phénoménotéchnique par rapport aux conjectures sur les difficultés des maîtres.

L'ingénierie doit aussi pouvoir montrer, mettre en évidence, les différences entre, le fonctionnement du "raisonnement" chez les élèves- en tant que constructeurs de celui-ci- celui de la logique et celui du "raisonnement" déjà construit par la culture (logique, mathématique, linguistique, etc.)

La différenciation entre les deux catégories de conjectures comprend aussi la distribution du travail de recherche autour de deux parties:

-PARTIE-I: Recherche des réponses à la question, "Quel est le statut du "raisonnement", dans la relation didactique?.

Cette partie-là doit déjà, au minimum, apporter quelques indices et même des preuves, sur

- l'identification et l'existence des différents types de "raisonnements", au sein de la relation didactique, dans le sens avancé dans nos hypothèses, notamment du raisonnement naturel chez l'élève, (mais aussi chez le professeur)

- les ruptures de contrat produites dans la relation didactique, par la non prise en compte de ces différences

- le caractère paradoxal des difficultés du professeur, avec le "raisonnement" des élèves

Donc, en conséquence, avec les réponses trouvées dans la PARTIE-I, nous serons en mesure de pouvoir aussi avancer un jugement sur la première catégorie des hypothèses que nous avons faites, sur la nature des difficultés des maîtres à gérer le "raisonnement" naturel de l'élève.

- PARTIE-II: Proposition d'une ingénierie, qui fasse une place au "raisonnement" naturel des élèves

Recherche, élaboration et observation d'une famille de situations didactiques

- autour d'une situation fondamentale (C_{12})

- qui utilise un instrument "technique" (l'analyse typologique fonctionnant sur un tableau à double entre) pour représenter de la même manière le champ sur lequel deux types de raisonnements (naturel et formel) se distinguent

- qui doit permettre d'allouer une place au raisonnement naturel de l'élève (et même du professeur), sans nécessité de l'explicitier;

reconnaître la différence entre celui-ci et le raisonnement logique formel (aussi bien mathématique que scientifique)

- dont l'ensemble de l'ingénierie doit tenir compte des divers fonctionnements du raisonnement avancés dans les hypothèses (C_{11} et C_{14})

- l'usage du "raisonnement" dans la prise de décision, comme complément à l'usage du "raisonnement" dans l'établissement de la vérité, du savoir

- le caractère collectif de la formation au traitement de la vérité, de la contingence

En conclusion, cette PARTIE-II doit nous offrir une solution au problème posé. Donc cette ingénierie doit:

- être "faisable": "réalisable et économique"
- montrer/prouver qu'elle répond aux conditions exigées

- montrer quel type de difficultés elle peut aider à résoudre

(caractère phénoménotechnique)

- prévoir d'autres utilisations possibles

(caractère métaphorique des situations)

Dans l'étude a priori de l'ingénierie, nous allons montrer le processus de recherche et d'élaboration de celle-ci, avec

- L'analyse théorique de la situation fondamentale (le JEU DU VOYAGE) qui travaille la logique naturelle et formelle dans une situation de prise de décision collective (dans l'aspect sémantique), en utilisant l'agrégation des données (l'analyse typologique ou classificatoire)

- Les variantes proposées:

- * Le JEU DE COALITION, simulation aussi d'une prise de décision collective, dans une société

démocratique, en faisant fonctionner l'aspect formel de l'agrégation des données

* La CLASSIFICATION BOTANIQUE, un travail logique de classification, dans un domaine scientifique, la botanique: recherche de critères et analyse de leur pertinence, formation de classes avec plusieurs critères, aussi bien positifs que négatifs

Avec l'observation des situations (pendant trois années consécutives, dans deux classes différentes), et l'analyse a posteriori de celles-ci-, nous espérons pouvoir montrer au niveau de la contingence, ce que nous avons essayé de montrer comme nécessaire dans nos analyses théoriques de discussion des hypothèses, (aussi bien celles de la deuxième catégorie que celles de la première) et dans les études a priori.

6.1 Rôle singulier dans la recherche du questionnaire SCHTROUMPHS.

Je voudrais faire une place spéciale, dans cette introduction, au questionnaire SCHTROUMPHS qui a été un instrument méthodologique décisif dans ma recherche.

i) Un questionnaire "différent"

Le questionnaire SCHTROUMPHS, n'est pas le questionnaire "classique", conçu et utilisé pour connaître les stratégies ou les erreurs des élèves par rapport à un sujet déterminé, ni comme un pré/post test, même s'il a joué aussi ces rôles.

Il a été imaginé principalement comme une anticipation (et à la fois une pré-expérimentation) de la possible situation fondamentale de notre ingénierie.

ii) Il joue plusieurs rôles méthodologiques bien différenciés

Si son rôle principal est de préparer la situation fondamentale, il doit avoir aussi le caractère

phénoménoteknikue dont nous voulons pourvoir notre ingénierie.

En tant qu'instrument phénoménoteknikue, il doit servir à observer des différents types de rapports personnels et/ou officiels au "raisonnement" naturel et formel des élèves et de l'enseignant: nous allons le faire fonctionner comme un exemple de quelques-uns de ces rapports,

- dans des situations a-didactiques

- dans des situations didactiques (avec la correction collective du questionnaire)

Le questionnaire SCHTROUMPHS va être aussi utilisé comme un moyen de communication avec les enseignants et de détection de leurs rapports personnels (conscients ou même inconscients) au "raisonnement" des élèves

Bien que classique, son rôle comme instrument d'évaluation des situations d'enseignement (pré/post test) ne va pas être négligé.

iii) Il apparaît d'une manière fragmentaire, mais il est présent dans les différents stades du travail de recherche donc, il est repris plusieurs fois tout au long de ce mémoire.

Etant donné la multiplicité et la diversité des rôles que le questionnaire SCHTROUMPHS joue dans notre recherche, il nous semble justifié de le présenter aux différents moments où nous nous en servons et dans son fonctionnement, analysé à chaque moment du travail.

Cependant, il prend une importance particulière à la fin de la première partie, en tant qu'instrument phénoménoteknikue qui doit nous permettre de mettre en évidence notre première catégorie d'hypothèses.

Il prépare aussi la présentation de l'ingénierie, dans la deuxième partie, dont il est une anticipation.

PARTIE-I
LE STATUT DU RAISONNEMENT
DANS LA RELATION DIDACTIQUE

CHAPITRE 1. L'OBJET CULTUREL "RAISONNEMENT":

INSTITUTIONS ET RAPPORTS INSTITUTIONNELS

Des précisions sur le terme "raisonnement" s'imposent comme une nécessité au début de la recherche.

La considération de l'hypothèse didactique qui établit différentes formes de fonctionnement du savoir: dans la communauté de référence ("savante"), chez les élèves et celui supposé mis en oeuvre par l'enseignant, nous permet d'envisager aussi un fonctionnement divers du Raisonement dans la communauté de référence et dans la relation didactique, chez l'élève et chez l'enseignant.

Mais il faut prendre certaines précautions, avec l'analogie établie, étant donné la place particulière qu'il a dans l'enseignement des Mathématiques:

- le "raisonnement" n'est pas un contenu mathématique à enseigner
- mais il est "présent" dans la relation didactique: c'est un objectif de l'enseignement des mathématiques ("apprendre à raisonner"), il est à la fois utilisé par les enseignants et demandé aux élèves, ...
- et, il a différents domaines culturels de référence: psychologie, philosophie, logique, mathématiques,...

Nous allons identifier les différents sens que ce mot "Raisonnement" mobilise habituellement, culturellement: quelle est la nature de ce savoir, dans ses divers domaines de référence, et regarder après leurs implications à l'intérieur de la relation didactique.

1.1. PREMIERE APPROCHE AUX DIFFERENTS SENS ET FONCTIONS CULTURELLES DU TERME "RAISONNEMENT."

Une première approche, à partir d'un dictionnaire usuel, nous offre une double définition, il désigne aussi bien

"l'activité de la raison, la manière dont elle s'exerce" (renvoi analogique au mot "logique") que

"une suite de propositions liées les unes aux autres, selon des principes déterminés et aboutissant à une conclusion" (avec plusieurs renvois analogiques: "déduction, syllogisme, induction, démonstration, principe, illogisme, paralogisme, sophisme, paradoxe, argumentation, preuve, objection")

Donc, le même vocable désigne en même temps, le concept et le terme, une action et l'expression de ses résultats.

Le renvoi au mot "logique", en tant qu' intrinsèque au mot "raisonnement", élargit encore la définition par sa double acception:

"logique" en tant que "raisonnable", conforme au "bon sens"

"logique" comme ensemble de règles formelles.

L'encyclopédie UNIVERSALIS, signale aussi l'ambiguïté du vocable et identifie le concept "raisonnement" à "jugement" ("une certaine activité de l'esprit"); et le "terme", "à la proposition qui l'exprime" ("extériorisation, d'abord dans le langage parlé, et quand enfin il se stabilisera par l'écriture").

Pour aborder son étude, elle signale en conséquence deux types d'approches, le psychologique (pour l'activité), et le logique (pour l'expression).

Tous les renvois analogiques trouvés dans le dictionnaire, sont présentés ici comme divers types de raisonnement.

Elle signale aussi des fonctions différentes reconnues au "raisonnement":

- moyen de preuve ou de justification
- instrument d'invention
- "fonction pratique": délibération pour prendre une décision (personnelle ou collective), et la justification de cette décision.

Tous ces sens et fonctionnements divers, nous renvoient à des domaines de référence, d'étude, différentes aussi pour chacun d'entre eux, (nous avons déjà présenté la Psychologie et la Logique), et nous allons les identifier brièvement.

Etant donné la complexité de la tâche abordée, (identification des divers domaines d'étude, dont chacun relève d'une pluralité d'approches, et/ou ils ont un caractère interdisciplinaire), le choix d'une unique source d'information homogène, apparaît pour nous comme un élément important, de simplification et de clarification, nécessaires à ce moment de la présentation.

L'Encyclopédie UNIVERSALIS va être cette source primaire, qui va nous fournir des définitions et des précisions que nous introduirons dans notre texte en utilisant des guillemets.

1.1.1. LES DOMAINES CULTURELS DE REFERENCE¹

SENS et FONCTIONNEMENTS	DOMAINES DE REFERENCE
activité mentale	
-opération discursive	Psychologie, (P. N.)
-conforme à "raison"	Philosophie, Société
- logique	Logique
expression externe	
- langage	Linguistique, Sémiologie
- formelle	Logique
fonctions	
-preuve/démonstration	Mathématiques
-preuve/argumentation	Rhétorique, Société
-invention	Mathémat. Société
-"pratique"	Société

- Tableau 1.1. -

Domaines de référence du "Raisonnement" selon ses différents sens et fonctions.

1.1.1.1 La Psychologie

L'approche psychologique au terme "raisonnement" est obligé, nous l'avons déjà remarqué, si nous voulons l'analyser en tant qu'activité, qu'opération discursive du sujet.

Dans la Psychologie existent des positions différentes par rapport à l'étude du "raisonnement", parmi lesquelles:

- "la plus féconde c'est celle de J. PIAGET et ses collaborateurs, qui cherchent à préciser les étapes successives dans l'acquisition des opérations logiques, et dans chacune de ces étapes, le développement des structures logiques".

1. Ces domaines culturels, qui étudient ou produisent les différents sens et fonctions du terme raisonnement, peuvent être considérés aussi comme des différentes institutions de référence pour le raisonnement.

1.1.1.2 La Philosophie

Domaine où le concept "raison" joue un rôle essentiel, voire central, en tant que caractéristique spécifique de l'homme, être parlant et pensant.

- "la raison reste bien ce qui caractérise l'homme être parlant et pensant, mais elle spécifie tout autant le monde dont parle ce discours et dont il ne peut pas parler que parce que par sa nature il se prête au discours, parce qu'il est raisonnable. La raison cessera d'être simple faculté calculatrice (rôle qui échoit à l'entendement) pour devenir saisie directe de la réalité en soi, de l'Être en lui même. Vu ainsi, le problème de la raison constitue le moteur et le conducteur de l'histoire de la philosophie."

Le terme "raison", fait appel aussi à d'autres domaines de référence, puisqu'il mobilise aussi d'autres sens différents de celui que nous venons d'exposer.

Une "raison" est aussi un argument qui appuie une affirmation en la fondant selon un calcul logique.

Le domaine d'étude de cette acception du terme "raison", en tant que "argument logique", va être différent, dépendant du sens dans lequel le vocable "logique" va être pris: une "argumentation" ("argument raisonnable"), ou un "raisonnement logique" ("argument formel").

1.1.1.3 L'Argumentation: phénomène social

La considération d'un argument "logique" en tant que "argument raisonnable", "conforme au bon sens", est faite dans la vie quotidienne: "c'est logique, c'est raisonnable!" sont des expressions qui ont du sens dans un certain contexte social, donc c'est la société dans son ensemble, ou des groupes sociaux plus restreints (communautés de divers genres), qui déterminent l'acceptation ou rejet de ce type d'arguments (leur validité), en fonction de leurs règles de

fonctionnement, leurs intérêts communs, leurs affinités, leur culture, etc.

Des études spécifiques sur l'argumentation ("la manière de présenter et de disposer les arguments") prennent en compte l'analyse de ce phénomène social si complexe:

"L'étude de l'argumentation analysera les techniques discursives, permettant de provoquer ou d'accroître l'adhésion d'un auditoire aux thèses qui sont présentées à son assentiment".

C'est Aristote le premier auteur qui a exposé une première systématisation sur l'argumentation, comme l'association ou la coordination d'une procédure rationnelle et d'une démarche sociale.

Le premier aspect, sous l'angle du "raisonnement", été considéré dans les Topyques", et le deuxième, centré sur la persuasion de l'auditorium, dans la Rétorique.

Aujourd'hui, ces études relèvent de multiples disciplines: logique, diverses branches de l'étude du langage, et des systèmes symboliques (linguistique, analyse des textes et du discours, sémiologie), psychologie, sciences sociales, de l'éducation, de la communication). (OLERON, 1983); mais malgré leur importance dans l'étude méthodologique de l'ensemble des Sciences humaines, ils sont assez dévalués par rapport aux études des "arguments" dit logiques, des "raisonnements formels".

Malgré l'importance de l'argumentation pour la discussion, la délibération et la décision raisonnable, ou du moins éclairée, la théorie de l'argumentation a été, depuis la fin de la Renaissance, de plus en plus négligée, sous l'influence des tendances rationalistes, empiristes et positivistes. Mais, sans une telle théorie, l'élaboration d'une méthodologie des sciences humaines, du droit et de la philosophie se révèle impossible".

L'étude de l'argumentation, recouvre aussi ce que l'Encyclopédie appelle "fonction pratique du raisonnement".

Un exemple illustratif de celle-ci, "serait la "logique déontique" qui intéresse tout particulièrement les juristes: elle étudie les raisonnements présents dans les justifications des délibérations, des prises de décisions.

Ces raisonnements, plus au moins rigoureux, essayent de suivre les lois logiques traditionnelles, mais avec des "transpositions" nécessaires, pour s'adapter à leur fonctionnement, ce qui produit des particularités dont l'étude serait l'objet de cette "logique déontique".

1.1.1.4. La Logique. La Logique mathématique.

"Logique", conforme aux règles formelles; donc c'est la Logique, la discipline que constitue le domaine d'étude de ces types d'arguments logiques et de leur validité:

"La Logique au sens étroit du terme, c'est-à-dire la Logique formelle par opposition à l'épistémologie ou à la théorie de la connaissance, se propose de donner une théorie de l'inférence formellement valide". (Vol 10, pp. 52)

Il s'agit donc, de "raisonnements logiques", et s'ils sont corrects (du point de vue "calcul"), ils constituent "la démonstration" de l'affirmation soutenue par ce raisonnement.

La Logique va servir de référence pour analyser la correction formelle du raisonnement, aussi bien du processus d'élaboration (l'enchaînement "logique" des propositions pour arriver à une conclusion), que de son expression externe (formulation).

"On définit traditionnellement la Logique comme la science qui étudie la validité des propositions et des démonstrations par des procédés qui analysent la structure formelle des objets considérés, et non de

leur contenu, leur signification. Nous accepterons cette définition sans doute trop restrictive (...) et réserverons l'appellation "Logique mathématique" à cette partie de la Logique qui utilise des procédés d'allure mathématique, le plus souvent empruntés à la combinatoire au sens le plus large et à l'algèbre générale; nous disons d'allure mathématique car, comme dans toute science, le progrès de la Logique mathématique a permis d'élaborer des techniques spécifiques (arithmétisation du langage, analyse non standard, etc.) pour lesquelles on se reportera aux autres articles traitant de la Logique mathématique."

Il faut remarquer que le "raisonnement", en tant que processus, ne peut être analysé, du point de vue de la Logique, qu'au moment où il est intelligible, explicite, donc formulé, communiqué; ce qui nous renvoie à un nouveau domaine d'étude: la Linguistique.

1.1.1.5 La Linguistique

L'expression externe du "raisonnement", "le résultat" du processus, est l'unique élément "observable" de ce processus, et aussi l'unique sur lequel on va pouvoir porter un jugement sur sa validité (adéquation ou pas, à des règles proposées), donc à ce moment-là, le langage (oral et/ou écrit) apparaît comme le véhicule de cette formulation.

Tout ce qui concerne l'étude du langage et de la symbolisation (pour ce que le langage a de symbole), est un domaine de référence incontournable, pour étudier ou analyser "le raisonnement", peu importe l'approche (l'activité mentale ou sa production), ni la fonction que ce "raisonnement" peut en avoir (preuve, argumentation, etc.).

Nous sommes conscients qu'une approche scientifique du langage, ne peut pas être réduite à la linguistique, mais nous l'avons prise en tant que point de départ de cette approche: "la chose assurée, sinon admise par

tous, est que le point de vue linguistique tel que l'a défini la linguistique actuelle est, pour le moment, le point de départ obligé de toute approche qui ne soit pas réthorique sur le langage".

"Ferdinand de Saussure a magnifiquement exprimé, voilà plus d'un demi-siècle, les difficultés auxquelles se heurte une approche scientifique des faits de langage (et de tous les faits humains)..."

C'est ainsi, disait-il encore, qu'on peut étudier le langage "par plusieurs côtés à la fois <mais> l'objet de la linguistique nous apparaît <alors comme> un amas confus de choses hétéroclites sans lien entre elles. C'est quand on procède ainsi qu'on ouvre la porte à plusieurs sciences -psychologie, anthropologie, grammaire, normative, philologie, etc." On ajouterait aujourd'hui l'acoustique, la physiologie, la psychiatrie, la psychanalyse, la phoniâtrie, la pédiâtrie, la sociologie, l'ethnologie et la philosophie. (Vol 9. pp. 1046)

1.1.1.6. Les Mathématiques. La Logique mathématique.

Le développement de la Logique formelle et plus précisément la précision sur les notions de "déduction" et de "conséquence logique" d'un ensemble d'expressions, permet une présentation entièrement formelle des théories mathématiques.

Ce phénomène a provoqué, et à fois permis, l'édification progressive de la Logique mathématique, qui a été marquée des débats profonds parmi des mathématiciens et des logiciens, notamment avec l'apparition des "paradoxes" dans la théorie élémentaire des ensembles, (mais aussi avec les problèmes de fondements posés par le développement extraordinaire de l'analyse mathématique)

"L'édification progressive de ce qu'on appelle aujourd'hui Logique mathématique s'est accompagnée des débats mi-philosophiques, mi-techniques (rendus plus

vifs par l'apparition de difficultés connues sous le nom de paradoxes) dont les thèmes ont parfois orienté les travaux de toute une école. Nous ne pouvons en citer que quelques exemples:

- Peut-on donner une définition purement logique des notions mathématiques? ...

...- La pensée mathématique possède-t-elle une spécificité telle que toute reconstruction logique des Mathématiques sera toujours inadéquate?...

...- En quel sens et dans quelle mesure la logique peut-elle espérer fonder véritablement les Mathématiques?..."

L'étude de cette problématique constitue aujourd'hui, un grand chapitre appelé "la théorie des démonstrations", dans le domaine de la Logique mathématique, et celle-ci "a acquis droit de cité chez les mathématiciens".

L'analyse ou l'étude de tout "raisonnement mathématique", c'est-à-dire de tout "raisonnement" surgit pendant la production (ou reproduction) des Mathématiques, nous renvoie à un double domaine de référence: les Mathématiques, en tant que science qui contrôle l'épistémologie de ses connaissances, de ses savoirs, et la Logique mathématique, qui garantit l'adéquation de l'expression formelle (symbolisée) de ces "raisonnements".

1.1.1.7 Les fonctions du "raisonnement" et les Domaines de référence.

a) La preuve.

La fonction la plus caractéristique du "raisonnement" est celle de "preuve":

"Le raisonnement est d'abord un moyen de preuve ou de justification. La façon la plus normale d'établir une proposition qui n'est pas immédiatement évidente,

c'est de montrer qu'elle se rattache, par une relation illative à telle autre dont la vérité est reconnue: ou bien elle en est conséquence et alors la preuve est rigoureuse (démonstration mathématique), ou inversement elle l'a comme conséquence et alors la conclusion est seulement probable (preuve expérimentale). La preuve peut se réduire à une simple dérivation formelle. Enfin le raisonnement vise quelquefois à prouver non pas la vérité mais la fausseté d'une proposition (réfutation) en en tirant des conséquences manifestement fausses: mais cet usage est souvent un moyen indirect pour établir la vérité d'une autre proposition (démonstration par l'absurde, l'expérience cruciale)."

Nous ne voulons pas faire ici une analyse des différents types de preuves, ni de leur fonctionnement, notre intérêt porte, pour le moment, seulement sur les domaines de référence dans lesquels celles-ci agissent, c'est-à-dire les domaines, où ces preuves fonctionnent et où on peut juger leur validité.

* La "démonstration mathématique": preuve rigoureuse d'une proposition comme étant conséquence d'une autre proposition dont la vérité est reconnue. Les Mathématiques et la Logique Mathématique visent ce type de preuves.

C'est aussi dans ces deux domaines que les preuves indirectes (démonstration par l'absurde, expérience cruciale, etc.), sont utilisées comme moyen de réfutation d'une proposition.

* Pour les "preuves expérimentales", c'est l'expérience qui valide ou pas le "raisonnement" construit comme preuve, et non pas la correction formelle du raisonnement.

Elles sont utilisées dans une diversité de domaines, notamment dans les Sciences expérimentales.

* L'utilisation du "raisonnement" comme moyen de justification: c'est dans le domaine de l'argumentation que ce fonctionnement prend une place très importante,

il s'agit de "raisonner", de "justifier" une déclaration, ou un discours, en définitive "d'argumenter", mais pas de "démontrer".

Dans ce type d'argumentation, la considération du contenu de ces déclarations, de ce discours, va jouer un rôle aussi important, parfois plus important que la forme, que la correction formelle du discours.

C'est sur l'ensemble du discours que va porter le jugement de sa validité: tout est pris en compte, même la manière dont celui-ci est présenté (la persuasion et la séduction utilisés, etc.).

Donc nous voyons bien comment l'argumentation est un phénomène social, et comme nous l'avions déjà montré, dans le paragraphe correspondant, c'est la société ou des groupes sociaux bien déterminés, qui décident de la validité de ce type de justifications.

b) L'invention

Le rôle que le "raisonnement" peut jouer par rapport à la création ou l'invention de nouvelles connaissances (en partant d'autres déjà connues), suppose un problème théorique important, d'ordre philosophique, qui est identifié sous la forme d'un paradoxe né de la contradiction existante entre "la fécondité et le rigueur", intrinsèque au concept "raisonnement" (activité de l'esprit): "Comment se demande-t-on, un raisonnement pourrait être à la fois rigoureux et fécond?":

"Si la conclusion passe les prémisses, il cesse d'être rigoureux, et s'il est rigoureux, c'est que la conclusion ou bien dit la même chose que les prémisses en en variant seulement la forme, ou bien dit moins qu'elle, se contentant d'en tirer quelque chose qui y était déjà inclus et que le raisonnement a précisément pour fonction d'extraire".

... Si la logique contemporaine conçoit le raisonnement déductif comme une "transformation tautologique", c'est

qu'elle entend le mot de tautologie au sens technique qu'il a pris depuis Wittgenstein pour signifier que le raisonnement se conforme aux logiques, et non pas en son sens banal d'une répétition sans intérêt." (Vol. 13, pp. 976).

Ce paradoxe et les problèmes qu'il soulève, vont avoir des implications importantes dans la relation didactique, mais puisqu'elles sont signalées aussi comme exemple de la nature du paradoxe, dans l'Encyclopédie UNIVERSALIS, nous allons les présenter dès maintenant, même si ceci nous avance un peu dans notre plan, en remarquant que :

"Pour prendre un exemple très simple: l'écolier qui résout un problème de robinets ne découvre-t-il pas par le raisonnement quelque chose qu'il ignorait quand il avait sous les yeux les données du problème? Dire qu'il le savait sans savoir qu'il le savait n'est qu'une échappatoire. Plutôt que d'une extraction, mieux vaut parler, si l'on veut, d'une transformation des prémisses, mais c'est justement dans cette transformation que réside la nouveauté."

Nous y reviendrons.

c) La "fonction pratique"

Dans les paragraphes sur la justification et sur l'Argumentation nous avons entrevu un fonctionnement du "raisonnement", un peu différent de celui des sciences formelles (Logique et Mathématique): une fonction sociale où la nécessité de convaincre, de produire des adhésions, de justifier, etc., est devenue essentielle; et nous avons aussi donné un exemple de cette fonction pratique, "la logique déontique" qui est exercée par les juristes, et qui relève de ces types d'argumentations.

Mais il y a encore un autre fonctionnement "pratique" du "raisonnement" que nous voudrions souligner et qui est évoqué assez vaguement dans ses

différentes approches: c'est la résolution de problèmes de la vie quotidienne.

Cette fonction demande, de la part du sujet: de la délibération, des jugements, des évaluations et des prises de décision; et elle peut être exercée d'une façon individuelle (prise de décisions personnelles), ou collective (ce qui demandera l'accord d'une assemblée ou communauté).

Comme nous avons déjà dit, c'est la société dans son ensemble, et dans les différentes formes collectives où elle s'organise, qui va être le référent culturel pour ce type de fonctionnement du "raisonnement".

1.2 LE RAISONNEMENT DANS L'ENSEIGNEMENT: IDENTIFICATION DES INSTITUTIONS VISEES DIRECTEMENT PAR NOTRE PROBLEMATIQUE.

Revenons à l'enseignement. Cette première approche du Raisonnement, qui a montré ses divers sens et fonctions culturelles, loin de nous aider à mieux identifier les différents rapports entre celui-ci et l'enseignement nous éloigne de notre problématique de didacticiens, en déplaçant le sujet aux divers domaines cités (la philosophie, la psychologie, etc.).

Mais quel rapport existe-t-il entre ces domaines de référence pour le Raisonnement et le fonctionnement de celui-ci dans la relation didactique?

L'étude de l'institutionnalisation dans le système didactique² fait par ROUCHIER A. (1991), distingue trois rôles différents de toute situation d'enseignement:

- "occasion d'apprendre qui va se manifester à travers l'établissement d'un rapport de connaissance,

2. ROUCHIER A. (1991): "Le maître dans le système didactique". Actes de la VIème Ecole et Université d'été de didactique des mathématiques" Septembre 1991. Kerallic-Plestin-les Grèves.

établi avec les objets qui interviennent dans la situation"

- "institution: la situation fixe, fut-ce de manière fugace et habile, une référence pour le savoir ou les savoirs qui s'y retrouvent"

- "lieu de décision pour le sujet, décision qui va être le produit d'une rationalité constituée par la mise en oeuvre de plusieurs éléments par rapport auxquels le sujet est plus au moins dépendant: le niveau de la situation est le moins dépendant du sujet, on rencontre ensuite le savoir (déjà institué), les connaissances publiques, les connaissances privées"

Est-ce que le "raisonnement" fonctionne de la même manière, selon ces trois différents rôles assignés à toute situation?

Si nous suivons l'analyse de ROUCHIER et les distinctions qu'il introduit entre savoir et connaissances, nous pouvons dire que le Raisonement va fonctionner dans une situation comme occasion d'apprendre:

- étant donné "les rapports de connaissance qu'il va établir avec les objets qui interviennent dans la situation"

- et lui-même va fonctionner comme une connaissance contextualisée (dans le sens d'un objet de connaissance) puisque le Raisonement comme la connaissance, "traduit un rapport direct à la situation, qui contribue à la produire, c'est l'apprentissage, et qui la fonde en causalité".

Dans le rôle d'institution, le Raisonement est identifié aux raisonnements mathématiques (ou logiques au sens formel), puisque les savoirs institués que la situation met en référence pendant l'enseignement des Mathématiques, comportent des Raisonnements mathématiques, et/ou logiques si la prise en compte de la formalisation de ces raisonnements est aussi présente: il s'agit des uniques savoirs reconnus par

les institutions de référence des pratiques sociales, de niveaux II³ (selon la terminologie utilisée par ROUCHIER).

Il faut signaler aussi que la présence des savoirs en jeu dans les situations, peut mobiliser plusieurs sens: reconnaissance, production, formulation, formalisation, etc. de ces savoirs ce qui introduit d'autres pratiques sociales instituées de référence: la linguistique, la logique, etc. L'analyse des différents types des situations pourra ajouter de nouvelles précisions à ce sujet.

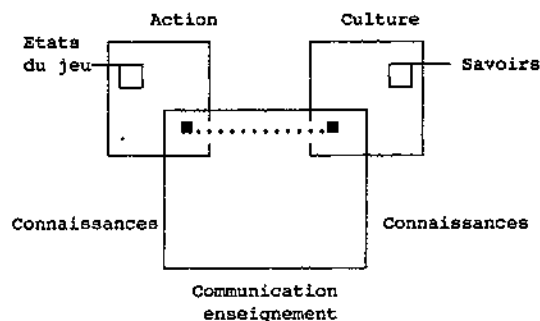
La situation comme lieu de décision pour le sujet, met en évidence une rationalité, origine de ces décisions, qui engage le raisonnement individuel, privé du sujet sur "plusieurs éléments auxquels le sujet est plus au moins dépendant: le niveau de la situation, le savoir, les connaissances publiques, les connaissances privées".

Le tableau ci-dessous illustre et résume cette première identification du Raisonement, qui fonctionne dans chacun des rôles d'une situation d'enseignement des Mathématiques: il doit être interprété comme une première différenciation n'étant ni exhaustive, ni définitive:

3. Les différents niveaux des pratiques de référence distingués, par ROUCHIER: PS-I (pratiques en référence à la situation où fonctionnement des connaissances) et PS-II (pratiques instituées, en référence aux institutions qui utilisent ou produisent des savoirs). Voir n.p. 1 et 2.

Rôle de la situation	Raisonnement (R)	Connaissance
"occasion d'apprendre"	R-connaissance articulation production	connaissances
"institution"	R-mathématiques	savoirs
"lieu de décision"	R-privé jugement	décisions

En adoptant la modélisation faite par Guy BROUSSEAU (Ecole d'été, 1990), de l'enseignement en tant que communication des savoirs et leurs pratiques sociales de référence, avec le schéma suivant:



- Schéma-1 -

Ce schéma a une double lecture: il peut représenter aussi bien le fonctionnement de la communication du savoir dans l'institution "enseignement", et ses rapports institutionnels avec les pratiques sociales de référence, PSI liées aux connaissances "pratiques" et PSII aux savoirs "institués"⁴ (ROUCHIER, 1991), que le

4. ROUCHIER A.(1991): Etude de la conceptualisation dans le système didactique en mathématiques et informatique élémentaires:

fonctionnement du savoir à l'intérieur de la classe, dans la relation didactique, en tant que différents types de situations (d'action, de validation, de communication).

BROUSSEAU exprime ainsi cette double lecture:

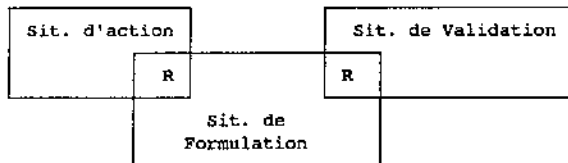
"A propos d'une même notion mathématique, on peut donc envisager une famille de situations où cette notion fonctionne comme une connaissance (situations d'action), une famille de situations où elle figure comme savoir (par exemple situations de validation), une famille de situations où apparaît l'identification d'un besoin de connaissances et la possibilité de le satisfaire par la communication du savoir correspondant.

Dans une approche anthropologique, Y. Chevallard montre que les types d'institutions fondamentales qui déterminent le fonctionnement, la reconnaissance et l'étude, et enfin la communication des savoirs, sont consubstantiellement liés et doivent être définis ensemble." (BROUSSEAU,1990)

Nous allons nous en servir pour continuer à identifier ces différentes pratiques sociales de référence pour la notion "Raisonnement", dans l'enseignement: ceci doit nous permettre l'identification:

- du fonctionnement du "Raisonnement", à l'intérieur de l'institution enseignement, selon les différents types de situations dans lesquels il peut être présent, et
- des institutions de référence, avec lesquelles il est en rapport.
- Est-ce que c'est le même type de Raisonnement (R) qui fonctionne dans ces différentes situations?

proportionnalité, structures itérativo-récurrentes, institutionnalisation. Thèse d'Etat. Université d'Orléans.



- Schéma-2 -

Pour essayer de répondre à cette question nous allons mettre en rapport, chacune des situations avec les domaines sociaux de référence et les institutions, que la notion de Raisonnement semble évoquer, si celui-ci est considéré à l'intérieur des différents types de situations, selon leurs caractéristiques.

Mais, il faut analyser d'abord la classification adoptée sur les situations (d'action, de formulation et de validation), pour étudier après les conséquences qui s'en déduisent pour le fonctionnement du Raisonnement à l'intérieur de chacune des classes.

"Les classifications esquissées ci-dessus pour les types de jeux, les formes de fonctionnement des connaissances et les sortes d'apprentissage, coïncident: elles engendrent une typologie-produit réduite. Il lui correspond trois types de situations qui résument à la fois les interactions sociales (action, communication, validation), les connaissances en jeu (théorèmes en actes, langages, assertions), leur rôle (outil, objet), leur mode d'évolution et d'apprentissage. Chacune propose donc un modèle de structuration du milieu toujours considéré comme environnement." (BROUSSEAU, 1990)

En adoptant cette modélisation, chaque type de situation propose un modèle de structuration du milieu, qui est caractérisée par:

- l'interaction sociale qui la définit
- les connaissances en jeu, et leur rôle dans la situation
- le mode d'évolution et d'apprentissage de ces connaissances

Les premières questions qui se posent, par rapport au Raisonnement sont:

Est-ce que le Raisonnement peut être considéré comme la connaissance mise en jeu, dans chaque type de situation?

Quel est le rôle que le Raisonnement joue selon les différentes interactions sociales qui déterminent le caractère de la situation?

Et encore, quels sont l'évolution et l'apprentissage de ce concept dans les divers types d'échanges avec le milieu?

Les interactions décrites par BALACHEFF (1988), "entre le pôle des connaissances, le pôle langagier et le pôle de la validation ou des types de rationalité qui sous-tendent les preuves produites" montrent déjà des types de rationalité divers selon les preuves, qui se manifestent avec des formulations aussi différentes et qui reposent sur des formes de connaissances diverses. (Voir Tableau

Nous allons poursuivre notre analyse, à l'aide de la modélisation de la théorie de situations, en reprenant séparément les divers types de situations, et en étudiant quel est le fonctionnement possible du Raisonnement, à l'intérieur de chacune de ces situations, en prenant en compte aussi bien les différenciations de BALACHEFF, que celles de ROUCHIER.

nature des conceptions	formulation	validation
pratiques (savoir-faire, théorème-en-acte)	ostension	preuves pragmatiques
	langage de la familiarité	
connaissances comme objet (savoir)	langage fonctionnel	preuves intellectuelles
	formalisme naïf	démonstration
connaissance théorique et reconnue (savoir-scientifique, théorème)		

- Tableau pag. 48 (BALACHEFF, 1988) -

1.2.1. SITUATIONS D'ACTION

Dans les situations d'action, l'élève est considéré comme un sujet qui "agit": ses interactions avec le milieu, sont sans langage ou avec des informations non codées (BROUSSEAU, 1987).

Quel type de Raisonnement sera-t-il mobilisé par l'élève dans ce type des situations d'action, en tant que sujet agissant?

A quel domaine social de référence peut être rattaché "le Raisonnement dans l'action"?

Est-ce que ce fonctionnement du Raisonnement, dans la situation d'action, permet de le considérer comme une connaissance en jeu? Quel rôle joue-t-il?

Si l'élève doit trouver des solutions concrètes aux problèmes posés (le sujet peut être aussi un couple d'élèves coopérant dans l'action), par des actions sur le milieu: il doit mobiliser donc son raisonnement personnel (Raisonnement="activité de la raison") qui lui permettra la prise de décisions par rapport à son action.

Ce raisonnement personnel serait du même type que le R-jugement, que nous avons identifié comme fonctionnant dans les situations comme lieu de décision.

Donc, la Psychologie sera principalement le domaine où ce type de raisonnements est étudié, toujours en considérant le domaine spécifique où les actions sont engagées, dans notre cas les Mathématiques.

La Psychologie, avec toutes ses branches (cognitive, évolutive, génétique, etc.) impliquées dans le fonctionnement du sujet, aussi bien sur la genèse de la connaissance (des structures logiques notamment) que sur les motivations, est l'institution fondamentale de référence de ce type de Raisonnements dans les situations d'action.

Mais nous voyons bien, que cette considération de l'élève en tant que "sujet agissant" (BROUSSEAU, 1989) élargit les domaines de référence avancés dans notre première approche:

- elle ouvre aussi les portes à la Psychiatrie, et aux méthodes de la Psychanalyse, pas seulement dans les cas de dysfonctionnement psychologique, mais dans l'étude des motivations, des refus, etc.; il y a déjà quelques travaux en Didactique des Mathématiques, qui prennent en compte ces apports psychanalytiques, qui semblent pertinents et productifs pour la recherche en Didactique des Mathématiques (C. LAVILLE, J. NIMIER), aussi bien du côté de l'élève que du côté de l'enseignant.

- elle demande aussi de représenter, de prendre en considération la pensée enfantine avec tous ses mécanismes: travail qui a été fait dans le domaine de la psychologie évolutive par PIAGET et ses collaborateurs, dont nous voulons signaler plus précisément H. WERMUS et sa formalisation de la Pensée Naturelle (où la pensée de l'enfant est tout à fait submergée), celle qui nous paraît tout à fait

pertinente aussi en tant que domaine de référence, en complémentarité avec les travaux piagétiens dans ce secteur (études sur la logique naturelle et pré-formelle).

- les différents travaux et contributions faits à la didactique des mathématiques, des approches de psychologie cognitive, (notamment les travaux de G.VERGNAUD, F.CONNE, J.BRUN, ...), se révèlent indispensables aussi pour approfondir dans l'analyse du Raisonnement du sujet "agissant".

Dans quelle mesure, le fonctionnement du Raisonnement décrit ci-dessus, peut s'assimiler à une connaissance à faire évoluer et à apprendre?

Quelle rôle jouerait cette connaissance?

D'après les travaux de VERGNAUD, nous pouvons identifier le Raisonnement mis en jeu dans l'enseignement des Mathématiques, à l'intérieur d'une situation d'action, comme des "connaissances en acte", (BROUSSEAU utilise le terme "modèle implicite") par rapport aux structures logiques, aux déductions, ou aux enchaînements des propositions, etc.; mais toujours en considérant le rôle du Raisonnement, comme un outil qui ne deviendra pas un objet d'enseignement (d'après la terminologie de la dialectique outil-objet, R.DOUDY 1984) par rapport aux connaissances et aux savoirs mathématiques à apprendre: jamais le raisonnement n'a fait partie des contenus des programmes des Mathématiques à enseigner.

1.2.1.1 Concepts, Schèmes, et Connaissances-en-acte

VERGNAUD (1991) signale que "la formation des concepts mathématiques conduit à considérer un concept comme un ensemble d'invariants utilisables dans

l'action"⁵; les théorèmes et concepts en acte explicites, ne "forment que la partie visible de l'iceberg de la conceptualisation: sans la partie cachée formée par les invariants opératoires, cette partie visible ne serait rien."

Et c'est le schème "totalité dynamique organisatrice de l'action du sujet pour une classe de situations spécifiée", le concept fondamental de la psychologie cognitive, qui permet d'expliquer cette formation des concepts, à partir de l'action du sujet: "il est également composé, de manière essentielle, d'invariants opératoires (concepts-en-acte et connaissances-en-acte) et d'inférences" (VERGNAUD, 1991).

Les différents types d'invariants opératoires signalés par VERGNAUD, correspondent aussi à différents types de connaissances-en-acte:

- invariants de type "proposition": "ils sont susceptibles d'être vrais ou faux; les théorèmes en acte sont des invariants de ce type".

- invariants de type "fonction propositionnelle": "ces concepts sont rarement explicités par les élèves alors même qu'ils sont construits par eux dans l'action: ce sont des concepts-en-acte, ou des catégories-en-acte.

Au niveau logique, donc les théorèmes-en-acte coïncident avec une proposition, et les concepts-en-acte avec une fonction propositionnelle.

- invariants de type "argument": dans le sens de la logique classique, argument comme des valeurs, ou des objets a, b, c , instanciations des variables x, y, z, \dots .

Il faut remarquer que dans cette classification donnée par VERGNAUD, les arguments peuvent être des

5. VERGNAUD G.(1991): "La théorie des champs conceptuels", Recherches en didactique des mathématiques, Vol. 10/2.3. La pensée sauvage. Grenoble.

propositions, donc que les fonctions propositionnelles peuvent devenir des arguments.

Par rapport aux inférences, les autres composantes avec les invariants opératoires des schèmes, VERGNAUD signale qu'elles "sont indispensables à la mise en oeuvre du schème dans chaque situation particulière" et "qui permet de générer des suites différentes d'actions et de prises d'information en fonction des valeurs des variables de situation".

En conséquence, dans la R-action que nous avons identifié fondamentalement avec le Raisonnement-jugement du sujet, nous devons aussi prendre en compte toute la description des représentations de la conceptualisation faite par VERGNAUD, et principalement les différenciations entre les types d'invariants opératoires mis en évidence par les théorèmes ou les concepts-en acte, ainsi que le rôle joué par les inférences dans les schèmes productifs des concepts.

Les phrases écrites par BROUSSEAU (1987) peuvent montrer l'importance des théorèmes-en-acte dans les processus d'apprentissage, et de leur analyse pour la didactique des mathématiques:

"L'importance qu'ils (les théorèmes en actes), jouent dans les acquisitions reste un problème largement ouvert, trop souvent abordé de façon trop étroite. Il est certain que ces formes de connaissance ne fonctionnent ni de façon complètement indépendante, ni de façon complètement intégrée pour contrôler les interactions du sujet et du rôle qu'ils jouent dans les acquisitions, c'est un secteur de la psychologie, essentiel pour la didactique, étude à laquelle il prétend d'ailleurs contribuer."

La présente étude, sur les divers fonctionnements du raisonnement dans la relation didactique, prétend aussi être une contribution à cette recherche.

1.2.2. SITUATIONS DE FORMULATION

Les relations de l'élève avec le milieu, dans les situations de formulation "sont des interactions où le sujet agit en émettant un message à l'intention du milieu antagoniste sans que ce message signifie l'intention d'émettre un jugement:... elle sont des échanges d'informations codées dans un langage" (BROUSSEAU, 1987).

L'utilisation d'un langage, avec des informations codées, dans une situation où l'interaction sociale dominante est la communication, introduit-elle des modifications dans le rôle joué par le Raisonnement dans les situations d'action?

Autrement dit, le Raisonnement-formulation diffère-t-il du Raisonnement-action?

Peut-il être considéré comme une connaissance visée, pendant ce type de situations de formulation?

En définitive, quelle place a le Raisonnement dans tout ce processus de communication? Quel est son fonctionnement?

Tout d'abord il faut remarquer que dans la première double définition que nous avons donnée du mot Raisonnement, il désigne aussi bien "l'activité de la raison", que "la proposition qui exprime cette activité", donc nous voyons bien, que c'est ce deuxième sens qui est spécifique, dans les situations de formulation: le Raisonnement en tant qu'explicitation (orale ou écrite) de l'activité mentale exercée, même si les deux processus sont interdépendants.

Il faut signaler que le Raisonnement-activité est condition nécessaire pour que la formulation puisse se produire convenablement, mais il n'est pas suffisant pour arriver à une formulation correcte: les différents langages qu'expriment cette activité, ont leurs propres règles de formation et fonctionnement, différentes

entre elles (selon les langages), et aussi différentes des normes de production de l'activité-même.

Les connaissances visées dans les situations de formulation.

Du point de vue de la psychologie cognitive, VERGNAUD (1991) analyse le fonctionnement de l'activité langagière du sujet, en apportant des précisions très utiles, pour notre étude du Raisonnement-formulation:

"La question se pose pourtant de la fonction des signifiants de la pensée, et de la nature des schèmes qui organisent le traitement des signifiants, en compréhension et en production. Quelles fonctions cognitives faut-il attribuer au langage, et aux représentations symboliques, dans l'activité mathématique? (C'est moi qui souligne)

VERGNAUD, dans la théorie des champs conceptuels, signale une triple fonction cognitive du langage et des autres signifiants:

- "aide à la désignation et donc à l'identification des invariants: objets, propriétés, relations, théorèmes;

- aide au raisonnement et à l'inférence

- aide à l'anticipation des effets et des buts, à la planification et au contrôle de l'action"

Il précise aussi les deux fonctions classiques attribuées au langage -communication et représentation (en différenciant: les représentations des éléments pertinents de la situation, les représentations de l'action, et les représentations des relations entre l'action et la situation)-, avec la fonction d'aide à la pensée.

"Centrons notre attention sur les informations pertinentes et les opérations de pensée, puisqu'elles forment le canevas de l'activité intellectuelle:

- les informations pertinentes sont exprimées en termes d'objets (arguments), de propriétés et de

relations (fonctions propositionnelles), de théorèmes et (propositions)

- les opérations de pensée en termes de sélection des informations, d'inférence, d'acceptation ou de refus des conséquences, et aussi en termes d'annonce des opérations à faire, des résultats ou des buts à atteindre, de décomposition en étapes de processus de traitement: "je fais ceci, et puis cela, alors j'aurai ça, etc..."

Ces opérations de la pensée, décrivent ce que nous avons désigné comme Raisonnement-activité, au début de ce paragraphe, et l'expression des informations pertinentes serait prise en charge par le Raisonnement-formulation.

En Mathématiques, les langages en jeu dans l'enseignement, sont aussi bien les Mathématiques elles-mêmes en tant que langage formalisé avec ses propres règles de fonctionnement et de codification, que la langue naturelle, plus tout type de représentations graphiques utilisées (graphes, tableaux, dessins, etc.).

Sur les interactions, les rapports, de ces langages, dans l'enseignement des Mathématiques, il faut signaler les travaux de C. LABORDE, ZAWADOSKI, VAN DERMOLEN, entre autres, qui montrent bien la nature de ces nouvelles connaissances (les langages) mises en jeu dans les situation de communication, et les difficultés que la co-présence de ce double langage produit dans l'enseignement.

BALACHEFF (1988) signale l'inter-relation existante entre le pôle langagier et les pôles des connaissances et de la validation:

- l'ostension et le langage de la familiarité seraient des langages liés à la situation, donc à l'action du sujet qui mobilise des conceptions pratiques, des savoir-faire, des théorèmes en acte, et

ils seraient aussi les langages employés dans les processus de validation portant sur des preuves pragmatiques

- le langage fonctionnel, puis le langage formel, seraient associés aux connaissances et aux savoirs qui fonctionnent dans la situation, mais qui exigent leur décontextualisation, en tant qu'expression des preuves intellectuelles et/ou démonstrations.

En conséquence, d'après ces distinctions l'ostension et le langage de la familiarité, sont le type de formulation utilisée par les élèves pour expliciter les R-action, ainsi que les preuves pragmatiques; tandis que le langage fonctionnel ou formel, sont décontextualisés et ils mobilisent des connaissances et des savoirs explicites, étant utilisés principalement dans leurs processus de validation à partir des preuves intellectuelles ou des démonstrations, donc il s'agit de R-formulation exigé en mathématique, par rapport aux connaissances ou aux savoirs visés, ou du R-validation si le R-formulation est engagé dans un processus de validation.

En résumé: nous avons montré comment le Raisonnement-formulation, ne coïncide pas avec le Raisonnement-action: celui-ci étant le "moteur" producteur de décisions, d'actions, de solutions, etc, ne prend pas en charge l'expression des résultats qu'il produit et a un fonctionnement différent, avec ses propres règles de fonctionnement en tant que langage, mais qui contribue étroitement au développement du R-action.

Les domaines sociaux de référence pour le Raisonnement-formulation, sont en conséquence, les Mathématiques, ainsi que la Logique formelle (considérée aussi bien dans les domaines de la Philosophie, comme dans la Logique Mathématique), la Linguistique avec ses différentes branches, mais aussi des études didactiques des interactions des différents

langages, notamment de la langue naturelle dans les Mathématiques, ainsi que les approches de psychologie cognitive, sur l'activité langagière du sujet .

Mais cette formulation des raisonnements -le Raisonnement-formulation-, est-elle considérée dans l'enseignement comme une connaissance, ou comme un savoir à enseigner?

Le rôle. Le mode et l'évolution de l'apprentissage.

Même en considérant toujours ouverte la question avec laquelle nous venons de finir le sous-paragraphe, nous avançons quelques hypothèses de travail, que peuvent nous aider à continuer notre analyse.

H1. Le Raisonnement-formulation est visé dans l'enseignement, en tant qu'outil nécessaire pour l'apprentissage des Mathématiques, dans le domaine de la formulation, de l'expression et communication des raisonnements mathématiques.

H2. Sauf dans des moments très précis - notamment dans la période de la Réforme de l'enseignement des Mathématiques, avec l'introduction des "Mathématiques Modernes" -, ou d'expériences didactiques ponctuelles, cette considération suppose une identification-réduction du Raisonnement-formulation, aux Raisonnements mathématiques à formuler, et en conséquence il n'y a pas une explicitation de ces Raisonnements comme connaissances ou savoirs spécifiques à viser dans l'enseignement, donc ils ne sont pas objet direct d'enseignement.

H3. En conséquence le mode d'apprentissage et son évolution sont identifiés à ceux des raisonnements mathématiques.

1.2.3. SITUATIONS DE VALIDATION

Dans la situation de validation, les relations d'un élève avec le milieu sont considérées par G. BROUSSEAU

(1987) comme des échanges de jugements: "Il existe enfin des interactions telles que les messages échangés avec le milieu sont des assertions, des théorèmes, des démonstrations, émises et reçues comme telles"

Ces considérations suscitent de nouvelles questions, par rapport au Raisonnement:

Est-ce que le Raisonnement a un rôle spécifique à jouer, conséquence des jugements produits à l'intérieur d'une situation de validation, dans l'enseignement des Mathématiques?

Quel est le fonctionnement du Raisonnement, quand les élèves se trouvent dans ce type de situations?

Si un échange des jugements doit avoir lieu, un double processus est nécessaire: que les élèves produisent ces jugements, et après qu'ils soient capables aussi d'évaluer les jugements élaborés par les autres élèves de la classe.

Nous avons vu comment l'encyclopédie Universalis, identifie les concepts "raisonnement" et "jugement", en tant "qu'une certaine activité de l'esprit", et par ailleurs cette activité de production de jugements est reconnue socialement comme la caractéristique plus déterminante des Raisonnements; et c'est dans les situations de validation que le Raisonnement-production de jugements est assimilé au sens qui socialement est assigné au mot raisonnement, tout court: valider, prouver, montrer...BALACHEFF a déjà signalé cet amalgame de sens, dans la pratique de l'enseignement, qui masque différents processus qu'il faut distinguer et préciser, travail qu'il a accompli dans sa thèse (1988).

La définition du processus de validation introduite par BALACHEFF (1988), nous offre une première identification pour notre terme R-validation: "Activité intellectuelle, la plupart du temps non explicite, de manipulation d'information pour, à partir de données, produire de nouvelles informations, lorsque

sa finalité est d'assurer la validité d'une proposition et éventuellement produire une explication", c'est-à-dire le raisonnement qui a comme finalité d'assurer la validité d'une proposition.

Mais implicitement, toutes ces activités de validation, supposent aussi la prise en considération de plusieurs sujets en interaction constante, en exerçant la double activité d'émetteurs et récepteurs de jugements, ce qui introduit une autre différentiation importante pour le R-validation: le R-validation établi individuellement ou collectivement; c'est-à-dire distinguer le moment où l'élève cherche ou élabore individuellement des preuves, et le moment où celles-ci sont confrontées collectivement.

Cette confrontation collective, a commencé à être analysée par BALACHEFF, à partir de l'étude du rôle de la classe comme communauté scientifique de référence pour la validité des productions des élèves.

Etant donné que ce processus de validation se déroule dans des situations didactiques, qui débordent le cadre du fonctionnement a-didactique abordé dans ce chapitre, nous y reviendrons pour continuer l'analyse commencée, dans le chapitre 3, où les distinctions entre le fonctionnement didactique, a-didactique seront approfondies.

Les définitions et précisions, que BALACHEFF a introduite entre preuve, explication et démonstration, ainsi que les différents types de preuves décrites, montre déjà quelques aspects de la complexité engagé par le fonctionnement du Raisonnement dans les situations de validation.

Les domaines de référence

Tous les jugements produits doivent être conformes aux normes spécifiques des domaines où ils sont élaborés: chaque domaine de référence a ses propres règles de production et de validation des

raisonnements, des jugements; mais il existe aussi certaines règles générales d'inférence, de déduction, du côté de la Philosophie, du côté de la Logique Formelle, qui sont communes à tous les domaines scientifiques.

Pour l'enseignement des Mathématiques, la validation doit être faite toujours en référence aux savoirs mathématiques en jeu, mais elle doit aussi prendre en compte la Logique (discipline qui constitue le domaine d'étude des arguments logiques et de leur validité).

Il ne faut pas oublier que notre analyse porte sur les élèves qui fonctionnent à l'intérieur d'une situation de validation, donc il faut prendre en considération les structures logiques des élèves, en tant que sujets-psychologiques producteurs et censeurs de jugements: ce qui nous renvoie à nouveau aux domaines de la Psychologie, et des études sur la Pensée Naturelle, parce que des nombreuses précisions s'imposent si ces sujets, ne sont pas arrivés au bout de leur développement cognitif, notamment des structures logiques.

Les travaux de recherche en didactique, notamment les travaux de BALACHEFF, ainsi que ceux de G.ARSAC et le groupe "problème ouvert" de l'IREM de Lyon, et du groupe "apprentissage du raisonnement" de Grenoble, constituent aussi un domaine de référence obligé pour l'étude du Raisonnement-validation.

Le Raisonnement-validation, est-il une connaissance visée explicitement, dans les situations de validation?

Les connaissances en jeu, dans les situations de validation:

"Les formes de connaissances qui permettent de "contrôler" explicitement les interactions du sujet relatives à la validité de ses déclarations, sont

principalement ses savoirs exprimables et reconnus comme tels par le milieu. Ils sont organisés en théories, en démonstrations et définitions bien déterminées sous leur forme culturelle la plus achevée." (BROUSSEAU, 1987)

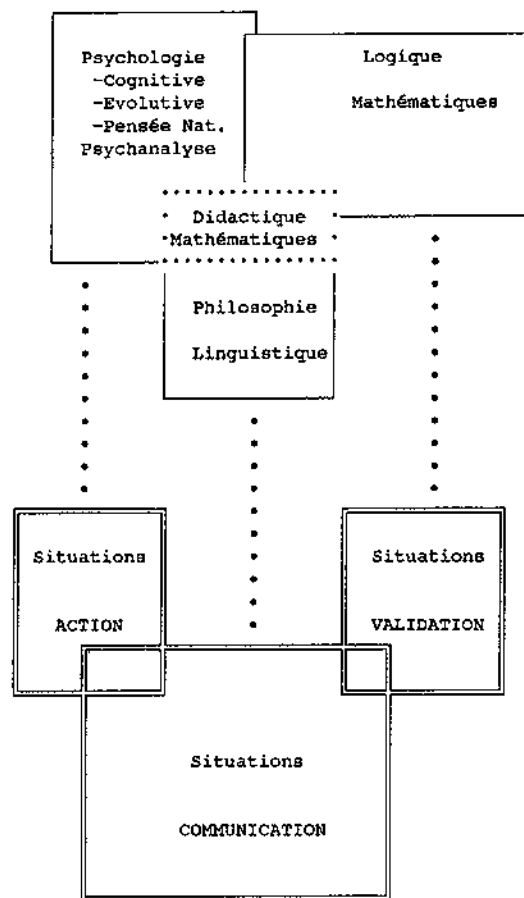
Est-ce que le Raisonnement-validation, peut être considéré en tant que "savoir"?, en tant que "connaissance"?

Il faut prendre en compte dans la question précédente, pour pouvoir y répondre, les mots "savoir" et "formes de connaissances" avec les caractéristiques qui leur sont attribuées, par l'auteur:

- Savoirs: - exprimables
 - reconnus comme tels par le milieu
 - Formes de connaissances organisées:
 - théories
 - démonstrations
 - définitions
 - précises, et achevées culturellement

"La distinction entre un savoir et une connaissance tient d'abord à leur statut culturel; un savoir est une connaissance institutionnalisée, le passage d'un statut à l'autre implique toutefois des transformations qui les différencient et qui s'expliquent en partie par les relations didactiques qui se nouent à leur propos." (BROUSSEAU, 1987)

DOMAINES SOCIAUX-CULTURELS DE REFERENCE



- Schéma-3 -

D'après ces précisions, si le savoir est une connaissance institutionnalisée (reconnu comme tel), et qui doit être exprimable, est-ce que le Raisonnement-validation est (ou pourrait-il être) "exprimable"?, est (ou pourrait-il l'être) "institutionnalisé"?

Est-ce que le Raisonnement est une connaissance visée, ou peut être considéré comme tel, dans une situation de validation, dans l'enseignement des Mathématiques?

Pour pouvoir caractériser le rôle que joue le Raisonnement-validation: outil ou objet, il faut d'abord trouver quelques réponses aux questions précédentes, nous y reviendrons dans le chapitre 2 et 3.

CONCLUSIONS DU CHAPITRE-1

C1. La recherche "classique", dans les savoirs encyclopédiques, à propos des précisions sur le mot Raisonnement, n'a pas apporté les renseignements nécessaires pour pouvoir présenter la problématique, que l'analyse de son fonctionnement à l'intérieur de l'enseignement, suscite.

C2. Une première analyse didactique s'est révélée nécessaire pour identifier:

- le fonctionnement du Raisonnement dans l'enseignement, et
- les domaines sociaux de référence (ou les institutions culturelles) dans lesquels le fonctionnement décrit peut être étudié et analysé.

C3. Nous avons adopté la modélisation de la Théorie de Situations, proposée par G. BROUSSEAU (1985); mais avec les apports et les précisions que l'auteur a faits à partir de l'approche anthropologique de Y. CHEVALLARD (et plus précisément de l'article "Le concept de rapport au savoir) (1989).

C4. Ce travail nous a conduit d'abord à examiner le rôle joué par le Raisonnement à l'intérieur des différents types de situations a-didactiques, qui simulent - dans la modélisation de la Théorie de Situations (BROUSSEAU, 1990) - les rapports institutionnels, plus généraux, de l'enseignement et les institutions culturelles impliquées.

C5. Le schéma-3, montre cette double représentation, en faisant l'hypothèse que la connaissance en jeu, est le Raisonnement, avec toutes les contraintes que ceci puisse entraîner (et qui ont été ébauchées pendant tout le Chapitre).

C6. Dans les trois types de situations a-didactiques, le Raisonnement est un outil pour l'enseignement des Mathématiques.

C7. Cet outil fonctionne différemment à l'intérieur de chaque type de situations: action, formulation, validation, ce qui nous a fait adopter les dénominations de "Raisonnement-action" (R-a), "Raisonnement-formulation" (R-f), "Raisonnement-validation" (R-v), pour chacun des fonctionnements identifiés.

C8. Le Raisonnement-formulation et le Raisonnement-validation sont co-substantiels à la nature même des situations; c'est la communication (formulation), et la validation (jugement) des raisonnements mathématiques, ce qui implique:

- les raisonnements mathématiques eux mêmes: leur production, leur formulation, et leur validation

- la formation de propositions formelles, les règles d'inférence, de déduction

- la pensée naturelle de l'enfant comme encadrement psychologique, de tous les raisonnements précédents.

Mais dans l'enseignement des Mathématiques, leurs productions sont - dans la plupart de cas -, identifiés avec la formulation ou la validation des raisonnements

mathématiques, ce qui suppose une réduction assez notable des fonctionnements analysés.

C9. Le Raisonnement-action, n'étant que le moteur des actions ou décisions, même des autres deux types de Raisonnement, il ne peut être interprété, qu'à travers ses productions: des actions, des décisions, ou encore des raisonnements mathématiques.

Les conclusions précédentes, laissent ouvertes beaucoup de questions - certaines ont été déjà posées dans le cours de ce premier Chapitre -, mais nous voulons retenir les suivantes:

Parmi tous les différents fonctionnements du Raisonnement, que nous venons de prévoir pour le fonctionnement a-didactique des situations:

- qu'est-ce-qui peut être géré par le maître, à l'intérieur d'une situation didactique?

- quels problèmes peut-il avoir (ou qu'il y a, en fait) dans cette possible gestion?

- qu'est-ce que l'enseignement, et plus concrètement l'enseignement des Mathématiques, doit prendre en charge "officiellement"?

- quelles sont les exigences "officielles" (instructions, textes, etc...) de référence qu'ont les maîtres, pour leur gestion?

Autrement dit, quelle est la "face visible" que l'enseignement - en tant qu'institution - montre de manière publique, par rapport aux divers types de Raisonnements?

CHAPITRE-2. LES RAPPORTS "OFFICIELS",
RELATIFS AU RAISONNEMENT, DANS L'ENSEIGNEMENT.

2.1. LES RAPPORTS "OFFICIELS": FACE VISIBLE DE
L'INSTITUTION ENSEIGNEMENT.

2.1.1 EVOLUTION HISTORIQUE DU SAVOIR RAISONNEMENT, DANS
LE CURRICULUM DU SYSTEME D'ENSEIGNEMENT:
LES PROGRAMMES DES ECOLES PRIMAIRES ELEMENTAIRES.

Nous allons procéder à une analyse des programmes officiels concernant l'enseignement des Mathématiques depuis 1947, jusqu'aux dernières instructions de 1987, encore en vigueur aujourd'hui, pour montrer quel a été le traitement donné au RAISONNEMENT dans le curriculum officiel du système enseignement, en essayant de l'identifier aux différents types de RAISONNEMENTS présentés précédemment.

C'est-à-dire que nous analyserons les programmes de 1947, de 1970, de 1977 (1978, 1980 selon le cycle) et de 1987, concernant l'enseignement des Mathématiques, en regardant dans chacun d'entre eux les objectifs et la méthodologie suggérée pour les obtenir (même s'ils ne sont pas explicités sous une rubrique propre), les programmes et les commentaires qui les accompagnent.

A partir de cette analyse, nous tirerons des conclusions par programme, et nous réaliserons aussi une étude comparative entre eux.

I.- Arrêté du 24 juillet 1947.

Composition: Petite introduction de quelques lignes, les programmes par cours sous la rubrique "CALCUL" (sauf pour le cours supérieur, facultatif, qui est "ARITHMETIQUE"), et les commentaires avec des suggestions pour le développement du programme, par cours aussi.

a) Objectifs et méthodologie

Dans une petite introduction, avant le développement des programmes proposés, nous pouvons observer les objectifs qui pourraient être considérés comme ceux de cette période scolaire, "la formation des bonnes habitudes", parmi lesquelles sont considérés explicitement "la propreté, l'ordre, l'exactitude, la politesse, etc."

Une esquisse de méthode est également proposée:

"Comme à l'école maternelle, les divers exercices font appel à l'activité spontanée. Ils ont pour but de faire acquérir les premières connaissances usuelles et surtout d'amener les enfants à observer, à comparer, à questionner et s'exprimer".

b) Programmes

Dans le développement des programmes par cours, ANNEXE- I.- 2.2.1.) il n'y a aucune référence explicite que puisse être reliée ou interprétée comme application de la méthode proposée dans l'introduction, à l'exception de "la recherche de l'aire d'un polygone quelconque par décomposition en triangles rectangles, et en trapèzes rectangles", que nous trouvons proposée dans le programme du cours supérieur, qui était facultatif et qui ne pouvait exister que dans des écoles ayant plus de quatre classes. Et même dans cette activité de recherche proposée, une méthode de résolution est déjà suggérée.

En regardant seulement les programmes, c'est vraiment difficile de trouver où pouvoir appliquer le processus proposé, parce que même la référence à de possibles exercices ou problèmes à réaliser porte la qualification des "concrets" par rapport à une opération ou activité données.

Ex: Au C.P. "Exercices et problèmes concrets d'addition, de comparaison et de soustraction (nombres d'un chiffre, puis de deux chiffres), de multiplication et de division par 2 et 5."

Au cours moyen "Problèmes sur le mouvement uniforme comportant un seul mobile (les données et les résultats seront des nombres simples)" ou "Problèmes sur les placements à court terme" et même les types de problèmes proposés, extraits de la vie courante, sont suggérés pour être "traités oralement ou par écrit, avec éventuellement, usage du calcul mental ou rapide", ce qui laisse supposer une absence de complexité du côté de la démarche de résolution et des données, au moins pour les problèmes oraux, pour pouvoir être traités mentalement et rapidement, ou simplement oralement.

c) Commentaires officiels

Etant donné que les programmes de 1947, représentaient une réforme par rapport aux programmes de 1923 et 1938, "essentiellement pour l'enseignement de l'histoire, de la géographie, du calcul et des leçons des choses", nous avons voulu analyser les commentaires officiels jugés comme "non inutiles", dans l'arrêté ministériel, pour examiner si dans ces commentaires il y avait des suggestions en rapport aux raisonnements des élèves, tout au moins au processus d'apprentissage proposé.

La volonté de réforme, est exprimée dans des phrases comme celles-ci "ces enseignements ont pour but de donner aux élèves des connaissances utiles; mais plus encore, ils doivent leur faire acquérir de bonnes habitudes intellectuelles et les protéger contre le verbalisme qui est un fléau"; "les liens étroits entre les diverses questions à étudier, le changement désiré dans la méthode et les procédés d'enseignement, imposent un commentaire détaillé de ce programme".

La méthode proposée reprend les principes déjà énoncés dans les instructions de 1923 et 1938 à propos du rôle principal que l'observation doit avoir dans l'enseignement: "partout, l'opération manuelle doit

précéder l'opération arithmétique; l'expression du langage courant doit précéder l'expression du langage mathématique...Ce sont des faits sur lesquels il faut s'appuyer-et, nous ajouterons, ce sont des faits auxquels il faut appliquer-les calculs, les idées..."

La totalité des commentaires méthodologiques et de sélection des contenus, faite sur la numération, les opérations et leur usage, les nombres décimaux, les fractions ou la géométrie, que je ne vais pas analyser en détail, sont justifiés dans ce résumé final:

"Calculer vite et bien reste son objectif principal (de l'enseignement des mathématiques). Ce but utilitaire explique la place de choix donnée à l'étude des nombres entiers et des nombres décimaux-qui suffisent aux problèmes de la pratique courante- et la place réduite laissée aux fractions ordinaires. L'apprentissage du calcul numérique prend appui sur les faits de la vie réelle. Enfin à aucun moment, on n'a recours au raisonnement déductif, abordable seulement par des adolescents. Les enfants de l'école primaire pourront constater des propriétés curieuses des nombres et des opérations; le maître ne se préoccupera pas de les justifier; il les considérera seulement comme des matériaux qui pourront être utilisés plus tard".

CONCLUSIONS

La récapitulation des divers aspects observés dans la formulation des programmes et des commentaires, nous amène aux conclusions suivantes:

A aucun moment on n'a recours au raisonnement déductif (c'est explicite).

Les propriétés ("curieuses") des nombres et des opérations seront constatées par les élèves.

La seule observation ou manipulation des objets ou des faits de la vie réelle, de la vie courante, ou des objets mathématiques (nombres, signes, symboles, etc.) ou géométriques (figures, solides, etc), doivent offrir

l'information suffisante pour la constatation des propriétés qu'ils ont.

Le maître ne justifiera pas ces propriétés (les élèves non plus).

Donc par rapport à la considération du RAISONNEMENT comme processus de validation, nous constatons qu'il y a une absence complète de demande ou d'exigence, envers les élèves et chez le maître, des preuves intellectuelles, seule l'ostension trouve une place dans ces procédés méthodologiques: l'observation est la base de tout apprentissage, ce qui suppose une interprétation empiriste de l'apprentissage.

Il pourrait être possible aussi, que dans certains moments les preuves pragmatiques comme l'empirisme naïf ou l'exemple crucial puissent être invoqués par le maître ou par l'élève; mais étant donnée l'absence de justification explicite des propriétés conseillée officiellement, et la simplicité proposée pour les problèmes -plutôt exercices d'application mécanique des courtes démarches de résolution apprises-, il ne paraît pas très probable qu'elles soient souvent mobilisées, demandées ou utilisées. Tout au moins il n'y a aucune référence explicite à ce type de preuves, dont la filiation par rapport aux preuves intellectuelles et à la démonstration, a été mise en évidence par BALACHEFF (1988).

Par rapport au RAISONNEMENT-formulation, aucune demande ni prise en compte n'apparaît explicite, non plus. Il est indiqué que "l'expression du langage courant doit précéder l'expression du langage mathématique"; mais on ne trouve nulle part comment ce processus, ce passage peut être fait.

Il y a aussi un appel "à faire acquérir aux enfants de bonnes habitudes intellectuelles et les protéger contre le verbalisme qui est un fléau", mais encore une fois nous ne trouvons pas la trace de ce conseil au cours des commentaires sur le développement des programmes.

II.- Arrêté du 2 janvier 1970.

Composition: Le programme pour l'enseignement des Mathématiques dans les classes élémentaires (dans une annexe), une introduction aux commentaires sur le programme où figurent: les objectifs, le changement de nom pour la matière à enseigner - il s'agira des "Mathématiques" pas de "Calcul"- et l'annonce d'une réforme plus profonde, et les commentaires - non par niveau, mais par thème- du programme.

a) Objectifs

Dans l'introduction aux commentaires des programmes de 1970, se trouve l'expression de la conception de l'enseignement élémentaire qui supporte cette nouvelle réforme: il doit contribuer au meilleur développement intellectuel de tous les enfants, pour qu'ils puissent affronter la nouvelle prolongation de la scolarité obligatoire.

Cette conception de l'enseignement élémentaire se traduit par un objectif global en mathématiques: "préparer les élèves à la vie active et professionnelle", lequel se traduit par un double enjeu pour les maîtres. Le premier consiste à faire acquérir aux enfants les techniques de résolution des problèmes dits "de la vie courante" et le second "d'assurer une approche correcte et une compréhension réelle des notions mathématiques liées à ces techniques".

Un schéma méthodologique pour l'obtention de ce double objectif est proposé:

- partir des situations familières
- de l'observation
- et de l'analyse
- dégager des concepts mathématiques
- dans des situations variées
- reconnaître ces concepts mathématiques
- et les appliquer

"de s'assurer ainsi la maîtrise d'une pensée mathématique disponible et féconde".

Cette démarche méthodologique "faite d'actions et de réflexion", basée sur "la reconnaissance des analogies en dépit des différences" est supposée -explicitement- être basée sur les progrès dans la connaissance du développement cognitif de l'enfant. Ces progrès montreraient "tout le bénéfice qu'il [l'enfant] peut retirer d'un tel enseignement pour l'ensemble de sa formation".

La rénovation qui découle des objectifs et de la méthodologie qui accompagnent les nouveaux programmes, qui sera aussi confirmée dans les commentaires, est considérée comme très importante et demandant une préparation supplémentaire pour les maîtres, laquelle ne peut pas être donnée tout simplement dans les programmes, même dans les commentaires.

b) Les programmes

Ils ont un caractère provisoire, annoncé dans l'introduction des commentaires.

Cette précarité est due à la difficulté prévue dans la mise en oeuvre d'une rénovation totale et désirée des programmes d'un enseignement, qui serait accessible à tous les élèves: "Mais la mise en oeuvre d'un tel enseignement suppose que tous les maîtres aient pu y être préparés et demande, de ce fait, un certain délai".

En conséquence, "il a paru indispensable de prendre des mesures provisoires partielles et sans doute modestes mais immédiatement applicables". Parmi celles-ci, nous en trouvons deux qui sont en rapport avec les programmes:

la nouvelle désignation pour la matière du programme par le terme "Mathématiques" (déjà signalée précédemment), qui déplace l'importance et le souci

attachés au Calcul, vers l'activité mathématique tout entière, y compris

"alléger substantiellement les programmes et en donner une rédaction différente" ce qui doit "inviter les maîtres à réfléchir sur le contenu mathématique de leur enseignement"

Dans la rédaction des programmes les trois niveaux: cours préparatoire, cours élémentaires, cours moyens, sont conservés.

Une analyse des programmes proposés pour la rentrée de 1970, nous offre une liste minimale de contenus très généraux, qui n'apportent pas d'emblée de renseignements sur le rapport entre ces contenus proposés et les objectifs visés, ou la méthodologie.

Les problèmes par exemple, toutes les références aux divers types de problèmes extraits de la "vie courante", ont disparu comme contenu explicite qui figurait dans le programme. Il n'y a pas non plus de verbes qui puissent spécifier le traitement donné au contenu proposé, comme par exemple "chercher", "découvrir", même "appliquer", ou "utiliser"... , sauf dans le cours préparatoire où sont proposées des activités de classement, et de rangement, et par rapport aux nombres, nommer, écrire, comparer.

La rédaction des programmes si elle est générale, bien que supposée allégée par rapport à celle de 1947, ne présente pas de variations significatives en relation avec celle-ci, à l'exception du cours préparatoire, dont la rédaction du programme est qualitativement différente pour l'année 1970 et pour 1947. Dans la nouvelle proposition, les activités pré-numériques et numériques de l'enfant sont l'essence - pour l'acquisition des nombres-, tandis que dans la précédente, c'étaient les premiers nombres eux-mêmes qui figuraient dans le programme, bien que dans les commentaires qui précisent aussi le rôle des activités

diverses pour la reconnaissance des petits nombres, ne soient pas repris dans les programmes .

c) Commentaires officiels

Ces commentaires sont faits par thème du programme et non pas par niveau.

Ils sont supposés être une aide pour les maîtres, et "se proposent seulement de les éclairer sur l'esprit dans lequel il est souhaitable d'enseigner les mathématiques à l'école primaire". Ils ne sont pas exhaustifs, mais abordent seulement les questions dont la présentation doit être renouvelée.

Un premier commentaire vise tous les contenus: l'enseignement des mathématiques à l'école primaire demeure résolument concret, "en dépit de son désir d'être une approche, la plus correcte et la plus précise possible de quelques concepts fondamentaux, abstraits par nature".

Le but principal de ces commentaires est de montrer comment les différents thèmes peuvent être abordés grâce à une nouvelle méthodologie, basée sur l'action et la réflexion des enfants, dans un processus d'abstraction de la notion visée (voir le paragraphe des Objectifs et méthodologie).

Cette nouvelle approche produit, dans les différents thèmes, les innovations suivantes:

1) Nombres et opérations

Le nombre naturel: une propriété attachée à des ensembles.

Ceci implique l'acquisition du nombre comme classe des ensembles équipotents. On demandera aux élèves de pratiquer des activités de classement, et de rangement des objets, de mise en correspondance d'ensembles, avec des matériels divers (manipulation). Et à partir de la réflexion guidée des activités réalisées, l'enfant doit dégager (par transfert des analogies observées) le concept visé.

"Numération": nommer et écrire un nombre naturel avec un nombre limité de signes.

"L'activité de base est le groupement des objets d'un ensemble selon un certain mode. Une telle activité s'impose d'elle-même dès que les ensembles ont "beaucoup" d'objets".

Les opérations: distinction entre "les deux opérations fondamentales, l'addition et la multiplication, qui donnent à l'ensemble de ces nombres [les nombres naturels] sa structure algébrique propre" et les autres opérations rattachées à celles-ci, "la soustraction, la division exacte et la division euclidienne (c'est-à-dire avec reste pouvant être différent de zéro)".

Remarques: "les opérations ne portent que sur des nombres (et non sur les objets ou les ensembles que ces nombres qualifient)". "Il est tout aussi important que les enfants reconnaissent les situations auxquelles correspondent ces opérations".

Mention explicite aux langages courant et mathématique utilisés dans la réalisation des différentes opérations: on peut utiliser les deux dans la classe, mais il faut les distinguer.

Les tables: "aux tables traditionnelles, on préférera des tables de Pythagore construites par les élèves avec des nombres divers (sans oublier les lignes et colonnes qui comprennent 0 et 1)."

"La construction de telles tables facilite l'apprentissage et la mémorisation de sommes et des produits indispensables au calcul."

Les propriétés des opérations: "le fait de pouvoir désigner et calculer un nombre de plusieurs façons différentes est une conséquence des propriétés essentielles de l'addition et de la multiplication: commutativité et associativité de l'addition et de la multiplication, distributivité de la multiplication par rapport à l'addition."

"Il n'est nullement question de nommer de telles propriétés au niveau élémentaire. Mais il est important de faire en sorte que les enfants les utilisent de façon naturelle et familière parce qu'elles sont à l'origine de tous les modes de calcul: calcul mental et techniques usuelles."

Les techniques opératoires et le calcul mental: "les techniques usuelles concernant les opérations doivent être parfaitement connues."

"Elles seront d'autant mieux acquises que les enfants, au lieu de les apprendre de façon purement mécanique, les auront découvertes par eux-mêmes comme synthèses d'expériences effectivement réalisées, nombreuses et variées."

Les élèves seront entraînés à la pratique du calcul mental au cours duquel on s'attachera à mettre en oeuvre les propriétés fondamentales des opérations et leurs conséquences simples (additionner ou soustraire une somme ou une différence, multiplier une somme ou une différence par un nombre).

"La valeur éducative des exercices du calcul mental réside tout autant dans la manière de conduire le calcul que dans sa rapidité."

Opérateurs, tableaux de nombres: la correspondance, terme à terme, qui associe deux listes de nombres naturels en utilisant une relation numérique constante, est un opérateur et peut être mis en évidence à l'aide d'un tableau.

L'introduction des opérateurs et des tableaux est une nouveauté dans l'enseignement élémentaire, qui va remplacer les exercices numériques classiques et la résolution traditionnelle des problèmes dits de la "vie courante" (proportionnalité, mouvement uniforme, règle de trois...), par la recherche des relations numériques et notamment l'utilisation des tableaux qui les représentent.

Les fractions aussi seront présentées à partir de la notion d'opérateur.

Les problèmes: "il y a un problème si, connaissant un certain nombre d'informations concernant une situation, on se propose de déduire de ces informations des renseignements non explicités initialement".

Les problèmes -numériques ou pas-sont considérés comme l'activité privilégiée où "s'affermir la pensée mathématique des élèves et ils prennent mieux conscience du pouvoir qu'elle leur donne sur le monde extérieur": "ils doivent apprendre à passer d'une situation à un schéma mathématique qui la décrit; inversement, un bon exercice consiste à imaginer des situations décrites par un schéma donné."

La démarche proposée pour la résolution d'un problème, coïncide avec la méthodologie proposée dans l'introduction pour la réalisation des objectifs visés:

- analyser les informations données
- dégager de situations élémentaires
- les schématiser, pour
- mettre en évidence les relations mathématiques qui les décrivent
- utiliser ces relations et leurs propriétés
- en déduire les renseignements cherchés.

Exercices d'observation et travaux sur des objets géométriques

Considération de l'espace physique et des objets qui le peuplent, comme "une matière sur laquelle la pensée mathématique a bien des occasions de s'exercer. Ces exercices doivent, en même temps, aider l'enfant à s'adapter à ce milieu".

"Les exercices géométriques proposés, font appel, non seulement à l'observation, mais aussi à l'activité manuelle qui soutient, complète l'observation et l'étude des situations et des choses".

On propose des démarches mathématiques analogues à celles du domaine numérique: elles doivent "porter sur la découverte de propriétés, les classements selon telle ou telle propriété, l'étude de relations sur un objet ou entre des objets".

Les résultats de ces recherches seront utilisés par les enfants en travail manuel pour construire différentes objets géométriques (figures, polyèdres, etc).

Il faut remarquer que pour cette partie-là, il n'y a qu'une seule page de commentaires, en comparaison des quinze pages sur la partie numérique et des cinq pages sur la partie sur la mesure.

Signaler aussi que "la matière de ces deux derniers paragraphes [géométrie et mesures], abordée dans une perspective expérimentale, sera donc largement empruntée aux activités d'éveil".

ii) Mesures

Les enfants connaissent différentes acceptions du mot mesure dans la langue usuelle, courante, qu'il est important de distinguer. Mais la signification mathématique du mot "mesure" devra être introduite.

Parmi les différentes acceptions prises en compte dans les commentaires: l'association des nombres à des objets -ce qui est fait dans la vie courante- (ex: un lit de 90, une feuille de 21x27...), l'idée d'échelle (la température, la pointure des chaussures, etc), l'utilisation du vocabulaire des fractions.

Le processus proposé, pour créer la signification mathématique de "mesure":

- offrir aux enfants un vaste champ d'expériences
- les amener à comparer
- dégager l'idée que de nombreuses comparaisons peuvent s'exprimer en utilisant des nombres (en fonction d'une unité choisie)

- faire mesurer des objets avec des unités différentes (la présentation des comptes rendus d'expériences en tableaux, est suggérée dans ce paragraphe des commentaires)

- faire communiquer les résultats: la nécessité de la communication des résultats amènera les enfants à une réflexion sur les unités

- accepter et utiliser les unités légales pour résoudre les problèmes de communication

CONCLUSIONS

C1.- Ces programmes comportent une volonté profonde de réforme, exprimée déjà avec le changement de nom de la matière à enseigner: il s'agit des Mathématiques, non pas du Calcul.

C2.- Cette réforme est basée sur la connaissance du développement psychologique de l'enfant (emprunté notamment des travaux de PIAGET et ses collaborateurs), et sur les travaux d'innovation engagés déjà sur cette voie dans le domaine de l'enseignement des mathématiques.

C3.- Dans les programmes, s'exprime de façon explicite la conscience de la difficulté que cette réforme va entraîner, surtout la préparation des maîtres, ce qui demande un certain délai dans la mise en route de la réforme totale envisagée.

Dans cette période de transition il faudra donner aux maîtres, les informations suffisantes (psychologiques, méthodologiques, etc.) pour pouvoir y parvenir.

C4.- Des mesures provisoires sont déjà présentées dans l'arrêté de janvier de 1970, celles-ci visent à alléger les programmes et elles veulent aussi être une invitation, pour les maîtres, à la réflexion sur les contenus des mathématiques et de leur enseignement.

C5.- Les "aides" proposées aux maîtres sont contenues dans les Commentaires: ceux-ci n'étant pas

des cours de Mathématiques, mais un nouvel "esprit" dans lequel l'enseignement des Mathématiques doit se dérouler.

C6.- Les Commentaires proposent des démarches méthodologiques basées sur l'action et la réflexion (et donnent quelques exemples), qui permettront à l'enfant de construire son propre savoir.

C7.- Ces démarches méthodologiques sont inspirées d'une conception empiriste de la genèse de la connaissance: c'est par l'observation (répétée) de la réalité (variée) de sa lecture et de son interprétation, que les enfants, par analogie, vont "découvrir" le savoir.

C'est-à-dire:

la "réalité" est la source des connaissances (il faut agir sur le concret)

il faut offrir à l'enfant des formes diverses de cette réalité et de sa représentation

la "lecture" répétée de la réalité sous ses divers aspects doit suffire pour "l'interpréter" et pour découvrir, par analogie les éléments communs dans ces différentes formes.

C8.- Des nouveaux outils didactiques sont proposés pour l'enseignement des mathématiques: l'utilisation de graphiques, de diagrammes, de différentes tables (double entrée et autres).

Ces outils sont nécessaires pour garantir la démarche précédente, en offrant la variété, considérée comme nécessaire dans la représentation de la connaissance, pour pouvoir y être "repérée" plus facilement comme étant "commune", sous-jacente.

C9.- L'introduction de ces outils dans la classe a produit des nombreux phénomènes didactiques, qui ont été déjà décrits et analysés par différents chercheurs en didactique des Mathématiques: d'une façon générale ce sont des phénomènes de glissement méta-didactique,

dont un exemple bien connu est l'effet Dienes, décrits par G. BROUSSEAU (1986)¹.

C10.- Non seulement l'introduction de nouveaux outils et les phénomènes qui leurs sont associés ont été objets d'analyses didactiques: c'était toute l'idéologie qui animait cette réforme et les effets que celle-ci a produit qui étaient visés par les travaux de recherche en Didactique.

C11.- Cette réforme annoncée et commentée dans l'arrêté de 1970, sera tout à fait développée et concrétisée dans la réforme suivante des programmes, c'est-à-dire la réforme par niveaux de 1977 à 1980.

III.- Circulaire du 2 août 1977

Arrêté du 18 mars 1977 (C.P.)

Arrêté du 7 juillet 1978 (C.E.)

Arrêté du 16 juillet 1980 (C.M.)

Les programmes dits des années 80, ont été développés par cycles, d'une manière progressive, dès la rentrée scolaire de 1977 pour l'école maternelle et le cycle préparatoire, jusqu'à la rentrée de 1981 pour les programmes du cycle moyen, selon les Arrêtés correspondants.

Les textes officiels qui développent ces nouveaux programmes ont un double objectif pour les maîtres, annoncé par leurs responsables:

"servir de guide dans la programmation: préparation et mise en oeuvre de leur enseignement

1. CHEVALLARD (1980) dans son article "Mathématiques, langage, enseignement: la réforme des années soixante", fait une critique didactique de ces programmes.

Il y a aussi des travaux de recherche plus ponctuels sur ce sujet; les travaux de C. MAUDET sont un exemple.

Les travaux cités, supposent un étude plus approfondie de ce sujet particulier, la réforme dite des années soixante, dont je partage les analyses et les conclusions.

servir de base à la formation continue indispensable et à des actions d'animation pédagogique permanentes".

Ces deux Objectifs visés officiellement, plus la pédagogie par Objectifs choisie pour la rédaction des nouveaux programmes, ont produit des documents de présentation très détaillés.

Nous allons examiner seulement les parties où on traite explicitement ou allusivement du développement du raisonnement des enfants. Les contenus donc, ne seront pas exhaustivement analysés; seulement s'ils sont utilisés comme exemples du développement de démarches méthodologiques ou du raisonnement.

Pour le schéma de présentation de ces programmes, nous allons prendre les mêmes rubriques que précédemment, mais des précisions selon les différents niveaux seront parfois nécessaires.

Composition: Pour chaque cycle de l'école élémentaire, et aussi pour l'école maternelle, il existe un texte - qui correspond à un Arrêté-, avec horaires, objectifs, programmes et instructions.

a) Objectifs

Dans les textes, différents types d'objectifs sont proposés: les Objectifs généraux de la scolarité élémentaire ou maternelle, plus les Objectifs spécifiques de cycle, précisés par matières et détaillés dans les programmes par des Objectifs opératifs en termes de comportements et compétences (sur les connaissances, les savoirs-faire) que les enfants doivent avoir à la fin de chaque cycle.

Les instructions qui complètent le texte, "soulignent notamment les principales étapes envisagées pour atteindre ces Objectifs", donc la méthodologie proposée aux maîtres pour traiter les divers sujets du programme.

Dans le texte pour le C.P., nous trouvons les objectifs généraux proposés pour tous les niveaux de l'école primaire, (à partir de l'analyse et de l'observation des situations multiples et variées):

a) De faire apparaître les éléments et structures communs afin de dégager les notions essentielles que l'enfant doit acquérir.

b) De représenter les modèles correspondants à l'aide de signes, de symboles ou sous forme schématique (diagrammes, tableaux,...) et ainsi, à la fois de préciser ces notions et les rendre conceptuellement utilisables.

c) De répondre aux questions, de donner une solution aux problèmes qui peuvent se poser en mettant en oeuvre les techniques acquises, ce qui permet à l'enfant de confirmer ses connaissances.

Ces objectifs généraux pour l'école élémentaire doivent contribuer à atteindre des objectifs à plus long terme, comme "développer le goût de l'investigation, acquérir des techniques indispensables, et l'habitude de la précision de langage et de pensée dans la communication des résultats. Toutes qualités nécessaires aussi bien aux besoins de la vie courante, à la formation de l'esprit qu'à la prolongation ultérieure des études."

Les objectifs par niveau sont les suivants:

E. maternelle: "Former des êtres responsables; assurer la sécurité indispensable aux efforts personnels que l'enfant doit accomplir en vue de son intégration au milieu matériel et humain."

C.P. : "L'acquisition des éléments premiers des apprentissages instrumentaux; les techniques opératoires de base en calcul, lecture, écriture, devront être fixées."

C.E. : "Tenir compte de son rôle de transition qui lui incombe et le caractérise; achèvement des apprentissages pris en charge au C.P., en s'efforçant

d'adapter les démarches et les exigences au niveau effectivement atteint par chaque enfant, et amorce des orientations qui seront celles du cycle moyen."

C.M.: "Achèvement à l'école primaire et préparation à l'entrée au collège; consolidation des connaissances et des compétences de base."

b) Les programmes

Les programmes ne sont pas donnés comme tels, mais ils sont à établir par les maîtres, en partant de la liste d'Objectifs particuliers pour chaque cycle, donnés par le ministère de l'éducation. Donc, dans ce paragraphe, quand nous parlons des programmes, ce sont les Objectifs de cycle que nous regardons.

Ces Objectifs sont très détaillés, et ils sont rédigés sous forme "opérative", en essayant de préciser par rapport à chaque connaissance mathématique, les savoir-faire et les attitudes que l'élève doit acquérir, pour chaque cycle.

Par exemple, en relation avec l'objectif "comparer les nombres", nous trouvons pour chaque cycle les exigences suivantes:

C.P.: C'est le sous-paragraphe c) de l'objectif "CONNAITRE LE NOMBRE", et il est précisé par les objectifs opératifs suivants:

"- Utiliser les signes =, \neq , <, >.

- Ecrire une suite de nombres dans l'ordre croissant ou décroissant."

C.E. : C'est un objectif en soi même, qui exige:

"Savoir comparer les nombres écrits dans le système de numération habituel; découvrir et manipuler les règles correspondantes.

Savoir ranger des nombres dans l'ordre croissant ou décroissant et savoir construire des suites de nombres croissantes et décroissantes.

Savoir comparer des nombres écrits sous les différentes formes obtenues en 1 [dans l'objectif antérieur "Ecrire et nommer les nombres]."

C.M.: C'est une des activités visées par l'objectif "ECRIRE, NOMMER ET COMPARER LES NOMBRES NATURELS". Elle est précisée par les savoir-faire suivants:

"Savoir:

Comparer les nombres naturels désignés sous les diverses formes utilisées au cycle élémentaire.

Les situer les uns par rapport aux autres (en particulier sur une ligne en respectant l'ordre)."

L'exemple montre quel est le rôle donné à une même activité mathématique, selon les différents cycles ou moments de la scolarité élémentaire, dans les programmes de 1977/80:

Les activités mathématiques proposées dans les Objectifs, doivent permettre aux enfants, de chaque niveau²:

"De réorganiser, d'enrichir et d'approfondir des connaissances antérieures (dans le domaine des nombres naturels, par exemple);

D'acquérir de nouvelles connaissances (dans le domaine des nombres décimaux, de la division, par exemple);

D'accumuler des expériences qui serviront de support à des formalisations ultérieures (dans le domaine de la géométrie, des nombres décimaux, par exemple);

De développer des savoir-faire et des comportements (procédures de recherche, de preuve...)."

Nous n'allons pas analyser tous les Objectifs proposés aux différents cycles; l'exemple précédent

2. Les exemples choisis sont du cycle moyen, mais le rapport objectifs particuliers/objectifs généraux, est proposé comme étant commun à tous les cycles et permettant à la fois la progression de chaque cycle vers le suivant.

nous permet déjà d'observer quelles sont les différences de traitement donné à un même objectif, dans les divers cycles; et aussi quelle est la rédaction de ces programmes/objectifs.

Mais nous voulons montrer, et examiner plus tard, un des objectifs "qui doivent être atteints à la fin de la scolarité primaire": "SITUATIONS-PROBLEMES". Il apparaît comme un objectif du cycle moyen, mais à atteindre pendant toute la scolarité primaire.

"SITUATIONS-PROBLEMES"

"Dans des situations, vécues ou décrites, savoir:

Associer une question qu'on se pose, ou qui est posée, et l'information pertinente qui lui correspond;

Organiser et exploiter cette information;

Communiquer les résultats obtenus et la démarche suivie, et en établir la validité."

L'importance de cet objectif, nous la trouvons explicitée au début des instructions pédagogiques du cycle moyen "D'une façon générale, on continuera à privilégier les démarches pédagogiques qui placent les élèves dans des situations où les notions et techniques à introduire ou à réinvestir leur apparaissent comme réponses à des problèmes...".

Les considérations sur cet objectif dans les instructions pédagogiques, contenues sous la rubrique du même nom, montrent les diverses utilisations des situations-problèmes dans le processus d'apprentissage; et l'importance attachée dans ces programmes à l'apprentissage spécifique d'ordre méthodologique. Nous l'analyserons dans le paragraphe suivant, relatif aux instructions pédagogiques.

c) Les instructions pédagogiques

Les remarques générales sur les instructions pédagogiques complémentaires qui accompagnent les programmes/objectifs, de cette nouvelle réforme,

montrent l'orientation adoptée dans le développement qui est proposé pour les divers objectifs.

C'est-à-dire, à travers les instructions, une certaine démarche pédagogique est suggérée, pour atteindre les objectifs visés.

Pour le C.P., l'orientation est claire "...dans tous les cas il s'agit alors moins d'apporter, ni surtout d'imposer les solutions que de guider et stimuler les recherches, les essais, de valoriser et exploiter les trouvailles, au niveau et avec les moyens auxquels les enfants se montrent capables d'accéder.³

La démarche: "... consiste, à propos soit d'une situation vécue qui s'y prête, soit d'une situation proposée à dessein, d'inviter les élèves à y découvrir et formuler un problème et à exprimer, dans le langage mathématique à leur portée, ce problème, les démarches que requièrent sa solution et leurs résultats."

L'objectif dernier visé par cette démarche est "habituer les enfants au raisonnement", et ceci "n'est pas le fait des seules activités mathématiques. Cela relève aussi de la façon dont sont conçues et conduites bon nombre d'autres activités (exercices corporels, réalisation manuelles ou plastiques, exploration de l'environnement...)."

Pour le C.E., l'orientation continue: "...encore plus qu'au cycle préparatoire, les activités mathématiques quelles qu'elles soient doivent entre autres choses permettre aux enfants de développer des attitudes de recherche."

La démarche proposée doit permettre le développement de cette orientation: "C'est pourquoi on privilégiera les démarches pédagogiques à travers lesquelles les élèves sont toujours confrontés à des situations qu'ils doivent traiter." La considération des différents types des situations ainsi que leur rôle dans le processus

d'apprentissage, va être la même qui sera proposée dans l'objectif "situations-problèmes" au cycle moyen:

"Il peut s'agir de situations conçues et proposées par l'enseignant qui exigent, soit l'introduction de nouvelles notions ou de nouvelles techniques, soit le réinvestissement de notions ou de techniques travaillées antérieurement dans des situations différentes....Mais il peut également s'agir de "situations problèmes" beaucoup plus ouvertes, élaborées par l'enseignant ou par les élèves à propos desquelles la recherche peut s'exercer dans de multiples directions."

Exercer l'imagination et le raisonnement des enfants, en partant des apprentissages strictement mathématiques "tout autant que des situations plus complexes construites dans le cadre d'autres activités, en particulier les activités d'éveil", c'est la finalité de l'orientation et de la démarche proposées, pour le C.E.

Pour le C.M., la suite dans les orientations et les démarches, est énoncée dans l'introduction des instructions: "D'une façon générale, on continuera à privilégier les démarches pédagogiques qui placent les élèves dans des situations où les notions et techniques à introduire ou à réinvestir leur apparaissent comme réponses à des problèmes."

Dans les instructions pédagogiques qui développent le premier objectif spécifique proposé pour le cycle moyen, "SITUATIONS-PROBLEMES" (dont les objectifs opératifs ont été montrés dans le paragraphe "Les programmes"), trois utilisations différentes des problèmes sont suggérées:

"Situations-problèmes utilisées pour l'approche et la construction de nouveaux outils mathématiques;

Situations-problèmes permettant aux enfants de réinvestir des acquis antérieurs, d'en percevoir les

limites d'utilisation (situation contre-exemple) et au maître d'en contrôler le degré de maîtrise;

Situations-problèmes plus complexes, plus globales dans lesquelles l'enfant devrait pouvoir mettre en oeuvre son pouvoir créatif et affiner la rigueur et la sûreté de son raisonnement."

Et comme nous l'avons annoncé, "ces trois aspects doivent être exploités pour tous les thèmes du programme", d'où l'importance de cet objectif, qui au moment d'être réutilisé dans le développement des autres objectifs, se convertit en trois démarches méthodologiques possibles pour traiter une connaissance mathématique et qui montrent trois types différents de raisonnement mathématique demandé aux élèves:

Le raisonnement purement mathématique de construction de nouveaux concepts mathématiques, en partant d'autres concepts ou outils mathématiques

Le raisonnement analogique qui permet la reconnaissance d'un problème ou situation données comme appartenants à une certaine famille de problèmes

Le raisonnement comme démarche intellectuelle générale d'obtention de propositions nouvelles en partant de propositions déjà connues ("pouvoir créatif"), mais aussi comme démarche formelle avec des règles précises ("affiner la rigueur et la sûreté de son raisonnement") .

Nous trouvons aussi, dans ce paragraphe l'explicitation de la volonté, présentée dans tous les programmes de cette réforme, d'établir "un apprentissage spécifique d'ordre méthodologique, comme nécessaire".

"Les objectifs de cet apprentissage [d'ordre méthodologique] sont le plus souvent présents, simultanément, dans les situations proposées aux enfants". Ces objectifs sont:

- Rechercher, sélectionner et organiser l'information:

"Dans une situation où des informations sont données et une question posée, les informations fournies sont-elles toutes nécessaires? Sont-elles suffisantes? Comment les coordonner et les réorganiser? etc."

Pour essayer de résoudre ces difficultés chez les élèves, les instructions suggèrent: "les maîtres proposeront-ils aux enfants des situations impliquant de leur part la collecte, la constitution, et l'organisation des données grâce auxquelles ils pourront répondre à la question". Et on donne des exemples: "Ce peut être, une question posée à partir d'une situation effectivement rencontrée ou en projet (l'organisation d'une sortie; la construction d'une maquette; etc.); ou une question posée à partir d'une documentation (textes écrits, dépliants d'information, films, photos, graphiques...)"

- Résoudre des problèmes:

"Le maître favorisera la recherche d'une démarche raisonnée.". "Il pourra par exemple: dissocier, dans certaines activités, les démarches et les calculs...; ...proposer des problèmes dont le contexte, la formulation, les nombres sont très différents, mais qui -sans qu'il s'agisse de familles de problèmes types- relèvent d'une même procédure générale de résolution; alors celle-ci s'élucidera plus facilement et pourra, éventuellement, se traduire sous la forme d'un organigramme simple, élaboré par les élèves"

Il est proposé aussi, pour atteindre cet objectif de s'appuyer sur la diversité des procédures de résolution d'un même problème, "pour confronter les différentes propositions des enfants: les étapes du raisonnement, la possibilité d'effectuer mentalement certains calculs; la technique écrite nécessitée pour d'autres calculs; le caractère suffisant, dans certains cas, d'une estimation approchée du résultat".

- Valider les situations:

"Il est très important de développer chez eux [les enfants] l'aptitude à prouver ce qu'ils avancent: selon les cas, par une argumentation de type mathématique, par la mise en évidence d'un contre exemple, ou par la confrontation avec la réalité".

Et encore l'insistance sur le développement de la validation, mais en tenant compte d'une caractéristique que doit garder celle-ci: "on s'efforcera de développer ces différents types de validation, celle-ci devant toujours rester objective, c'est-à-dire ne pas reposer uniquement sur l'approbation ou la parole du maître".

- Communiquer les démarches et les résultats.

"Dans une activité de résolution de problème, il est très important que les enfants s'expriment à différents moments du travail et pas seulement lors de la présentation des résultats.

...Cette communication (avec ses diverses modalités) est un élément important de l'activité de résolution de problèmes. Elle peut même constituer l'objectif majeur de certaines séquences."

Plusieurs modalités de communication sont prévues:

Lors d'un travail par groupes [particulièrement propice aux échanges]: "à l'intérieur du groupe (recherche des informations, choix de la procédure, de la présentation, etc.); entre les groupes (communication de pistes de recherche, demande ou apport d'aide); au niveau de la classe (explicitation, confrontation et validation des démarches et des résultats).

...Lors d'un travail individuel, l'échange peut prendre la forme d'un dialogue (entre deux élèves qui confrontent leur démarches; entre un élève et le maître, à des fins d'évaluation)."

L'importance concédée à la communication des démarches, dans ces programmes, est en fonction du rôle assigné aux échanges, dans le processus de résolution des problèmes: "Ces échanges permettent de faire

évoluer l'analyse que les enfants font de la situation et les procédures de résolution qu'ils envisagent de mettre en oeuvre."

CONCLUSIONS

C.1.- Les programmes de 1977/80 considèrent, d'une manière explicite, comme nécessaire un apprentissage spécifique d'ordre méthodologique.

L'explicitation est assurée par l'inclusion dans les programmes d'un objectif spécifique, dénommé "Situations-problèmes", proposé pour le cycle moyen mais supposé d'être atteint à travers toute la scolarité obligatoire.

Cet apprentissage méthodologique doit être fait à partir des situations et des problèmes auxquels l'enfant sera confronté et devra trouver des solutions. Il vise les objectifs partiels suivants:

rechercher, sélectionner et organiser l'information
résoudre des problèmes
valider les situations
communiquer les démarches et les résultats.

C.2.- Le raisonnement, identifié à la méthodologie nécessaire pour la résolution d'une situation/problème, apparaît dans ces programmes comme un objet culturel "transparent" (CHEVALLARD, 1989) pour les maîtres.

Nous savons que la résolution de situations-problèmes, relèvent de différents types de raisonnement analysés dans divers domaines de référence.

Ces différences, parfois implicites ou ébauchées, ne sont pas prises en compte dans l'utilisation univoque du terme raisonnement, qui reste toujours l'objectif visé, comme s'il s'agissait d'un terme monosémique et parfaitement défini.

Nous considérons en conséquence qu'il faut identifier les différents types de raisonnement invoqués dans les programmes, pour montrer que la

"transparence" du terme raisonnement, même avec toutes les précisions établies à son sujet, n'est pas possible.

D'abord il faut regarder si la résolution des problèmes, à partir de situations auxquelles l'enfant se trouve confronté, peut être considérée comme un raisonnement, dans quel domaine et de quel type serait-il?

La réponse nous l'avons trouvée dans le domaine des psychologues: OLERON, (1982) utilise la résolution de problèmes comme un exemple typique de situations où le raisonnement intervient sous des modalités plus complexes que dans les structures canoniques traitées par les logiciens, et en étant moins codifiables et moins figées.

"La personne qui raisonne traite activement la situation à laquelle elle est confrontée et mobilise des stratégies pour en venir à bout..."

...Les stratégies dans leur préparation et leur mise en oeuvre relèvent du raisonnement. En retenant les formes classiques, on voit qu'elles les font intervenir (l'induction pour découvrir les procédures dont l'expérience a révélé l'efficacité, la déduction dans l'anticipation et application...). ...On peut dans une certaine mesure les considérer comme des raisonnements au second degré mettant en oeuvre et planifiant les formes particulières qu'elles utilisent comme moyen". (OLERON, 1982)

En regardant les divers types de situations-problèmes proposées pour être utilisées par les maîtres avec les enfants du cycle moyen, nous avons relevé différents types de raisonnements associés: l'argumentation mathématique (du côté du raisonnement mathématique, mais exercé par des enfants), le raisonnement par analogie (très fréquent dans la P.N.), et le raisonnement comme stratégie (comme démarche

intellectuelle, reconnue dans le domaine psychologique).

C3.- Les différenciations continuent à s'imposer, quand nous analysons les objectifs partiels proposés pour atteindre l'objectif global "Situations-problèmes":

i) Rechercher, sélectionner et organiser l'information

Cet objectif n'implique pas en lui même un raisonnement, mais quand il est considéré à l'intérieur d'une situation-problème. Celle-ci lui offre une finalité, une direction de recherche, relation et organisation, en fonction de son obtention.

Donc, il s'agit d'un raisonnement/recherche, qui mobilise des stratégies dans le sens (raisonnement psychologique) que nous venons de présenter précédemment.

ii) Résoudre des problèmes

La phase dite proprement de résolution va mobiliser divers types de raisonnement, selon les divers types de problèmes à résoudre (argumentation mathématique, raisonnement par analogie, raisonnement/stratégie)

iii) Valider les situations

Il y a une volonté explicite de développer l'aptitude à prouver, en utilisant différents types de validation, parmi lesquelles sont citées:

- l'argumentation mathématique (elle n'est ni différenciée de la démonstration, ni précisée).

- la mise en évidence du contre-exemple. Nous connaissons à présent, les difficultés que les élèves du collège rencontrent lorsqu'il s'agit d'utiliser le contre-exemple comme moyen de preuve; ces difficultés ont été montrées par N. BALACHEFF (1988).

- confrontation avec la réalité: c'est-à-dire l'utilisation comme preuve du recours à la contingence; une preuve pragmatique, dans le sens de BALACHEFF.

Donc il s'agit du raisonnement comme preuve, engagé dans un processus de validation.

iv) Communiquer les démarches et les résultats

Une grande importance est accordée à la communication de démarches de résolution comme un élément important dans la résolution de problèmes, en reconnaissant plusieurs modalités (en fonction des interlocuteurs et du niveau de la communication):

- communication intra ou inter/groupes: comme explicitation de la démarche (pistes, procédures, stratégies, doutes, demandes d'aide...)

- communication au niveau de la classe: explicitation, confrontation et validation des démarches et des résultats.

- au niveau du travail individuel: les échanges peuvent se faire sous forme de dialogue entre deux élèves (comme s'il s'agissait d'une communication inter-groupes), ou entre l'élève et le maître (à des fins d'évaluation).

Il est proposé d'adapter la forme de la démarche à la situation et à l'interlocuteur, selon les moments et les activités, en distinguant différents types possibles de communication: l'oral et l'écrit, le langage courant et le langage mathématique, etc.

Mais il n'y pas de précisions, sur les rapports différents au raisonnement que peuvent avoir les divers types de communication, notamment la différenciation entre les différents niveaux d'explicitation (langage familier, langage fonctionnelle ... (BALACHEFF, 1988)), ou encore entre celle-ci et la confrontation ou la validation.

En particulier, nous pensons qu'il faut prendre en compte le rôle que joue la pression sociale dans les processus de confrontation et surtout de validation, où l'argumentation (avec la séduction, la rhétorique etc) va être présente et même prendre la place au raisonnement.

Des précisions sur l'utilisation du langage courant et du langage mathématique, leurs limites, leurs possibilités, leur imbrication, etc. manquent aussi.

C4.- La "transparence" attribuée au terme raisonnement dans la rédaction du programme, a une double conséquence: face aux maîtres et face aux élèves.

Pour les maîtres cette considération suppose ne pas donner les moyens, même pas les informations suffisantes, pour pouvoir essayer de maîtriser les difficultés que leur enseignement, ou leur développement entraînent, pour eux et pour les enfants.

Ils doivent réussir, au niveau de l'enseignement avec l'application systématique de la méthodologie proposée dans les programmes, ce qui fait produire des glissements métadidactiques en chaîne, pour pouvoir y aboutir: l'importance était dans la méthode, il fallait l'enseigner, ce qui demande le vocabulaire approprié, les démarches pertinentes, donc on enseigne la ou les méthodes de résolution des problèmes, la façon de les aborder de les résoudre, etc .

Pour les enfants, ce fait va avoir les conséquences didactiques qui en dérivent: ils vont souffrir des effets de ces glissements métadidactiques. L'importance des contenus sera réduite, par contre il va falloir apprendre des démarches qui risquent d'être vides de tout sens ou contenu mathématique.

IV.- Arrêté ministériel du 23 avril 1985.

Composition: Après une introduction générale des nouveaux programmes en fonction du rôle attribué à l'école élémentaire à ce moment donné, "former les adultes du XXI^e". Cet objectif général est accompagné d'une nécessité de modernisation des programmes, en parlant de "connaissances et compétences distribuées en sept grands domaines également fondamentaux", dont un est les Mathématiques.

Pour ce domaine précis, les Mathématiques, les programmes sont composés par une petite exposition de sa "Nature et objectifs", les "Instructions", aussi très breves, et les "Programmes", par cours (préparatoire, élémentaire et moyen), concernant l'Arithmétique, la Géométrie et la Mesure.

a) Nature et objectifs

"L'enseignement des Mathématiques vise à développer le raisonnement et à cultiver chez l'élève les possibilités d'abstraction". Première phrase des quatre qui décrivent, de façon très succincte, la nature et les objectifs attribués aux Mathématiques dans ces programmes; celle-ci nous montre le raisonnement comme étant l'objectif des Mathématiques, le reste sont des conséquences de son enseignement: "Il apporte une exigence de rigueur dans la pensée et de justesse dans l'expression. Il fait acquérir des connaissances et des compétences dans les domaines numérique et géométrique, tout en aidant l'élève à se forger des méthodes de travail. Il stimule l'imagination".

b) Instructions

La continuité au niveau pédagogique, par rapport aux programmes précédents était déjà assurée dans l'introduction générale aux programmes: "la pédagogie de l'activité", "la prise en compte des rythmes propres à chaque enfant", etc.

Mais c'est dans ce paragraphe qui contient les Instructions, où la continuité méthodologique pour l'enseignement des Mathématiques est explicité: "Lors de l'introduction des notions nouvelles, les élèves sont mis en situation d'apprentissage actif: ils découvrent les notions comme des réponses à des problèmes".

La distinction des trois types de problèmes, déjà faite en 1980, pour les programmes du cycle moyen, continue: "ceux qui permettent la construction de nouveaux outils mathématiques", "ceux qui invitent à réinvestir les acquis, à en percevoir éventuellement les limites d'utilisation", "ceux qui sont liés à une véritable recherche".

Les exigences reconnues pour la résolution des problèmes, sont aussi les mêmes: "la maîtrise d'un certain nombre d'outils numériques et géométriques et l'appropriation de méthodes"

Le travail proposé au maître pour y arriver: "habituer les élèves à organiser les données, ... à associer à une question posée les connaissances utiles, ... à exprimer, oralement et par écrit leurs démarches et les résultats obtenus en essayant de les justifier".

Les problèmes sont reconnus comme "l'occasion pour l'élève de s'approprier le langage mathématique, en restant attentif aux interférences éventuelles avec la langue courante, et d'accéder à l'organisation logique des raisonnements" et pour le maître "c'est l'occasion de constater réussites et échecs, en s'efforçant de comprendre ce qui les détermine".

L'importance du développement de l'attitude des élèves à prouver, est aussi signalée, en distinguant, en fonction de la maturité des enfants, différents types de preuves: l'argumentation de type mathématique, la mise en évidence d'un contre-exemple, la confrontation du résultat avec la réalité, reconnaissance des

différences ou des erreurs possibles, entre les calculs et les mesures, etc.

Tout ce que nous venons d'extraire des Instructions de ces nouveaux programmes, nous le retrouvons dans les programmes de 1977/80, avec la même formulation mais un peu plus synthétisé dans cette nouvelle version.

Il faut signaler que la concision des Instructions, par rapport aux Instructions précédentes, plus la porte ouverte dans l'introduction générale, à propos de la liberté de choix méthodologique, laissent imaginer une pression moins forte du côté méthodologique, ou bien au contraire qu'il n'est pas nécessaire de développer davantage ce qui est déjà précisé, s'il n'y a pas de modifications à faire.

c) Les programmes

Les programmes n'ont plus changé au niveau des contenus, seulement la formulation est un peu différente; ils ont gardé la formulation opérative des contenus visés, désignation, utilisation, comparaison, distinction, etc sont les mots qui accompagnent les contenus; mais ils ne rentrent pas dans le détail des objectifs spécifiques: parfois le nouvel objectif coïncide avec un des objectifs généraux précédents, parfois il coïncide avec un des sub-objectifs, les objectifs opératifs.

Par exemple: Dans les programmes de 1987, pour le cycle élémentaire, dans l'Arithmétique et par rapport aux nombres, nous trouvons les objectifs suivants:

"Ecriture et nom des entiers naturels"

"Désignation d'un nombre par des écritures différentes"

Comparaison et utilisation des signes: = = < >

Dans les programmes de 1978, sur ces mêmes contenus nous trouvons:

1.- Ecrire et nommer les nombres

Maîtriser l'usage et les modes de fonctionnement de la numération écrite et orale des nombres naturels

Savoir désigner un nombre par des écritures additives, multiplicatives, soustractives... Savoir reconnaître et traduire des situations faisant intervenir les écritures ci-dessus.

Maîtriser l'utilisation et le sens de l'égalité en travaillant sur des écritures différentes désignant le même nombre.

2. Comparer les nombres

Savoir comparer les nombres écrits dans le système de numération habituel; découvrir et manipuler les règles correspondantes

Savoir ranger des nombres dans l'ordre croissant ou décroissant et savoir construire des suites de nombres croissantes ou décroissantes.

Savoir comparer des nombres écrits sous les différentes formes obtenues en I.

En relation avec la méthodologie ou la résolution de problèmes, il n'y a dans ces programmes aucune référence; seulement sont précisés les contenus sur lesquels verseront les problèmes: "Problèmes relevant de l'addition, de la soustraction, et de la multiplication".

En géométrie, est proposée "l'utilisation d'un vocabulaire géométrique et d'une syntaxe logiquement articulée".

CONCLUSIONS

C1.- Il n'y a pas de grandes différences, ni au niveau des contenus ni au niveau de la méthodologie proposée, avec les derniers programmes élaborés; sauf le différent traitement de la même méthodologie:

la différence est, que dans ces nouveaux programmes la méthodologie est proposée dans les Instructions comme telle, et elle n'y est pas dans les programmes,

comme objet d'enseignement, comme c'était le cas dans les programmes de 1978.

C2.- L'objectif de l'enseignement des Mathématiques est toujours "le développement du raisonnement"; les problèmes sont l'occasion, pour maîtres et élèves, d'y contribuer, avec:

- l'appropriation du langage mathématique et le contrôle des éventuelles interférences de la langue courante (de la part de l'élève ou du maître)

- d'accéder à l'organisation logique des raisonnements (ou de constater les erreurs).

- d'exercer les différents types de preuves

C3.- L'illusion de "transparence" par rapport au terme "raisonnement", comme mot monosémique et parfaitement connu de la part des professeurs, reste intacte.

Les maîtres continuent sans recevoir "officiellement" du Ministère, à travers les programmes officiels, ni informations, ni aucun moyen de gestion de ce RAISONNEMENT qui leur est proposé comme objectif dernier de l'enseignement des mathématiques qu'ils doivent réaliser.

2.1.2. LA PLACE DU "RAISONNEMENT" DANS LE TEXTE DE L'ENSEIGNEMENT

Nous avons mis ce paragraphe par souci de cohérence interne dans le schéma de ce chapitre 2 qui regarde la face visible que l'institution "enseignement" offre publiquement: le "curriculum" et le texte (CHEVALLARD, 1991).

Mais nous étions conscients de la difficulté que ceci allait représenter: le raisonnement n'est pas un contenu qui puisse figurer dans les tables des matières des livres de classe; par contre il est présent dans presque toutes les introductions comme rappel des objectifs généraux des instructions officielles des

programmes: les mathématiques visent à développer le raisonnement de l'enfant.

Une analyse plus approfondie du traitement méthodologique de présentation des différents contenus arithmétiques, géométriques, etc., serait nécessaire pour essayer d'identifier les différents types de raisonnements impliqués dans la genèse de ces "nouveaux" contenus à partir des anciens.

Nous n'allons pas entreprendre cette analyse, que nous considérons en dehors de notre problématique: la gestion didactique du raisonnement. Nous avons voulu seulement expliciter quelques constats:

- l'absence du "raisonnement", comme contenu, dans les tables de matières
- sa présence constante, comme objectif principal visé dans l'enseignement des mathématiques
- l'existence, chez certains éditeurs (HACHETTE, dans sa collection "Maths. et Calcul", par exemple), des quelques leçons spécifiques de méthodologie, sur les différentes étapes de résolution des problèmes
- ces types de leçons constituent l'unique traitement explicite des moyens d'apprentissage dans les textes
- la formulation des activités demandées à l'élève: "Recherche", "Observe", "Découvre", montre comment les connaissances personnelles de l'élève sont sollicitées dans toutes les leçons mais aussi comment ces raisonnements mobilisés sont laissés sous l'entière responsabilité de l'élève: c'est lui qui "cherche", qui "observe", et qui "découvre" (ou non!).

2.2. LE CONTRAT DIDACTIQUE ET LA DEVOLUTION

L'enseignement "a le projet social de faire s'approprier par un élève un savoir constitué ou en voie de constitution" (BROUSSEAU, 1987).

CHEVALLARD (1989), définit en termes d'institution, cet objectif de l'enseignement,

"C'est sur la base de ce système contrasté d'éléments visibles et d'éléments cachés (ou laissés opaques du curriculum³ que se mène la négociation entre école et société (c'est-à-dire, dans le meilleur des cas, et pour l'essentiel, entre savoir enseigné et savoir savant). C'est dans la référence explicite à ce texte d'enseignement que l'institution enseignante se montrera en train d'accomplir sa mission⁴.

Pour cela, l'école va donner à voir les objets de savoir à enseigner in statu nascendi, en ce premier moment de vie dans l'institution où ils sont introduits comme enjeux didactiques, solidairement objets d'enseignement et objets d'apprentissage." (C'est l'auteur qui souligne)

La représentation officielle, dans l'institution enseignement, des rapports à ces objets de savoir, suppose la distinction des rapports officiels de l'enseignant (en train "d'enseigner" ces objets de savoir), et de l'enseigné (en train "d'apprendre" ces mêmes objets) et ces rapports officiels se nouent dans la relation didactique dans un contrat didactique "qui détermine -explicitement pour une petite part, mais surtout implicitement- ce que chaque partenaire, l'enseignant et l'enseigné, a la responsabilité de gérer et dont il sera d'une manière ou d'une autre, responsable devant l'autre" (BROUSSEAU, 1987).

Ces rapports officiels aux objets de savoir, évoluent⁵ et aujourd'hui l'apprentissage par adaptation

3. Note de CHEVALLARD: Le curriculum est l'ensemble des états parcourus par le système d'enseignement au cours du temps didactique, un état défini lui-même comme le système des objets et des rapports institutionnels.

4. Note de CHEVALLARD: C'est par exemple cet accomplissement qu'enregistre officiellement le "cahier de textes", le bien nommé.

5. CHEVALLARD signale: "Ainsi, dans une état ancien -regardé partiellement aujourd'hui comme obsolète -des rapports institutionnels aux objets "enseigner" et "apprendre", l'enseignant devait "faire un cours" et "donner des exercices",

apparaît pour beaucoup des professeurs, comme le moyen de réaliser ce projet d'enseignement.

Envisager un enseignement par adaptation, qui permettrait l'émergence des connaissances chez les élèves, à partir des situations choisies et proposées par le maître, c'est-à-dire "l'enseignement est la dévolution à l'élève d'une situation a-didactique correcte, l'apprentissage est une adaptation à cette situation" (BROUSSEAU, 1987) et la modélisation qu'il a fait de ce processus de dévolution, a permis entre autre de distinguer un fonctionnement didactique et a-didactique des connaissances dans les situations, ainsi que l'introduction et l'étude des notions de dévolution et la notion de contrat didactique qui ont permis de repérer et/ou expliquer certains phénomènes didactiques dans l'enseignement des mathématiques.

"Le contrat didactique est la règle de jeu et la stratégie de la situation didactique. C'est le moyen qu'a le maître de la mettre en scène. Mais l'évolution de la situation modifie le contrat qui permet alors l'obtention des situations nouvelles. De la même façon, la connaissance est ce qui s'exprime par les règles de la situation a-didactique et par les stratégies. L'évolution de ces stratégies requiert des productions de connaissances qui permettent à leur tour la conception de nouvelles situations a-didactiques."⁶ (BROUSSEAU, 1987)

Nous voudrions rappeler quelques précisions de BROUSSEAU sur ce concept:

l'élève devait "faire ses exercices". Note: "Dans un état archaïque (mais toujours observable, au moins résiduellement), "apprendre son cours" avait ainsi pour contenu "apprendre par coeur le texte du cours"."

6. BROUSSEAU G. (1987): Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques (Partie 1). Université de Bordeaux-I. IREM de Bordeaux.

- "Le concept théorique en didactique n'est donc pas le contrat (le bon, le mauvais, le vrai, ou le faux contrat), mais le processus de recherche d'un contrat hypothétique"

- "Ce qui nous intéresse ici est le contrat didactique, c'est-à-dire la part de ce contrat qui est spécifique du "contenu": la connaissance mathématique visée.

C'est pourquoi nous ne pouvons pas ici détailler ces obligations réciproques, d'ailleurs ce sont en fait les ruptures du contrat qui sont importantes. Mais examinons-en quelques conséquences immédiates:

- Le professeur est supposé créer des conditions suffisantes pour l'appropriation des connaissances, et il doit "reconnaître" cette appropriation quand elle se produit.

- L'élève est supposé pouvoir satisfaire ces conditions.

- Le professeur assure donc que les acquisitions antérieures et les conditions nouvelles donnent à l'élève la possibilité de l'acquisition.

Si cette acquisition ne se produit pas s'ouvre un procès à l'élève qui n'a pas fait ce que l'on est en droit d'attendre de lui mais aussi un procès au maître qui n'a pas fait ce à quoi il est tenu (implicitement)."

"Le professeur est alors conduit à expliciter une méthode de production de la réponse: comment répondre à l'aide des connaissances antérieures, comment comprendre, construire une connaissance nouvelle, comment "appliquer" les leçons, reconnaître les questions, comment apprendre, deviner, résoudre...etc"

Cette dernière considération, sur les "obligations", que le contrat didactique comporte pour l'enseignant nous permet de plonger directement dans le coeur de

notre problématique à propos du Raisonnement, dans la relation didactique:

Comment l'enseignant peut réussir à engager le raisonnement personnel de l'élève dans tout ce processus d'appropriation, de construction et de réinvestissement postérieur d'une connaissance mathématique, mais en le faisant entrer à la fois dans le sens mathématique de cette connaissance, sa formulation en termes mathématiques, dans son articulation interne par rapport à d'autres connaissances mathématiques...?

2.2.1 L'ÉPISTEMOLOGIE DES PROFESSEURS ET LA TRANSPPOSITION DIDACTIQUE

Ce processus de réorganisation des connaissances mathématiques, en fonction des nécessités du contrat didactique est l'objet de nombreuses études dans un des plus importants sujets d'investigation actuelle en didactique: la transposition didactique (CHEVALLARD, 1985).

Parmi les difficultés de ce processus de transposition des connaissances BROUSSEAU signale l'épistémologie des professeurs dont la tentation de transmettre directement aux élèves le texte du savoir, mais masqué sous la forme des problèmes ou des situations contenant des indices didactiques, qui permettraient aux élèves de trouver "la bonne réponse" en faisant semblant de la "découvrir":

"La tentation est grande d'économiser le double travail (de recontextualisation et redécontextualisation) et de faire apprendre directement un texte de savoir: pour respecter les autres conditions du contrat, des problèmes sont bien proposés aux élèves mais leur solution peut être trouvée par des procédés qui font l'économie de la connaissance spécifique de la notion (comme dans l'exemple de l'analogie). La solution est cachée sous une fiction didactique connue de l'élève

et qui sert au moment de la négociation ..[...]. Certes si la solution est articulée comme un texte mathématique, elle comprend la justification scientifique correcte du résultat mais beaucoup d'élèves obtiennent "la réponse non par le raisonnement mathématique souhaité" mais par le décodage de la situation didactique."

C'est-à-dire "le professeur doit donner aux élèves pas seulement les problèmes mais les moyens de les résoudre (le savoir théorique par exemple) et rendre compte que les moyens déjà enseignés, permettraient bien de construire la solution. Il doit donc faire comme s'il savait comment en partant de certains savoirs (enseignés) on fabrique des solutions à des problèmes nouveaux". Et un jour il doit aussi s'expliquer sur ces moyens: comment on les retrouve, comment on les reconnaît..."

Les solutions que les professeurs ont face aux blocages ou aux erreurs des élèves dans le processus de la découverte des solutions aux problèmes proposés sont analysées par BROUSSEAU à partir des phénomènes de didactique, dont l'effet TOPAZE et JOURDAIN, ainsi que l'usage abusif de l'analogie, le glissement métacognitif, sont les plus parlants: tous ces effets aboutissent généralement à "l'utilisation de l'algorithme comme instrument de déblocage et de solution aux conflits de contrat, dans le sens qu'il permet momentanément un partage clair des responsabilités. Le maître montre l'algorithme, l'élève l'apprend et l'applique correctement...[...]. On lui affirme qu'il existe toute une classe de situations différentes dans lesquelles l'algorithme donne une solution." (BROUSSEAU, 1987)

2.2.2 L'HEURISTIQUE: UNE SOLUTION AU PROBLÈME?

7, C'est moi qui souligne.

BROUSSEAU signale que l'algorithme c'est l'unique moyen "officiel" de déblocage:

"L'algorithme est pratiquement le seul moyen "officiel" de déblocage; c'est-à-dire qu'il a fait l'objet de l'explicitation de méthodes d'enseignement qui le concernent. Et il sert de modèle unique ou presque à toutes les approches sous-culturelles de l'enseignement."

Mais la solution est provisoire, elle permet que la relation didactique continue, mais elle ne résout pas le problème de la reconnaissance, ou le réinvestissement postérieur de l'algorithme: l'algorithme résout un problème concret, dans une situation concrète, mais "le conflit va reprendre quand il s'agira de choisir un algorithme pour un problème donné."

BROUSSEAU signale aussi comment l'utilisation de ce moyen, qui comme unique moyen possible dans la relation didactique, provoque d'autres phénomènes non désirés par l'enseignant:

"On doit donc s'attendre à ce que l'élève reçoive toutes les indications du professeur sur le même mode comme moyens "efficaces" de résoudre les problèmes (tels que les algorithmes) et ceci même si le professeur choisit de façon à ce qu'ils relancent la recherche de l'élève, l'encouragent, l'aide sans toucher à l'essentiel de ce qui doit rester à sa charge.

Ainsi, les indications de type heuristique seront demandées, données et reçues au sein d'un malentendu, suggestions incertaines pour l'un, connaissances comparables aux algorithmes ou aux théorèmes de mathématiques pour l'autre. Avec cet art de résoudre des problèmes, dont l'essentiel est fondé sur l'instrospection, le maître voudrait apprendre à son élève à chercher; lui, attend des algorithmes." (C'est moi qui souligne).

Donc, nous voyons ici comment le problème de la gestion du raisonnement personnel de l'élève, de ses productions et réinvestissement dans des situations diverses et sur des connaissances aussi différentes suppose un problème de contrat didactique, pour le maître et pour l'élève:

- pour le maître: qu'est-ce qu'il doit donner à l'élève comme moyens, pour qu'il puisse résoudre les problèmes posés?

- pour l'élève: comment décoder ces moyens, pour arriver à trouver la réponse désirée par le maître? qu'est-ce qu'il a "le droit" d'utiliser comme raisonnement?.

Mais cette situation, liée intrinsèquement à la dévolution, met en évidence le premier paradoxe⁸ que cette dévolution entraîne pour les deux sous-systèmes impliqués:

- le maître ne voudrait pas donner des modèles, des procédés, des moyens de sélection des données, etc. puisqu'il sait qu'avec ces moyens, c'est la solution même qu'il avance, (c'est le travail scientifique ou mathématique à réaliser par l'élève) ce qui contrarie son objectif de découverte de la part de l'enfant (la dévolution du bon problème à résoudre); mais il a le devoir (le contrat oblige) de donner à l'élève les moyens de s'appropriier la nouvelle connaissance (la résolution de ce problème) et s'il ne lui donne pas des indices, des moyens, l'élève ne peut pas savoir comment aborder cette nouvelle problématique.

- l'élève sait que le contrat didactique, oblige le maître à lui présenter des connaissances, qu'il ne connaît pas mais qu'il peut arriver à découvrir pour le fonctionnement même de la situation, donc il essaiera

8. C'est une reformulation, du premier paradoxe de la dévolution décrite par BROUSSEAU, dans plusieurs de ces travaux; nous l'avons extrait de la Revue R.D.M. (1990).

de trouver dans celles-ci les indices qui lui permettront de décoder les désirs du maître.

Une fois que la réponse est prête (solution, explication, justification...), il faut la présenter: même s'il n'existe pas de règles explicites, l'élève "sait", que les réponses doivent être données dans certains registres acceptables pour le maître. S'il ne le sait pas, ou si le maître insiste dans la demande de réponses "personnelles" et qu'il produise "sa propre réponse", il y a une forte probabilité pour que sa réponse ne puisse pas être reconnue par le maître, puisqu'il l'a produite dans sa logique personnelle (ce que nous avons appelé Pensée naturelle) qui ne coïncide pas avec la logique du maître: la logique de la connaissance elle-même et l'articulation proposée par le maître, dans sa transposition.

Si la réponse n'est pas trouvée par l'élève, le processus recommence à nouveau, mais avec des phénomènes didactiques "ajoutés":

- la substitution ou simplification du problème, qui peut aboutir à l'effet TOPAZE, ou à l'effet JOURDAIN,
- ou bien à des explications de la part du professeur, avec l'usage abusif des analogies, ou le glissement méta-cognitif, etc...

"Alors le maître est appelé à mettre au clair ces moyens, à les classer, à les identifier, à les définir, à répondre de leur efficacité. Il va donc peut-être choisir les problèmes qui permettront le mieux de les illustrer, de les appliquer, de les faire fonctionner, à titre d'exemple. Mais il ne peut pas restreindre les problèmes de mathématiques et ceux où l'application presque automatique d'un procédé annoncé à l'avance donne la solution. L'élève cherche alors quelle suggestion procédologique est la bonne. La boucle est accomplie, les "heuristiques" se sont substituées ou ont pris place à côté des théorèmes et des théories parmi les moyens entre lesquels il faut choisir pour résoudre

un problème mais le problème reste et le contrat didactique aussi." (BROUSSEAU, 1987)

2.2.3 LES PARADOXES DU CONTRAT DIDACTIQUE

Envisager l'apprentissage par adaptation à des situations où la responsabilité de la construction et du fonctionnement du savoir est dévolue à l'élève soulève un certain nombre de paradoxes, mise en évidence par BROUSSEAU et dont le premier, le paradoxe de la dévolution vient d'être ébauché dans le paragraphe précédent.

Nous allons reprendre ici, ces différents paradoxes et les reformuler dans le sens de notre problématique.

2.2.3.1 Le paradoxe de la dévolution

Nous venons de l'énoncer globalement, mais nous voudrions analyser ses conséquences, par rapport au fonctionnement du Raisonement.

Le maître, avec la dévolution du "bon problème" (par rapport à la connaissance visée), veut engager le raisonnement personnel de l'élève: que l'élève "accepte" la tâche, qu'il résolve les problèmes, qu'il fasse les choix nécessaires pour élaborer la réponse...; mais "tout ce qu'il entreprend pour faire produire par l'élève les comportements qu'il attend, tend à priver ce dernier des conditions nécessaires à la compréhension et à l'apprentissage de la notion visée: si le maître dit ce qu'il veut, il ne peut plus l'obtenir (BROUSSEAU, 1987)."

Ce que le professeur attend, c'est le raisonnement mathématique correct d'articulation des connaissances - acquises et nouvelles-, de découverte des nouvelles, d'usage des "anciennes" connaissances, de celles qui sont déjà acquises. Mais il ne peut pas le dire, et il demande à l'élève de trouver ses propres réponses.

L'élève est lui aussi devant une injonction paradoxale: s'il accepte les règles imposées par le

contrat, il attend que l'enseignant lui enseigne les raisonnements mathématiques à établir, alors il ne les établit pas lui-même, il ne prend pas la responsabilité du savoir mathématique (il n'y a pas de dévolution), donc il ne construit pas son propre savoir.

S'il n'accepte pas ces informations (ou ces informations ne sont pas données), l'élève est livré à sa propre responsabilité, à l'élaboration de ses propres raisonnements, alors la relation didactique est rompue, et l'élève ou ne produit pas des réponses ou celles-ci sont des réponses produites par sa pensée naturelle (même en utilisant des connaissances mathématiques): il s'agira des raisonnements spontanés⁹, différents de ceux qui l'enseignant attend.

2.2.3.2 Les paradoxes de l'adaptation des situations

1) Inadaptation à l'exactitude

L'acceptation, dans l'apprentissage par adaptation, des étapes où les formes des savoirs non définitives et même fausses et inadéquates (dans les premières étapes), présente un autre aspect paradoxal de la gestion du maître de ce type d'apprentissage:

- si le maître accepte de donner du sens aux connaissances dans chaque étape de l'apprentissage : il accepte d'enseigner un savoir plus ou moins faux qu'il faudra rectifier

- s'il renonce à ce processus, et à donner du sens: il enseigne le savoir formel, conforme aux exigences scientifiques, mais c'est lui qui le montre, alors le savoir n'est pas construit par l'élève

L'acceptation des choix intermédiaires, peut conjuguer les deux inconvénients et même de les compliquer:

9. Dans le sens donné par L.VIENNOT, à ce type de raisonnements qu'elle a analysé en dynamique élémentaire.

"L'élève à qui on enseigne, d'une part, un savoir "savant" et à qui on présente, d'autre part, des situations de références inadéquates est à même de constater toutes sortes de contradictions et d'inadaptations entre ces deux objets d'enseignement. Les savoirs qu'ils obtient en comprenant sont même faux ou différents de ceux qu'on prétend lui enseigner." (BROUSSEAU, 1987)

Pour le raisonnement, tout se passe comme si l'élève était à tout moment dans ce type de situations "intermédiaires":

- le raisonnement à apprendre (exposé par le maître ou à découvrir) c'est le raisonnement mathématique correct et formel (plus ou moins, selon le niveau de scolarité)

- et lui, avec ces raisonnements spontanés, "faux" ou inadéquats par rapport à cette connaissance mathématique

Tous les travaux sur les raisonnements spontanés des élèves, leurs conceptions, etc. montrent l'existence et le fonctionnement de cet aspect paradoxal des raisonnements des élèves, des conflits que cette coexistence de raisonnements peut produire à l'intérieur de la relation didactique et de la gestion que l'enseignant fait (ou qu'il ne fait pas).

La distinction entre savoir théorique et savoir pratique, est signalé par BROUSSEAU comme une nouvelle injonction paradoxale pour l'élève: le binôme "apprendre-comprendre" quand il se déplace vers un des pôles, l'autre pôle risque de ne pas être atteint:

"L'élève doit comprendre et apprendre; mais pour apprendre il doit, dans une certaine mesure renoncer à comprendre et pour comprendre, il doit prendre le risque de ne pas apprendre" (BROUSSEAU, 1987)

ce qui en termes de Raisonnement, signifie pour l'élève que s'il apprend les raisonnements mathématiques "corrects", "tout faits", qui sont déjà construits par

d'autres: les mathématiciens ou par l'enseignant, s'il s'agit de la transposition de ces connaissances, il prend le risque de pas "comprendre" ces raisonnements; s'il essaie de les comprendre, d'intégrer ces raisonnements mathématiques, dans son propre raisonnement personnel, le risque est de ne pas arriver à les apprendre "comme il faut", tel qu'ils sont, dans leur vrai sens, etc., et de s'installer dans l'erreur produite par ces fausses compréhensions.

ii) Inadaptation à une adaptation supérieure

Soit qu'il soit le chemin suivi: comprendre, ou apprendre, l'injonction paradoxale continue:

- si l'élève a appris (a mémorisé) des savoirs formels (ou des raisonnements formels), plus ils sont dépouillés de sens, pour pouvoir arriver à les apprendre, plus il lui est difficile de les appliquer, de restaurer un certain sens, un certain fonctionnement:

"L'application" d'un savoir appris tout fait se produit mal parce que la logique de l'articulation des acquisitions qui le composent est uniquement celle du savoir lui-même et que le rôle des situations a été exclu a priori" (BROUSSEAU, 1987)

- Si, par contre l'élève, a choisi la compréhension, provisoirement erronée d'un savoir, par découverte personnelle des solutions, (avec son propre raisonnement), par adaptation à une situation, ou à des problèmes introductifs, il faudra reprendre et modifier ce savoir, ces raisonnements: plus adapté est l'élève à la solution vécue, aux solutions "découvertes" (mieux il a réussi dans la résolution du problème), plus difficile sera de modifier le savoir compris.

BROUSSEAU cite des raisons d'ordre psychologique et épistémologique de cette difficulté:

"Ce fait tient sans doute à des raisons d'ordre psychologique: il est d'autant plus difficile de changer

ses habitudes ou les opinions, qu'elles sont plus intimement liées à des activités plus personnelles plus nombreuses et plus anciennes.

Maïs il pourrait tenir aussi à une raison plus directement épistémologique. La suradaptation du "savoir" à la solution d'une situation particulière n'est pas nécessairement un facteur favorable à la solution d'une situation nouvelle. Une différenciation trop forte, une dépendance trop grande par rapport aux "connaissances" directes et l'évolution devient impossible. Le savoir premier fait obstacle. Certains de ces obstacles sont inévitables et constitutifs du savoir -d'autres sont le résultat d'un surinvestissement didactique."

Du côté raisonnement, nous retrouvons effectivement ces même explications:

- au niveau psychologique: plus l'élève s'engage personnellement, dans la recherche des solutions, plus il-y-tient. Ce phénomène a été observé par BALACHEFF, chez les élèves de collège, dans les débats -sur des preuves qu'ils avaient élaborées - où les réfutations qui apparaissaient, n'étaient pas acceptées par certains élèves: "Certains élèves se soumettent d'ailleurs à contre-coeur cherchant à préserver l'intérêt de leur production" (BALACHEFF, 1988).

- au niveau épistémologique: le développement cognitif des élèves, de leurs structures logiques et de leurs raisonnements n'ayant pas atteint le stade de la formalisation, peut être à l'origine des véritables obstacles pour l'acquisition de certaines connaissances mathématiques (ex.: l'absence de la réversibilité des opérations comme obstacle aux opérations inverses, la soustraction, la division..., ou l'absence de la non-contradiction dans les démonstrations ou les preuves, etc). Ces obstacles commencent à être connus par les +enseignants, à partir des nombreux travaux de recherche dans ce domaine de la psychologie cognitive,

et des didactiques spécifiques, mais le fait de "connaître" ces obstacles, facilite-t-il le travail didactique de leur gestion, en situation scolaire?.

D'autre part, connaître les obstacles, les "erreurs" (différences avec les connaissances visées) que ceux-ci peuvent provoquer, ne peuvent pas amener les enseignants à avoir la tentation de "raccourcir" le processus de genèse, en "enseignant" la réponse à ces "erreurs", en faisant un travail systématique sur ce type des difficultés?

Cette solution est proposée, par exemple par L. VIENNOT (1979), à propos des raisonnements spontanés qu'elle a identifiés dans l'enseignement en dynamique élémentaire:

"Avoir lui-même (l'enseignant) une connaissance sûre de la démarche spontanée déclenchée par telle ou telle situation physique" et de "trouver les moyens d'en avertir les étudiants. Il faut, à ce titre, disposer d'outils simples, aisément transportables, et dont les produits se commentent sans faire appel à des préalables ésotériques." (VIENNOT, 1979) (C'est moi qui souligne)

Mais ne s'agirait-il pas alors d'un glissement métacognitif de l'enseignement des mathématiques, ou de la matière à enseigner? même un glissement métamathématique "qui consiste à substituer à un problème mathématique un débat logique de sa solution et à lui attribuer toutes les sources d'erreurs" (BROUSSEAU, 1987)?.

Un glissement, qui est produit par des nécessités du contrat didactique, d'un apprentissage par adaptation aux situations.

L'heuristique, semble aussi être une "solution" adoptée par les enseignants, pour surmonter ce type de difficultés d'ordre épistémologique, comme nous l'avons signalé précédemment.

Ainsi, signale BROUSSEAU, "dans l'hypothèse d'un savoir inaccessible à tout élève par une adaptation

assez courte à une situation fondamentale assez correcte, le professeur se trouve devant un nouveau paradoxe:

"Qu'il choisisse un enseignement formel ou par adaptation, plus il insiste sur l'apprentissage des connaissances intermédiaires, plus il risque de contrarier les enseignements ultérieurs.

Inversement, s'il renonce à fixer, à institutionnaliser les acquisitions, même partielles¹⁰, l'élève ne trouvera aucun appui lors des étapes suivantes." (BROUSSEAU, 1987)

Autrement dit, plus l'enseignant insiste à engager l'élève dans le processus de construction du sens du savoir, plus les raisonnements spontanés des élèves seront présents, et plus grande sera la difficulté que l'enseignant trouvera avec ces obstacles psychologiques et épistémologiques pour arriver aux raisonnements mathématiques ultérieurs:

- S'il traite publiquement ces raisonnements, ou bien il ne les "corrige" pas les raisonnements spontanés risquent de s'installer, ou bien s'il les corrige, il est amené à un glissement métamathématique, d'autant plus fort que l'engagement personnel de l'enfant a été engagé.

Dans les deux cas, le fait de les avoir traités publiquement augmente le risque de "contagion" ou de surinvestissement didactique des "erreurs" de la part des élèves, comme on peut le constater dans les observations régulières à l'école MICHELET (ou dans n'importe quelle école), les éclaircissements ou

10. La thèse de A. ROUCHIER, entreprend une analyse plus approfondie, sur le rôle de l'institutionnalisation dans la résolution de ces injonctions paradoxales de l'enseignement. A.ROUCHIER (1991): Etude de la conceptualisation dans le système didactique en mathématiques et informatique élémentaires: proportionnalité, structures itérativo-récurrentes, institutionnalisation. Thèse de doctorat d'Etat, Université d'Orléans.

préventions des maîtres sur certaines erreurs des élèves ne servent parfois, qu'à renforcer cette conduite.

- S'il ne les considère pas publiquement, et qu'il ne se rabatte tout de suite sur la "bonne réponse", sur la connaissance correcte, il ne pourra pas continuer à demander ce type d'investissement de la part des enfants, puisque leurs résultats sont ignorés systématiquement.

2.2.3.3 Les paradoxes de l'apprentissage par adaptation

A partir de tous ces paradoxes sur l'adaptation aux situations, BROUSSEAU se questionne sur l'apprentissage par adaptation, lui-même: "L'hypothèse que l'élève pourrait construire son savoir par une adaptation personnelle à une situation a-didactique est-elle consistante?" et dans l'analyse de ce que cette hypothèse suppose en fait, il relève encore deux nouveaux paradoxes, liés à la nature même de l'apprentissage par adaptation: "la négation du savoir" et "la destruction de sa cause"

i) Négation du savoir

"D'une certaine façon, l'adaptation contredit l'idée de la création d'un savoir nouveau. Inversement, le savoir est presque la reconnaissance culturelle que la connaissance directe est impuissante à résoudre naturellement certaines situations (par adaptation)." (BROUSSEAU, 1987)

Quels sont, parmi les raisonnements que l'élève produit (à la demande de l'enseignant, dans une situation déterminée), les raisonnements qui ont eu comme résultat l'adaptation à une nouvelle connaissance?

Si les enfants trouvent eux seuls, avec leurs propres raisonnements, une déduction nouvelle ou une nouvelle connaissance, dans quelle mesure sont-elles

nouvelles, ou sont-elles celles qu'ils avaient déjà en eux?

D'une certaine manière ce paradoxe rejoint le paradoxe des sophistes, signalé par BLANCHE¹¹ comme le paradoxe "rigueur-fécondité": dans quelle mesure un raisonnement peut être fécond et produire comme conclusion des déductions des nouvelles propositions, qui n'étaient pas déjà des propositions initiales (ou équivalentes), sans contrevenir la rigueur des normes formelles, qui ne devraient admettre que les transformations à partir des équivalences?

Et, comment les enfants peuvent "reconnaître" comme nouvelle quelque chose qu'ils ont produite avec ce qu'ils savaient déjà? De toutes ces nouvelles productions, est-ce que toutes ont la même importance culturelle? Lesquelles il faut "reconnaître", "réinvestir", etc.?

Donc la présence d'une personne extérieure à ces productions personnelles est nécessaire, pour qu'elle puisse donner un statut aux découvertes des enfants, leur validité d'abord, l'importance culturelle après, et ceci est donc un processus d'institutionnalisation, dont toute la responsabilité est à la charge de l'enseignant (c'est lui toujours qui a institutionnellement la responsabilité culturelle et historique du savoir, et donc il doit assurer officiellement dans la classe sa reconnaissance).

En conséquence l'élève ne peut pas résoudre par adaptation ce travail de reconnaissance culturelle de ses productions.

Sur les raisonnements produits par les élèves:

- ou bien ce sont des raisonnements mathématiques que le maître peut identifier culturellement, mais que l'enfant ne peut pas redécouvrir tout seul (tout au moins partiellement, sinon l'enseignement comme

11. R. BLANCHE (): Le raisonnement. P.U.F.

institution ne serait pas nécessaire); et s'il arrive à les découvrir, tel que le maître désire, comment le maître peut se servir d'eux et pas des autres raisonnements produits également à partir des anciennes connaissances?

- ou bien il s'agit des raisonnements spontanés sur ces nouvelles connaissances, que le maître ne peut pas recevoir, car ils n'ont pas une référence culturelle; donc ils seront considérés comme erronés par rapport aux mathématiques

ii) Destruction de sa cause

Le caractère répétitif que doivent avoir les situations permettant un apprentissage par adaptation, réduit progressivement l'incertitude de l'élève dans ce type de situations, donc l'angoisse que celle-ci produit mais aussi le plaisir de la découverte, la motivation pour continuer à chercher, puisqu'il est de plus en plus sûr de ses solutions.

Si le raisonnement personnel devient un objet d'enseignement, ou il y a un travail systématique, permettant à l'élève d'identifier certaines stratégies, certaines modèles communs de raisonnements, de productions de réponses, ces modèles deviennent conventionnels, ils ont l'approbation du maître, donc l'adaptation progressive de l'élève à ce type de raisonnements produit l'effet inverse de celui qui était cherché: ces raisonnements deviennent algorithmes, procédés "standards" qu'il faut appliquer, loin d'être la réponse personnelle cherchée par l'enseignant.

S'il n'y pas aucun travail sur ce type d'activités méthodologiques, les élèves n'ont pas de repères pour aborder les problèmes posés: quelles sont les stratégies plus économiques dans les différentes situations, comment transformer l'information donnée pour arriver à trouver de nouvelles données, etc.

2.2.3.4 Le paradoxe du comédien

"Maître et élève ne sont pas dans la même situation par rapport au savoir, l'un doit être transformé par le savoir, l'autre n'arrête pas de le rejouer, comme un acteur de théâtre"¹² (ROUCHIER, 1991)

Le contrat didactique établi entre "maître" et "élève" lors d'un projet d'enseignement, définit les rapports officiels de chacun par rapport au savoir en jeu, nous en avons déjà parlé: le maître devient "enseignant", avec la responsabilité de la dévolution du savoir, donc de le faire reproduire aux enfants (c'est un jeu d'acteur par rapport au savoir); mais l'enfant devient élève, c'est-à-dire "enseigné", et même s'il doit vivre son apprentissage, c'est aussi un autre acteur, qui devra jouer aussi le même texte que le maître:

"Si le professeur produit lui-même ses questions et ses réponses de mathématiques, il prive l'élève de la probabilité de le faire. Il doit donc laisser du temps, laisser des questions sans réponses, utiliser celles que l'élève lui donne et les intégrer dans sa propre démarche en leur laissant une place de plus en plus grande... Ce schéma idyllique peut se dérouler tant que le professeur fabrique un savoir nouveau mais si le savoir est déterminé à l'avance, cette liberté n'est plus qu'un jeu d'acteur et l'élève est convié à être un autre acteur, astreint à un texte ou tout au moins à un canevas, qu'il est censé ignorer." (BROUSSEAU, 1987)

Mais quand le projet de l'apprentissage est le raisonnement (aussi bien de façon explicite: travail méthodologique sur les problèmes, etc.; ou implicite: c'est un des objectifs fondamentaux de l'enseignement

12. ROUCHIER résume ce paradoxe mis en évidence et décrit par BROUSSEAU (1984), ampliation dans l'article "Rôle du maître et institutionnalisation". Actes de la 3ème école d'Eté de Didactique des Mathématiques.

des mathématiques...), comment le maître peut faire découvrir à l'élève "son texte" -les raisonnements mathématiques ou les mécanismes, le fonctionnement de ces raisonnements-, à partir d'un apprentissage vécu par chaque enfant?

CONCLUSIONS DU CHAPITRE-2

C1. Les différents paradoxes de l'enseignement, identifiés par G.BROUSSEAU, nous ont permis de montrer comment la prise en compte des raisonnements personnels des élèves, dans la découverte ou la production des savoirs mathématiques, dans des situations permettant un apprentissage par adaptation, se heurte à ce même type de paradoxes intrinsèques à la notion de contrat didactique, et de quelle manière ceux-là se manifestent (ou peuvent se manifester).

C2. L'impossibilité de l'enseignant de la reconnaissance des productions personnelles, spontanées des élèves, dans le domaine culturel de référence (les mathématiques et les raisonnements mathématiques) apparaît comme une conséquence des injonctions paradoxales analysées.

C3. Mais l'apprentissage par adaptation aux situations, c'est-à-dire l'enseignement comme dévolution à l'élève de la responsabilité de l'usage et de la construction du savoir, oblige les enseignants à faire appel constamment aux raisonnements personnels des enfants, en tant que sujets de son apprentissage.

C4. Dans l'enseignement dit "classique" (cours-problèmes-exercices), les paradoxes apparaissent aussi comme inévitables: les apprentissages en mathématiques (voir la résolution d'exercices ou des problèmes) exigent aussi l'engagement du raisonnement personnel de l'élève dans la production des réponses, donc les difficultés liées à la prise en compte des raisonnements spontanés des élèves sont aussi présents,

(peut-être) moins fréquemment que dans l'enseignement par adaptation.

C5. L'usage des analogies, ou des heuristiques est un bon moyen de résolution des problèmes, mais à condition qu'il soit employé sous la responsabilité exclusive de l'utilisateur (de l'élève), et non par le maître, ce qui peut aboutir à des phénomènes didactiques connus: usage abusif des analogies, glissements métacognitifs, ou métamathématiques,...

C6. L'enseignement de l'heuristique est contradictoire avec la définition même de l'heuristique (le moyen et la définition par excellence de la recherche des solutions des problèmes). GLAESER et BROUSSEAU soulignent fortement cette assertion: "L'heuristique ne peut pas s'enseigner puisque sa matière est la part imprévisible et créative de toute recherche de problème. On ne peut que donner un entraînement à l'heuristique qui habitue l'étudiant aux situations de recherche." (C'est moi qui souligne)

C7. En conséquence, ce que nous avons appelé raisonnement personnel (ou spontané) des enfants, ne peut pas être enseigné: il reste sous la responsabilité exclusive des élèves, même s'il est constamment sollicité par l'enseignant.

C8. Nous voudrions exposer ici dans ces conclusions, l'hypothèse faite par G. BROUSSEAU sur l'heuristique, hypothèse fondée dans ses analyses de l'épistémologie des professeurs: "L'heuristique pourrait n'être qu'une rationalisation fondée sur l'épistémologie des professeurs, une invention didactique pour les besoins du contrat, récupérée et développée par les mathématiciens en guise d'épistémologie spontanée." (BROUSSEAU, 1987).

Cette hypothèse résume l'importance que les difficultés de contrat en rapport avec un aspect du raisonnement (la résolution des problèmes), ont pour les professeurs, les mathématiciens et la didactique.

**CHAPITRE 3. LA PRISE EN COMPTE DU RAISONNEMENT NATUREL
DE L'ÉLÈVE, DANS LA RELATION DIDACTIQUE**

**3.1 UN PROBLÈME THÉORIQUE: L'ANALYSE DES RAPPORTS AU
RAISONNEMENT DANS LES DIFFÉRENTS NIVEAUX DE LA RELATION
DIDACTIQUE (R.D.)**

Les différents rôles du maître et de l'élève, ainsi que les différents fonctionnements du savoir ou des connaissances en jeu dans la relation didactique sont représentés par G. BROUSSEAU, à partir de la distinction des divers niveaux de structuration du sous-système milieu¹.

Nous allons utiliser cette représentation et le schéma proposé par G. BROUSSEAU, avec le détail par niveaux fait par J. CENTENO², pour essayer d'identifier quels sont les rôles divers que le raisonnement peut jouer dans chacun de ces niveaux, aussi bien chez l'élève que chez l'enseignant:

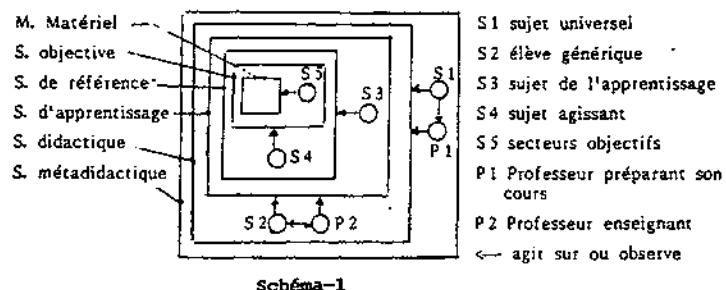


Schéma-1

Représentation des différents niveaux de structuration du milieu, proposé par G. BROUSSEAU.

1. Le schéma de cette structuration du milieu, a été utilisé par G. BROUSSEAU dans différents articles et cours, parmi lesquels, les derniers cours de l'école d'été (1989 et 1991).

2. J. CENTENO. ANNEXE: Actes de l'école d'été de Kerallic, 1991.

Le Milieu matériel: M_s

C'est la situation ou le problème proposés à l'élève dont la solution est le savoir officiel, le savoir culturel institutionnalisé, donc les raisonnements impliqués seraient des raisonnements mathématiques et/ou des raisonnements logiques.

Le sujet présent dans ce milieu matériel, S_s , est l'acteur de la situation (ou du problème); ses raisonnements sont fixés dans le contexte donné par la logique interne de la situation, c'est-à-dire par des nécessités des connaissances mathématiques en jeu. Parfois on peut simuler le fonctionnement des raisonnements des enfants, (si les acteurs du problème sont des enfants), mais il s'agit toujours des raisonnements mathématiques, dans la logique interne de la situation et en fonction des besoins didactiques de "compréhension" de la situation.

Les interactions du binôme M_s-S_s , constituent la **Situation objective**, sous le contrôle du savoir mathématique officiel.

Le Milieu objectif: M_r et la Situation de référence

Il est constitué par la situation objective, sur laquelle agit l'acteur particulier S_r , c'est-à-dire le "sujet-agissant", qui est aussi apprenant.

Les interactions du binôme M_r-S_r , constituent la **Situation de référence**, où les savoirs officiels présents dans le niveau précédent (dans la situation objective) coexistent maintenant avec les savoirs et les connaissances existantes chez les enfants (le "sujet agissant").

Pour agir, l'enfant engage dans l'action ses savoirs et connaissances personnels: il s'agit du raisonnement étudié par les psychologues, en tant que production personnelle, et qui mobilise les savoirs et les connaissances appris par l'enfant aussi bien à l'école (connaissances et savoirs officiels) qu'en dehors de

celle-ci (dans son milieu socio-culturel, notamment la famille).

Les psychologues représentent avec différentes modélisations ce raisonnement personnel de l'enfant: PIAGET et ses collaborateurs utilisent les structures logico-mathématiques comme modèle de référence et les différents niveaux de développement de ces structures ce qui conditionne les raisonnements de l'enfant, pour WERMUS l'expression Pensée naturelle décrit le fonctionnement du raisonnement personnel (des enfants ou des adultes), différent de cette pensée formelle (logico-mathématique); et VERGNAUD se réfère concrètement aux modèles implicites (les "concepts ou les théorèmes en acte"), pour désigner ces connaissances implicites qui permettent d'agir, avec une certaine régularité dans les actes, mais qui ne sont pas encore explicitables ou formulables par le sujet.

Toutes ces représentations -appelées aussi fréquemment "conceptions" du sujet- montrent un fonctionnement propre du raisonnement personnel du sujet qui est par définition différent du fonctionnement des raisonnements logico-mathématiques qui sont présents dans la situation objective: domaines de référence différents, la psychologie et les mathématiques, règles de fonctionnement différentes, etc.; en conséquence dans la situation de référence, coexistent:

- les savoirs officiels, solution de la situation objective, donc "l'objet" de la situation et
- les connaissances et savoirs personnels des enfants (les acteurs particuliers), qui sont "l'outil"³, les moyens utilisés pour aborder la situation proposée et chercher sa solution.

3. Les concepts "outil et objet", utilisés dans le sens attribué par R.DOUDY (1986): Jeux de cadre et dialectique outil-objet. Recherches en Didactique des Mathématiques, vol.7, n° 2,5-32.

Milieu de référence: M_1 et Situation a-didactique

C'est le milieu auquel le sujet épistémique S_1 est confronté dans la situation d'apprentissage a-didactique.

S_1 s'imagine agissant sur le milieu objectif M_1 , c'est-à-dire envisage les actions de S_1 : c'est le "sujet apprenant", le résolveur des problèmes, mais il a aussi des rapports plus réflexifs sur la situation: "soit pour communiquer des renseignements sur l'action soit pour débattre de son adéquation (situations de formulation ou de preuve).

Donc, dans ce niveau M_1 du milieu, le sujet S_1 résout les problèmes (il agit, cherche des solutions), il engage son raisonnement personnel au niveau de l'action mais il réalise aussi un travail réflexif sur cette action, il formule et il débat en essayant de valider la solution trouvée: il mobilise alors le raisonnement-formulation (expression-communication des raisonnements-action) et le raisonnement-validation (processus de validation) dont nous avons parlé dans le Chapitre 1.

Mais ces raisonnements formulation et validation, sont encore mobilisés au niveau privé: il s'agit des réflexions personnelles du sujet qui apprend en agissant, mais aussi quand il cherche la communication de l'action réalisée et/ou l'établissement de sa validité, face aux autres sujets-apprenants.

Ça ne sera que dans le prochain niveau du milieu M_2 : le milieu d'apprentissage -dans la situation d'enseignement-, que les raisonnements-formulation et le raisonnement-validation perdront leur caractère privé et devront être confrontés aux raisonnements officiels que l'enseignant a le devoir d'enseigner.

Milieu d'apprentissage: M₂ et Situation didactique

C'est le milieu sur lequel agissent de manière conjointe le professeur P₂ et l'élève S₂, au sein d'une situation didactique, c'est-à-dire l'ensemble des interactions S₂-P₂ avec M₂ constitue une situation d'enseignement.

Ce niveau est déterminé par la présence du professeur, ce qui produit le passage a-didactique /didactique dans la situation; le projet d'enseignement de l'enseignant marque l'apprentissage, c'est lui qui a la responsabilité d'enseigner le savoir officiel, solution de la situation proposée:

- l'apprenant devient élève
- le professeur est un acteur qui "rejoue" le texte du savoir officiel, mais qui doit aussi prendre en compte les connaissances apprises, découvertes par les élèves dans la situation a-didactique précédente: il tend à renvoyer l'élève à la position de sujet épistémique, mais en le confrontant avec la solution officielle, avec le savoir (ou la connaissance) constitué(e).
- et c'est le contrat didactique qui régle les obligations réciproques entre les deux partenaires du jeu didactique -l'élève et le professeur- autour du savoir visé, à apprendre et à enseigner respectivement.
- le double régime du savoir (le savoir officiel: "savant" et le savoir personnel du sujet) devient "observable" à partir de la présence du professeur qui détient ce savoir "savant" -mais transposé-; c'est la différence entre savoir savant et savoir enseigné montrée par CHEVALLARD⁴, dans sa définition et son analyse de la transposition didactique:

"Le double régime du savoir dans la classe crée une situation originale: il y a le savoir enseigné et il a

4. CHEVALLARD Y. 1985: La Transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné. La pensée Sauvage, Grenoble.

le savoir à apprendre, ou plutôt "à savoir". [...]. La dichotomie des places, et sa réalisation didactique, suppose une dichotomisation de l'objet de savoir: une version pour l'enseignant, une version pour l'enseigné⁵." (CHEVALLARD, 1985)

Les différents raisonnements que nous avons signalé comme étant présents dans le niveau précédent, changent aussi de statut:

- le raisonnement personnel de l'élève, au niveau de l'action, doit être exposé publiquement, pour pouvoir être accepté ou rejeté par les autres acteurs de la situation didactique, notamment le professeur, responsable de la reconnaissance du savoir savant. Il faut le communiquer, et d'une certaine manière le valider aussi, c'est-à-dire justifier la réponse ou la solution trouvée, exprimer la validité du raisonnement fait.
- le raisonnement-formulation, ou le raisonnement-validation, des élèves (produits dans le niveau a-didactique précédent mais qui se manifestent publiquement dans les situations didactiques), cessent d'être raisonnements personnels pour être "officiels" au sein d'une certaine communauté scientifique -le groupe classe avec le professeur-, qui a ses propres règles d'acceptation ou rejet des raisonnements produits, en fonction de son histoire commune: quel est le type de formulation comprise par le reste des élèves et admise aussi par l'enseignant?, quels sont les types de preuves permises, c'est-à-dire acceptables comme suffisantes dans cette communauté de référence pour établir la validité des raisonnements produits (preuves pragmatiques, preuves sémantiques, preuves syntaxiques, etc.)?.

La gestion faite par le maître dans la situation didactique, de ces raisonnements personnels et des

5. C'est l'auteur qui souligne.

raisonnements visés par la situation, est soumise aux effets du contrat didactique.

3.1.1 QUELQUES EFFETS DU CONTRAT DIDACTIQUE

Dans la situation d'apprentissage didactique, la responsabilité officielle de la reconnaissance et de l'identification des connaissances ou des savoirs découverts en phase a-didactique par les enfants est attribuée officiellement au professeur. Cette responsabilité recouvre aussi les raisonnements qui communiquent ou valident ces connaissances mêmes ou la démarche de leur production, puisque ces raisonnements sont intrinsèques aux connaissances produites afin de pouvoir les identifier publiquement dans la classe: la formulation et la validation de la solution cherchée par les enfants sont l'expression publique de cette solution.

Mais c'est là, dans ce niveau de la R.D. où les conflits entre les différents types des raisonnements apparaissent, comme effet du contrat didactique:

- L'enseignant, responsable institutionnel de la transmission et de l'apprentissage des savoirs constitués, ne peut reconnaître comme valides que les raisonnements qui soient conformes (aussi bien au niveau de formulation que de validation) aux raisonnements mathématiques officiels qui constituent la solution mathématique de la situation objective proposée

- mais l'élève, en tant que sujet agissant et épistémique et sollicité par l'enseignant comme tel, a produit dans les niveaux précédents (les situations de référence et la situation a-didactique) des raisonnements personnels (aussi bien dans l'action que dans les réflexions sur la formulation ou la validation des résultats de son action), qui ont leurs propres règles d'élaboration et que de nombreux travaux des psychologues (PIAGET, WERMUS, VERGNAUD, etc...) et de

didacticiens (A.ROBERT, L.VIENNOT, N.BALACHEFF, M.LEGRAND, G.ARSAC, etc.) qui analysent dans des différents domaines (notamment dans les mathématiques, mais aussi dans la physique et autres...) les productions personnelles des élèves et les raisonnements associés, montrent l'écart entre ces productions personnelles et les raisonnements formels constitués: le travail de L.VIENNOT en dynamique élémentaire illustre très clairement ce type des différences entre ce qu'elle appelle "Raisonnements spontanés"⁶ des élèves et les raisonnements scientifiques (dans le domaine de la dynamique).

- et ces différences, entre les raisonnements spontanés produits par les enfants et les raisonnements mathématiques à enseigner par le professeur, vont être la source des nombreuses difficultés de gestion pour le maître.

Il s'agit d'un problème de transposition didactique mais sur des objets particuliers dans l'enseignement des mathématiques, qui ne sont pas des objets mathématiques stricto sensu, des "savoirs mathématiques" sinon des objets "paramathématiques" ou "protomathématiques"⁷ tel que CHEVALLARD (1985) définit ces objets:

« les notions paramathématiques sont des notions-outils de l'activité mathématique »

La distinction, pour l'enseignement entre ces notions et les objets de savoir mathématiques, est exprimée par CHEVALLARD (pag.51) dans le paragraphe suivant:

6. La dénomination de Raisonnement spontané recouvre, d'après L.VIENNOT, ce que les psychologues appellent conceptions, représentations, mais elle attribue au terme une caractérisation moins statique que ce que les autres dénominations suggèrent. (L.VIENNOT, 1986).

7. CHEVALLARD, 1985. Ibid. 4, pag. 50-52.

"A propos des objets de savoir que sont les notions mathématiques, l'enseignant attend que l'élève sache (éventuellement):

- donner la définition (ou retracer la construction)
- donner les propriétés ("principales"), les démontrer;
- reconnaître un certain nombre d'occasions d'emploi;
- etc.

Seuls ces objets de savoir sont pleinement des (candidats à être) objets d'enseignement. Les notions paramathématiques, par exemple, ne font pas l'objet d'un enseignement: ce sont des objets de savoir "auxiliaires", nécessaires à l'enseignement (et à l'apprentissage) des objets mathématiques proprement dits. Ils doivent être "appris" (ou plutôt: "connus"), mais ils ne sont pas "enseignés" (selon le plan d'enseignement des notions mathématiques)."

- "les notions protomathématiques, sont des notions mobilisées implicitement par le contrat didactique".

Ces notions désignent les compétences ou les capacités de l'élève, -c'est-à-dire la performance de l'élève, attendue par le professeur- "de reconnaissance de certaines occasions d'emploi des notions mathématiques considérées comme outils de l'activité mathématique (CHEVALLARD, 1985)⁸.

L'expression "difficulté protomathématique" apparaît utilisée par CHEVALLARD⁹, comme étant inhérente à celui de notion protomathématique, et comme un effet du contrat:

"Une telle difficulté peut surgir du fait de la non maîtrise d'une capacité requise par le contrat didactique pour le bon entendement de celui-ci, la

8. Ibid, 4, pag. 52.

9. Ibid, 4, pag. 55.

maîtrise en question figurant alors comme pré-requis du contrat didactique. Donc un exercice pertinent demeure tout de même, en dernier ressort, assujéti aux clauses du contrat.

Les notions protomathématiques, par exemple la notion de "pattern", se situent au niveau d'implication plus profond (pour l'enseignant, pour l'élève). Ce caractère d'implicite s'exprime, dans le contrat didactique, par le fait qu'elles "vont de soi" - sauf précisément lorsqu'il y a une difficulté protomathématique et rupture de contrat."

En conséquence, la difficulté de gestion des raisonnements personnels des élèves dans la situation didactique, semble -après cette première analyse- être produite par la nature même de ces raisonnements en tant qu'objets "para" ou "proto" mathématiques et comme effet incontournable du contrat didactique: le raisonnement personnel est une compétence nécessaire que l'enseignant présuppose chez l'élève, en tant que sujet pensant et agissant, et sous sa complète responsabilité.

C'est le même type de difficulté que M.H.SALIN et R.BERTHELOT signalent dans leur thèse, pour l'enseignement de la géométrie et la notion de l'espace: la notion d'espace semble être une notion nécessaire pour l'étude de la géométrie, mais elle n'est jamais enseignée; les enseignants quand ils enseignent la géométrie, s'en servent, ils l'utilisent, mais ils la considèrent comme une notion que les élèves ont déjà et qui reste entièrement sous leur responsabilité.

Un autre aspect particulier de cette difficulté est: comment effectuer la dévolution de la responsabilité de la validation aux élèves?. Il s'agit d'une responsabilité qui institutionnellement repose

sur le professeur, il a la responsabilité du savoir officiel, mais si professeur veut que les élèves "raisonnent", produisent des nouvelles connaissances, ce désir suppose que les élèves doivent assumer aussi la responsabilité de la validation de leurs propres productions et celles des autres (professeur inclus?).

Cette problématique, qui a commencé à être abordée par le groupe "Enseignement du raisonnement", constitue un des effets du contrat didactique à prendre en compte dans la gestion du Raisonnement dans la relation didactique. Nous y reviendrons.

3.1.1.1 La gestion de l'enseignant ou le traitement des différents raisonnements présents dans la situation d'enseignement

Le double régime du savoir dans la situation didactique, génère "la répartition sur deux registres des actes épistémologiques relatifs à un même objet de savoir" (CHEVALLARD, pag.76)¹⁰:

Elève	Enseignant
constater	démontrer
vérifier	démontrer
appliquer	généraliser
...	...
DONNE PRATIQUE	THEORIE

Cette répartition permet de reformuler la gestion du maître en termes d'un jeu "quantitatif" qui lui offre la possibilité de produire de légères variations quantitatives, dans chacun des registres reconnus:

10. Il s'agit d'une mise en schéma propre des deux registres des actes de savoir signalés par CHEVALLARD.

donner un peu plus ou un peu moins de théorie, ou d'applications; c'est-à-dire l'enseignant peut réaliser "des variations de faible amplitude des frontières topogénétiques du savoir"¹¹, même si cette décision suppose qu'il assume à la fois la méconnaissance de cette différenciation structurelle qui existe indépendamment de lui.

3.1.1.1.1 L'algorithmisation des savoirs:

un moyen de négociation didactique

La gestion de ce double régime du savoir exige ce que CHEVALLARD¹² appelle "une situation transactionnelle: entre la version officiellement enseignée, et la version dont la connaissance est exigée de l'enseigné" et dans cette situation l'objet d'enseignement devient un "objet transactionnel" et l'algorithmisation une réponse possible pour les enseignants:

"L'objet d'enseignement a été noté comme objet transactionnel entre passé et avenir (dans la chronogénèse); il apparaît maintenant comme objet transactionnel entre les régimes didactiques du savoir (dans la topogénèse). De cette exigence, qui pèse sur la transposition didactique, va découler un ensemble de contraintes sur l'enseignabilité des savoirs et leur apprêt didactique; et de même que dans la "transactionnalisation" entre passé et avenir, dans la transactionnalisation entre les deux régimes épistémologiques, l'algorithmisation est une réponse possible et fréquente."

BROUSSEAU, (1986) signale aussi l'algorithme comme "pratiquement le seul moyen officiel de déblocage" des

11. CHEVALLARD, 1985. Ibid. 4, pag 78. Voir l'analyse de la différenciation de la chronogénèse et de la topogénèse du savoir dans la relation didactique.

12. CHEVALLARD, 1985. Ibid. 4, pag 76.

problèmes de contrat, même s'il n'y est que momentanément:

"L'algorithmme" constitue un instrument de déblocage et de solution des conflits didactiques, en ce sens qu'il permet momentanément un partage des responsabilités. Le maître montre l'algorithmme, l'élève l'apprend et "l'applique" correctement: sinon il doit s'exercer mais son incertitude est presque nulle. On lui affirme qu'il existe toute une classe de situations différentes dans lesquelles l'algorithmme donne une solution (le conflit va reprendre quand il s'agira de choisir un algorithmme pour un problème donné)."

3.1.1.1.2 La gestion de l'enseignant des divers fonctionnements du raisonnement

Les fonctions différentes du raisonnement, dans des domaines de référence aussi divers, comme nous l'avons analysé dans le Chapitre 1: la psychologie cognitive, la linguistique, etc. la logique et les mathématiques elles mêmes, signalent le traitement différent exigé par ces différents fonctionnements, dont seulement les raisonnements mathématiques et partiellement les logiques, rentrent dans les champs de compétences du professeur des mathématiques.

Pour analyser la gestion de l'enseignant, des différences entre les raisonnements des élèves et les raisonnements officiels. il faut prendre en compte aussi la nature propre qui caractérise ces raisonnements, qui ne sont pas des contenus, ils ne sont pas l'objet même de la leçon, mais la manière dont ce contenu a été produit, formulé ou validé, ce qui marque déjà des différences possibles dans cette gestion:

- le processus de recherche de la solution (gestion du R-action)

- la formulation: l'expression ou communication du résultat de l'action, ou de la validité de celui-ci (gestion du R-formulation)

- le processus de validation (gestion du R-validation)

La gestion que l'enseignant met en oeuvre dans un tel procès, dépend significativement des résultats de la recherche: si l'élève trouve au moins "une solution" qu'il puisse formuler et/ou valider, ou par contre si l'élève n'arrive à aucune solution:

- Si l'élève trouve "une solution négociable", ou tout au moins s'il présente un résultat à la situation proposée, le problème consiste à constater ou identifier cette solution trouvée par l'élève par rapport à "la solution" officielle, pré-existante et connue déjà par l'enseignant: c'est-à-dire c'est le problème, dont nous avons parlé dans le paragraphe précédent, de la transposition didactique des savoirs en général et des notions-outils de l'activité mathématique en particulier.

Nous reprendrons les analyses faites dans le Chapitre 1, pour présenter quelle est la gestion que les enseignants font de ces objets spéciaux ("para" ou "proto" mathématiques), de leur formulation et/ou de leur validation.

- Si l'enfant échoue et s'il ne sait pas "chercher" une solution, ou que la solution est considérée comme une erreur par l'enseignant:

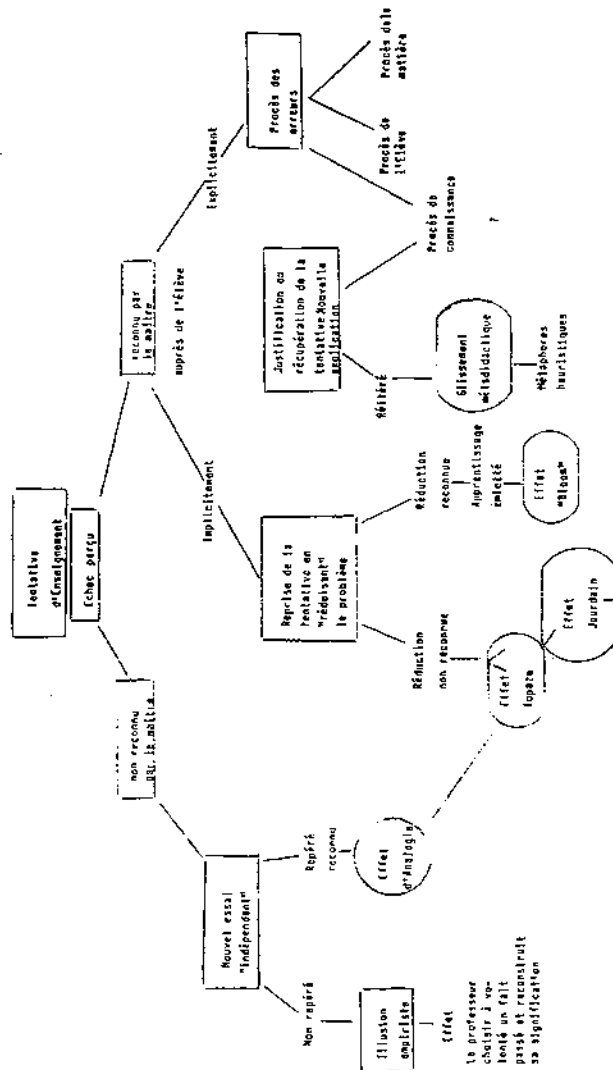
▪ Comment le professeur peut-il l'enseigner?, est-ce que c'est possible d'enseigner l'aspect créatif du raisonnement?

▪ Comment l'enseignant négocie-t-il "l'échec" ou "l'erreur" de raisonnement?

Avec le schéma d'analyse de G.BROUSSEAU sur les différentes tentatives d'enseignement à partir d'un échec, nous allons continuer à identifier la nature des

difficultés possibles, que la tentative d'un tel enseignement pourrait entraîner pour le maître, qu'il reconnaisse ou non l'échec perçu.

Schéma d'analyse -proposé par G.BROUSSEAU- des différentes tentatives d'enseignement à partir d'un échec perçu



i) Si l'élève trouve, au moins, "une" solution

i.) La recherche de la solution

La recherche de la solution signale le problème de comment l'enfant mobilise ses connaissances personnelles, dans une situation nouvelle, pour trouver des solutions qui sont des connaissances nouvelles.

BROUSSEAU et CHEVALLARD expliquent le rôle de l'enseignant dans cette phase du processus d'enseignement, où l'algorithmisation apparaît encore comme la réponse attendue:

BROUSSEAU (1987) explique comment l'enseignant doit donner à l'élève, non seulement le problème sinon les moyens pour les aborder, comme une nécessité de la négociation didactique, et les conséquences que cette décision produit:

"Or, le professeur, à coté des problèmes, doit donner des moyens de les résoudre (le savoir théorique par exemple) et rendre compte que les moyens déjà enseignés, permettaient bien de construire la solution. Il doit donc faire comme s'il savait comment, en partant de certains savoirs (enseignés) on fabrique des solutions à des problèmes nouveaux. Et un jour, il doit aussi s'expliquer sur ces moyens: comment on les retrouve, comment on les reconnaît..."

Et c'est dans cette situation que l'algorithme semble être la solution pour la gestion, même s'il génère aussi des malentendus:

"On doit donc s'attendre à ce que l'élève reçoive toutes les indications du professeur sur le même mode comme moyens "efficaces" de résoudre les problèmes (tels que les algorithmes) et ceci même si le professeur choisit de façon à ce qu'ils relancent la recherche de l'élève, l'encouragent, l'aident sans toucher à l'essentiel de ce qui doit rester à sa charge. Ainsi, les indications de

type heuristique seront demandées, données et reçues au sein d'un malentendu, suggestions incertaines pour l'un, connaissances comparables aux algorithmes ou aux théorèmes de mathématiques pour l'autre. Avec cet Art de résoudre les problèmes, dont l'essentiel est fondé sur l'introspection, le maître voudrait apprendre à son élève à chercher; lui, attend des algorithmes.

Mais ce que le maître voudrait présenter à l'élève comme des occasions de recherches typiques n'est qu'une collection d'objets culturels, de problèmes dont les solutions sont connues et répertoriées par l'heuristique¹³. L'élève est donc fondé à le recevoir sur le mode du savoir."

CHEVALLARD définit la contradiction ancien/nouveau comme le moteur du processus d'enseignement:

- l'objet de savoir à enseigner, doit apparaître dans un premier moment comme "nouveau", ce qui permettra de nouer le contrat didactique entre enseignant et enseigné: "il peut être l'objet d'un enseignement, et l'enjeu d'apprentissage"

- dans un second moment, il doit apparaître comme "ancien": "c'est-à-dire autorisant une identification (par les enseignés) qui s'inscrive dans la perspective de l'univers de connaissances anciennes".

La recherche des solutions nouvelles à l'aide des savoirs ou connaissances anciennes peut être donc, considérée comme le processus décrit par CHEVALLARD en tant que dialectique de supériorité de la contradiction ancien/nouveau, dans l'enseignement.

Et c'est l'enseignant qui dirige cette dialectique, avec la présentation selon un certain rythme (marqué par "le temps didactique") du "nouveau", des nouveaux

13. C'est moi qui souligne.

objets du savoir dans la classe, mais il ne peut pas contrôler la genèse chez les élèves de ces mêmes objets enseignés: c'est-à-dire l'enseignant peut diriger la "chronogénèse"¹⁴ mais il ne peut pas contrôler la "topogénèse" des savoirs

Dans l'analyse faite de la contradiction ancien/nouveau, CHEVALLARD signale aussi l'algorithmisation comme un des moyens de négociation didactique utilisés par les enseignants, quand un objet d'enseignement est considéré "trop nouveau" par les élèves, en lui reconnaissant un rôle de dénaturalisation de cet objet d'enseignement.

1.) La formulation

Le raisonnement-formulation, défini dans le Chapitre 1, recouvre aussi bien l'expression du raisonnement-action, des démarches et/ou des connaissances mobilisées par le sujet-agissant S_1 dans une situation d'action, que le travail réflexif de l'acteur épistémique S_2 , engagé dans une situation de communication.

Différents types de langage coexistent au sein de la situation didactique:

- la solution de situation objective proposée, est le savoir officiel, donc une formulation dans le langage mathématique

- l'élève en tant que sujet engagé dans l'action, agit, et résout, avec ses connaissances personnelles (privées et publiques) le problème posé et en fonction de ces connaissances mobilisés et des outils langagiers dont il dispose, il exprime sa solution.

En conséquence dans cette solution, le savoir officiel pertinent (s'il a été trouvé) sera masqué dans sa formulation par:

14. CHEVALLARD, 1985. Ibid. 4, pag 76-77.

- Les connaissances personnelles engagées dans l'action de recherche:

- Quels ont été les moyens employés pour arriver?
 - Comment l'élève peut séparer l'explication de la recherche et les résultats?
 - Est-ce que l'élève est capable de savoir ce qu'il faut formuler, parmi toutes les connaissances mobilisées?
- «Quelle est la solution "légitime" et pourtant formulable?

- Les outils langagiers de l'élève, avec la langue naturelle comme référence, mais aussi les codes et les représentations propres du langage mathématique que l'élève maîtrise (connaissances mathématiques "utilisables"):

"La formulation des descriptions et des modèles dont il est question est réglée par un tout autre type de code. Même si la théorie des langages permet d'unifier la construction d'un énoncé et la démonstration d'un théorème, le recours constant, dans l'activité mathématique, à la langue naturelle et à toute sorte de représentations tels que les dessins ou les graphes, exige de distinguer pour eux des codes et des modes de contrôles propres." (BROUSSEAU, 1986)

Le professeur doit gérer, dans la situation didactique, cette communication (ou la "correction" des situations spécifiques de formulation); il connaît la solution de la situation, sa formulation "correcte" mathématiquement et la formulation qu'il "peut accepter" officiellement dans la classe, en fonction de son "histoire¹⁵", et de la "mémoire didactique" (J.CENTENO, G.BROUSSEAU, 1991) que l'enseignant a

15. Histoire didactique de la classe: les connaissances données, l'articulation de ces connaissances, le contrat accepté dans les situations didactiques (formulation, règles de débat...)

(et/ou il veut avoir) de cette histoire; c'est-à-dire quel est le niveau d'exigence permis officiellement par l'enseignant, dans la formulation?:

- La compréhension générale du groupe d'élèves: la formulation utilisée n'importe pas si l'information est comprise par le reste d'élèves?

- L'expression correcte, sémantiquement et syntaxiquement, en utilisant le vocabulaire mathématique adéquat?

- Quel "degré d'imprécision" (ou même "d'incorrection") dans le discours global d'un élève, est capable l'enseignant d'accepter, ou de négocier?

- Dans la dialectique ancien/nouveau, le niveau d'exigence de l'enseignant, par rapport à la formulation, est le même, pour les savoirs ou les connaissances qui fonctionnent comme "nouveau" que pour celles qui fonctionnent comme "ancien"?

La réponse à toutes ces questions, semble devoir être découverte implicitement par les élèves, à partir des indications ou des signes didactiques transmis par l'enseignant pendant ces phases publiques de formulation: les corrections faites, les exemples qu'il donne, comment le professeur formule ou reformule les différentes solutions trouvées...; c'est-à-dire la "coutume" et l'imitation semblent fixer les normes de fonctionnement collectif, et même de "l'apprentissage" de l'expression des raisonnements.

La formulation de la justification ou validation des découvertes faites, sera considérée (et identifiée) dans le paragraphe suivant: celui du "raisonnement-validation".

i.) La validation

La gestion du raisonnement comme processus de validation, dans la situation didactique, représente le moment le plus délicat, de la négociation didactique: c'est l'acceptation ou le rejet officiel des

raisonnements personnels, des productions "nouvelles" élaborées par les élèves, par rapport à leur validité dans le domaine des mathématiques:

- la situation d'action, pouvait offrir un certain intervalle à l'enseignant pour négocier seulement le résultat du raisonnement-action personnel en fonction de la solution officielle de la situation, en ignorant, ou laissant de côté, le processus d'élaboration de recherche de la solution-le raisonnement employé-entant que notions "para ou proto mathématiques" qui ne sont pas un objet direct d'enseignement, donc qui peuvent être ignorées (solution déjà signalée par CHEVALLARD, comme habituelle dans l'enseignement).

- du même, la formulation, permet de négocier les différences comme un problème de vocabulaire, d'expression, dont "la correction", l'élimination de la différence entre la réponse de l'élève et la réponse officielle peut être faite "facilement" par l'enseignant, en "reformulant" l'expression de l'élève, sans entrer dans l'origine des difficultés.

- mais dans la phase de validation, ce sont les raisonnements mathématiques -les démonstrations-, ou les raisonnements logiques, qui peuvent seuls valider ou réfuter mathématiquement les réponses des élèves. C'est donc, dans cette phase de validation ou les conflits générés par le contrat didactique seront inévitables.

Il convient de rappeler ici, comment BROUSSEAU décrit les formes de connaissances qui interviennent dans le processus de validation du sujet:

"En simplifiant un peu, les formes de connaissance qui permettent de "contrôler" explicitement les interactions du sujet relatives à la validité de ses déclarations, sont principalement ses savoirs exprimables et reconnus comme tel par le milieu. Ils sont organisés en théories, en démonstrations et définitions bien déterminées sous leur forme culturelle plus achevée."

Cette identification nous permet de repérer les éléments plus significatifs à prendre en compte dans la gestion de ce type de connaissance (raisonnement-validation¹⁶):

a) Les différenciations savoir-connaissances ou le rôle de l'institutionnalisation dans la situation didactique:

"La distinction entre un savoir et une connaissance tient d'abord à leur statut culturel; un savoir est une connaissance institutionnalisée, le passage d'un statut à l'autre implique toutefois des transformations qui les différencient et qui s'expliquent en partie par les relations didactiques qui se nouent à leur propos."
(BROUSSEAU, 1986).

Des travaux récents ont apporté des précisions très intéressantes à ce sujet: la thèse de A.ROUCHIER présente des précisions très pertinentes sur ce processus d'institutionnalisation¹⁷, et sur la manière dont l'enseignant la gère; et dans son dernier article, F.CONNE approfondit l'analyse des différences entre les savoirs et les connaissances, ainsi que dans le rôle de l'institutionnalisation, dans l'établissement de ces différences.

Nous voudrions simplement signaler une phrase de ROUCHIER (pag.31) qui résume le rôle de l'institutionnalisation dans le système d'enseignement:

"Il (le système d'enseignement) doit d'une part transformer des savoirs en résultats des apports personnels. Il doit aussi transformer des apprentissages personnels en savoirs supposés culturels. L'institutionnalisation, c'est le changement de régime des connaissances qui sont instituées en savoir." (C'est moi qui souligne).

16. Pour une analyse plus exhaustive du processus de validation, voir (BALACHEFF, 1988).

17. (ROUCHIER, 1991)

Mais, pour les raisonnements, objets "para" ou "proto-mathématiques", qui ne sont pas objets de savoir dans la situation didactique, quel est le rôle de l'institutionnalisation?

Seulement "le résultat" de la recherche personnel, "la solution trouvée" pourra être négociée, mais au travers de la gestion qui publiquement reçoit cette solution, le raisonnement est implicitement questionné:

- si elle est acceptée publiquement, ceci institutionnalise d'une certaine manière et au niveau privé, le travail de recherche du sujet, le raisonnement-action qui l'a conduit à la solution visée

- si la solution est rejetée, souvent la capacité "logique" ou même le raisonnement, sont invoqués par les enseignants comme la cause de l'échec ou de l'erreur, mais sans rentrer dans son analyse (Voir le paragraphe sur le traitement de l'échec)

C'est-à-dire, habituellement la reconnaissance chez l'enseignant des "capacités", ou des concepts-outils que possède l'élève pour résoudre les problèmes ou les situations, reste absente de la relation didactique, sauf pour les diagnostics négatifs. On y reviendra dans des prochains paragraphes.

b) La composante sociale de la validation: reconnaissance du milieu.

"Cette justification se réfère à la fois à la conviction profonde de l'élève et la convention sociale acceptée." (BROUSSEAU)

L'importance du rôle que joue "l'interaction sociale comme moteur des processus de validation" a été déjà signalée et analysée théoriquement et empiriquement par BALACHEFF, dans sa thèse, ainsi que la responsabilité de l'enseignant dans cette interaction.

Le problème de la dévolution de la responsabilité de la gestion de la validation aux propres élèves a été déjà posé, et la recherche de solutions alternatives

aux situations "classiques" où l'enseignant est l'unique détenteur de la "vérité mathématique" continue; c'est le travail de réflexion du groupe "Enseignement du Raisonnement" de Grenoble.

c) La distinction outil/objet pour un même savoir ou connaissance.

BROUSSEAU (1986) signale ces différences, qui sont l'objectif même de notre thèse, contribuer à établir et à préciser ces différences, à partir de l'analyse des outils, qui sont souvent négligés par rapport aux objets, et plus concrètement de certains outils décrits dans la "pensée naturelle":

"IL est très important de ne pas confondre a priori les connaissances et les savoirs, objets d'une activité de construction de la part de l'élève avec les connaissances et savoirs en tant que moyen de construction et surtout avec les connaissances qui décrivent les rapports que nous cherchons ici à établir entre ces deux domaines. Même si elles paraissent se présenter sous un aspect unifié ou identique, ces distinctions sont bien évidentes dans les travaux sur la "pensée naturelle" que nous avons utilisés dans plusieurs recherches (WERMUS)."

Dans la IIIème partie, avec l'expérimentation, nous essayerons de montrer ces différences, notamment de mettre en évidence certains aspects de cette pensée "naturelle" dans la R D

d) La distinction entre l'énoncé et l'assertion sous-jacente

"Cependant, il est utile de conserver la distinction faite en logique entre l'énoncé comme une expression bien formée ou comme un ensemble de réalisations et l'assertion qui enclôt cet énoncé dans une déclaration métathéorique sur sa validité, sur un domaine donné ou sa déductibilité d'un système d'axiome. En généralisant cette distinction, un jugement est composé:

- d'une description ou modèle exprimé dans un certain "langage" ou (dans une certaine théorie) renvoyant éventuellement à "une réalité" (c'est à dire au dispositif du jeu en cours)

- et d'un jugement sur l'adéquation de cette description, sur son caractère de contingence au regard des connaissances du sujet ou du milieu." (BROUSSEAU, 1986)

Nous avons voulu retenir cette distinction, que nous considérons habituellement ignorée par les professeurs, mais dont sa prise en compte suppose une grande complexité pour la gestion de l'enseignant. Ce sujet a commencé à être abordé à BORDEAUX, par le professeur Mariano MOREIRA, en élargissant les limites du présent travail.

ii) Si l'enfant échoue et qu'il ne sait pas "chercher" une solution

Les productions personnelles des élèves, différentes de celles que le professeur attendait, sont généralement considérées par les enseignants comme des "erreurs", concrètement comme des "erreurs de raisonnement" (N.MILHAUD, M.H.SALIN...), tout au moins comme un échec face aux connaissances visées par le maître.

G. BROUSSEAU analyse quelles sont les différentes tentatives d'enseignement d'un enseignant, pour traiter un échec perçu (Figure-1)¹⁸: Ce schéma pour un échec quelconque signale déjà toute une série de phénomènes didactiques (des effets Topaze, Jourdain, Bloom, glissement méta-didactique, etc) que le traitement de l'échec des élèves par rapport à la connaissance officielle cherchée, peut produire.

18. G. BROUSSEAU, 1987: Les différents rôles du maître. Conférence du Colloque des PEN. Angers, Mai 1987. Texte élaboré grâce aux notes et aux transcriptions de M.J.PERRIN.

A.- Si le maître ne reconnaît pas l'échec et il propose un nouvel essai "indépendant", mais qui devra envisager le même type de raisonnement comme moyen de découvrir la solution de la nouvelle situation, il provoque une rupture théorie/pratique (avec la disparition du savoir en jeu) autant si l'élève repère la similitude (l'effet d'Analogie: l'élève essaiera de résoudre avec le même modèle que dans l'essai précédent) que s'il ne la découvre pas, et il prend la résolution du nouvel essai comme une "vraie" nouvelle situation sans aucun lien avec la précédente; s'il la résout, ceci ne pourra pas être interprété par l'enseignant comme une réussite à la première situation, dont l'élève méconnaît la similitude.

Donc, même si l'élève réussit le nouvel essai, l'échec précédent n'est pas réglé officiellement, seulement l'illusion empiriste du professeur, peut interpréter cette issue didactique, comme une solution à l'échec produit (BROUSSEAU, 1987); et si l'élève réussit par analogie, en interprétant les indications données par l'enseignant, dans la situation précédente, il est en train de répéter un processus, un raisonnement déjà fait (celui du maître), et non pas de le produire lui-même.

B.- Si l'enseignant reconnaît auprès de l'élève - implicitement ou explicitement- l'échec, il est conduit à des nouvelles reprises de la situation en "réduisant le problème", ou à la justification ou au procès de l'erreur.

B1.- Dans le premier cas (reconnaissance implicite), BROUSSEAU (1987) décrit comme des effets Topaze ou Jourdain les effets qui seraient produits si le procès de réduction n'est pas reconnu par l'enseignant ou comme un effet Bloom, si la réduction est reconnue et l'apprentissage émetté volontairement par l'enseignement, afin de simplifier son acquisition.

Mais, quelle signification donner à la "réduction" d'un raisonnement? Est-ce qu'elle peut être observée?

Le travail d'identification des raisonnements "complexes", avec un ensemble de raisonnements plus simples, bien déterminés et articulés selon des hiérarchies bien établies, ainsi que les conséquences qu'avait pour l'enseignement des mathématiques ce processus d'émiettement, a été entrepris en didactique à partir d'approches diverses. (PLUVINAGE, GRAS, COQUIN-VIENNOT, FILLOY, ...)¹⁹ au moment où institutionnellement, la base de la philosophie qui animait la réforme des nouveaux programmes, était l'enseignement par objectifs (à partir des taxonomies de Bloom).

Des difficultés des enseignants à gérer les objectifs supérieurs des taxonomies, (les objectifs qui peuvent être identifiés plus facilement avec des fonctions propres au raisonnement²⁰), ont été constatés par FILLOY et ses collaborateurs²¹.

La difficulté de trouver l'émiettement qui "convient" aux connaissances mathématiques et à leur hiérarchie hypothétique a été signalé par COQUIN-VIENNOT dans sa thèse, ainsi que les insuffisances de l'articulation de tous ces "miettes" dans une situation nouvelle, où les connaissances fonctionnent globalement et non partiellement.

Et la réduction non-reconnue du raisonnement inhérent à une situation pour trouver sa solution, comment peut-elle être envisagée?

19. Ces travaux seront présentés dans le Chapitre 3, dans: L'état de la question.

20. Taxonomies de BLOOM,

21. FILLOY et collaborateurs, 1977-78: Experimentación en el área de matemáticas del 5º Grado de Educación primaria 77-78. Medición y sistemas de numeración -Sección Matemática Educativa del CIAE de IPN.

- A partir de la quantité d'informations données dans la situation?

- Du "nombre de pas" pour arriver à la solution?

- Du type de connaissances en jeu?

- ...

Mais, en tout cas le raisonnement mathématique solution de la nouvelle situation serait différent, par la propre nature du changement produit (si c'est le même, il n'y pas de "réduction") de celui de la première situation où l'échec s'est produit, et les connaissances privées engagées par l'élève pour résoudre la solution -le raisonnement personnel de l'enfant- changeraient aussi (s'il y a "réduction" cela signifie une diminution des compétences exigées à l'élève pour la trouver). En conséquence la réussite à la deuxième tentative, ne suppose pas la réussite à la première situation, les deux étant différentes, mais

- cette hypothétique réussite de l'élève dans une situation où le raisonnement exigé est présumé être la réduction d'autre raisonnement plus complexe, "garantit" l'acquisition du raisonnement complexe? Est-elle nécessaire, est-elle suffisante?

La question nous renvoie au problème de l'émiettement et de la hiérarchie des raisonnements, posé précédemment, dans la réduction reconnue.

BROUSSEAU fait déjà à 1976, une critique des conceptions classificatoires des problèmes ("selon une structure de treillis et à condition d'avoir une axiomatique convenable de la théorie à enseigner" du point de vue du contenu mathématique), basée dans la séparation des éléments qui fonctionnent ensemble: notamment l'absence presque totale du sujet, et en conséquence de la signification mathématique, et un apprentissage selon un schéma classique de l'acquisition progressive et continue, qui ne correspond pas au fonctionnement de l'apprentissage effectif d'une notion.

B2.- Dans le deuxième cas, continue BROUSSEAU, la reconnaissance explicite de l'erreur amène l'enseignant à des effets de glissement méta-didactique (avec l'utilisation des métaphores, ou l'enseignement des heuristiques), ou à un procès des erreurs, qui peut dériver en des procès divers:

- des procès à l'élève, qui se voit jugé par le maître, comme incapable de produire les "bonnes réponses"

- des procès à la matière, avec un écrasement sur l'enseignement formel et la perte du sens de la connaissance dans la situation: l'enseignement des raisonnements formels, tout faits

- des procès de connaissance, attribués aux professeurs précédents, aux articulations entre les niveaux, etc.

Dans l'article occasionnel, "L'effet du glissement méta-didactique", G.BROUSSEAU définit ce phénomène: "Il consiste en la transformation d'un moyen d'enseignement ou de compréhension d'une connaissance en objet d'enseignement." Il ajoute des précisions qui servent à illustrer le fonctionnement de ce phénomène qui se manifeste principalement "sous le coup d'une difficulté ou d'un échec"; circonstances dans lesquelles nous avons considéré l'enseignant quand il doit gérer les divers fonctionnements du raisonnement:

"Il se produit le plus souvent sous le coup d'une difficulté ou d'un échec. Dans sa forme la plus familière par exemple, le maître fournit une première explication pour faire acquérir le savoir à l'élève; mais si cette explication ne réussit pas, le maître peut être accusé (se sentir...) de n'avoir pas fourni une bonne explication (un moyen suffisant d'apprendre). Alors, au lieu soit de changer le problème (au risque d'un effet Topaze ou d'un effet Jourdain), soit de chercher un problème analogue (où il risque d'abuser de

l'analogie), le maître prend alors sa première explication comme objet de sa nouvelle explication, donc comme objet d'étude et éventuellement comme connaissance à enseigner ce qui n'était précédemment qu'un moyen d'enseignement. En dernier ressort, il peut faire apprendre ces moyens heuristiques comme des savoirs."

Dans ce paragraphe, BROUSSEAU signale les différentes attitudes que l'enseignant peut adopter, face à un échec et la différence qui existe entre elles et la reconnaissance explicite de l'échec, qui produit un glissement méta-didactique qui apparaît comme un effet du contrat didactique, avec la justification et/ou l'explication de celui-ci et les nouvelles explications produites à partir de chaque nouvel échec ou incompréhension.

"Il apparaît comme un effet du contrat didactique. [...]. Dans un premier temps le contrat didactique conduit à un glissement de fonctions entre connaissance dont la transmission est visée, moyens de contrôle de cette connaissance (sa compréhension), objet d'enseignement et moyen d'enseignement²². Dans un deuxième temps, ou plutôt dialectiquement, le changement de fonction modifie profondément ces éléments en présence.

Les exigences du contrat didactique conduisent le maître à formuler autant que possible le moyen de contrôle dont peut disposer l'élève dans l'usage des connaissances qu'il veut transmettre en même temps qu'il explicite l'objet de l'enseignement les transformant au besoin en savoirs et savoirs-faire aussi textuels et algorithmiques qu'il le peut." (BROUSSEAU, 1986)

L'enseignement de l'heuristique est aussi identifié par BROUSSEAU comme un effet de glissement méta-didactique, conséquence du contrat didactique: un procédé établi à partir des commentaires de type

22. C'est moi qui souligne.

heuristique réalise d'une manière privée par les professeurs²³, mais qui sort du cadre privé avec les travaux de POLYA de systématisation de ce type de démarches et de moyen d'enseignement le travail heuristique a pu devenir objet d'enseignement. Mais l'efficacité de ce type de travail, semble douteuse:

"L'efficacité de ces connaissances d'heuristique pour la résolution de nouveaux problèmes laissant à désirer, il se trouve des professeurs pour chercher des heuristiques de second ordre lorsque la réaction naturelle de la communauté scientifique se fit noter."

Comme explication, BROUSSEAU formule une hypothèse:

"Ce glissement méta-didactique est facilité vraisemblablement par la confusion qui s'établit dans l'épistémologie des professeurs entre un théorème, une suite de théorèmes formant une démonstration formelle d'un énoncé et les moyens par lesquels un élève produit, trouve, retrouve ou se convainc de la validité de cet énoncé. Jouant le même double rôle de savoir et de moyens de faire savoir, ils deviennent interchangeable. (Dans les processus classiques d'enseignement, rien ne distingue vraiment comme moyen de résoudre un problème une heuristique qui marche d'une démonstration qu'on connaît. Il serait intéressant d'observer pourquoi le glissement méta-didactique qui tend à se produire pour chaque question difficile (et dans d'autres domaines que les mathématiques) est assez bien contrôlé dans la plupart des cas."

Le Milieu didactique: M_1 et la Situation méta-didactique

"Le professeur réfléchissant à son activité d'enseignement ou la préparant, envisage ses propres

23. BROUSSEAU, cite comme exemple les professeurs de classes préparatoires: "Depuis toujours les professeurs de classes préparatoires accompagnent leurs cours et leurs exercices de commentaires "privés" de nature heuristique."

rapporte avec ses élèves: il se place ainsi dans une position P_1 , réflexive par rapport à la situation précédente qui se constitue alors pour lui, en un nouveau milieu M_1 : le milieu didactique, ou la situation didactique dans les sens du professeur. Cette position est similaire pour le maître à la position S_1 (sujet épistémique) pour l'élève.

Remarquons que l'élève peut lui aussi se placer dans cette position (S_1) pour observer, juger ou tirer parti de façon consciente de la situation didactique." (BROUSSEAU, 1986)²⁴

Le milieu didactique (M_1) est constitué par la situation didactique, quand celle-ci est objet d'un travail réflexif aussi bien de la part de l'enseignant (P_1), que de l'élève (S_1).

La couple P_1 - S_1 agissant sur le milieu didactique (M_1) définit la Situation méta-didactique.

Dans cette situation méta-didactique l'enseignant prépare, observe, juge, etc. le milieu didactique, c'est-à-dire il réalise les analyses a-priori et a-posteriori de la situation didactique: la préparation des cours, des situations (leur déroulement et leurs résultats), les comportements des élèves et ses rapports avec eux (les envisagés et les observés) se trouvent dans cette situation méta-didactique.

L'élève peut aussi observer, analyser, juger, etc. son propre apprentissage, et/ou toute la dynamique de la situation didactique: il est aussi dans la situation méta-didactique; cette analyse peut être faite d'une manière conjointe avec l'enseignant, c'est le moment qu'ils envisagent ensemble une certaine situation ou un projet à réaliser, ou bien qu'ils analysent a-

24. BROUSSEAU (1986): "La relation didactique: Le milieu". Article occasionnel n° 4, des "Etudes en Didactique des Mathématiques", UFR de Mathématiques-IREM. Université de BORDEAUX-I.

posteriori le déroulement et/ou les résultats d'une situation vécue.

Ce type de travail, un travail réflexif, qui caractérise ce niveau de la relation didactique, est un travail où le raisonnement est toujours présent de diverses manières. Nous allons distinguer deux moments différents: la préparation des cours (de la part de l'enseignant) et l'analyse conjointe (enseignant-élève) d'une situation didactique.

i) La préparation des cours

C'est dans ce moment que l'enseignant réfléchit et choisit le milieu matériel (M_s) qui détermine la situation (ou le problème) à proposer à l'élève: c'est l'articulation didactique du savoir (la chronogénèse), gérée par l'enseignant en fonction de l'histoire de la classe (ce qui est déjà connu par les élèves, les difficultés observées, "le niveau" des élèves²⁵, etc.)

Cette situation à proposer aux élèves (qui comprend normalement des informations et une (ou plusieurs) question) doit remplir certaines conditions:

- elle doit correspondre à un savoir, ou à une connaissance mathématique -officiels-, qui sont l'objectif visé par l'enseignant; ce savoir exige généralement la maîtrise préalable d'autres savoirs mathématiques, à partir desquels il se construit et s'articule: elle doit répondre à la logique interne du savoir

- elle doit être accessible à l'élève -aussi bien l'information donnée que la question posée- et ceci suppose:

- la prise en compte de l'enseignant, des savoirs et connaissances officiels et publics, que la classe (le groupe d'élèves) possède d'une manière collective

25. Nous en avons déjà parlé (paragraphe 3.1.1.1), quand nous avons signalé la possibilité de l'enseignant de déplacer légèrement la frontière entre les deux registres épistémologiques du savoir (théorie-pratique).

pour pouvoir rentrer dans la situation proposée (aussi bien pour la compréhension de l'information que pour la recherche de la solution): nous pouvons identifier cette condition avec la gestion de la chronogénèse du savoir dans la relation didactique, c'est-à-dire la gestion d'une certaine "logique didactique" du savoir (avec ses propres règles de fonctionnement, ses propres besoins internes d'articulation...)

- la reconnaissance implicite de certaines compétences personnelles de l'élève en tant que sujet-agissant, compétences nécessaires pour pouvoir manier l'information donnée et "raisonner", pour trouver une solution à la question posée (recherche d'une solution, prise de décision, etc...): c'est-à-dire la sollicitation du raisonnement personnel (officiel et privé)²⁶ de l'élève en tant que sujet.

En définitive c'est le problème de la transposition didactique du savoir, qui se pose à ce moment de la préparation des cours, dans la situation méta-didactique.

ii) L'analyse conjointe d'une situation didactique

La reconnaissance explicite des erreurs des élèves, et le discours sur l'analyse de ces erreurs de la part de l'enseignant, peuvent être un exemple de ce type de situation méta-didactique: généralement l'analyse des erreurs porte sur les processus d'élaboration de la solution, et non pas sur le résultat lui-même, c'est-à-dire sur les raisonnements engagés, mais seulement le raisonnement mathématique peut être objet de l'analyse explicite (nous l'avons déjà signalé), même si ce n'est pas lui l'origine de l'échec des élèves.

Si un travail spécifique sur les démarches de recherche ou de production des solutions, est envisagé

26. Privé: en tant qu'individu; Officiel: en tant que sujet-élève appartenant à un groupe-classe concret.

par l'enseignant à ce niveau, ce travail ne peut qu'aboutir à l'apprentissage d'algorithmes ou d'heuristiques qui permettent de négocier une issue didactique aux erreurs concrètes, mais il ne résoud pas les obstacles (d'origine épistémologique, ontogénétique ou didactique) qui ont produit l'échec ou l'erreur.

G.BROUSSEAU (1976) dans l'analyse faite sur les obstacles épistémologiques en mathématiques²⁷ montre la différence entre "algorithme d'établissement d'une formule" et "algorithme d'acquisition d'un savoir" et comment la confusion entre ces deux types d'algorithmes est dénuée de fondement; et c'est cette confusion généralisée qui conduit certains enseignants à un travail systématique sur les algorithmes ou l'heuristique comme solution aux erreurs qu'ils attribuent au raisonnement.

L'importance du choix des problèmes, ou des situations pour l'enseignement est signalé aussi par BROUSSEAU, dans ce même article:

"Ainsi les problèmes les plus intéressants seront ceux qui permettront de franchir un véritable obstacle. C'est pourquoi à propos des problèmes, j'ai voulu examiner la question des obstacles en didactique."

Ici nous retrouvons les difficultés liées à la résolution des problèmes proches de ces obstacles et comment la prise en compte de ces obstacles (manifestés par des erreurs reproductibles et persistantes) et de leur franchissement a des conséquences sur la préparation et l'organisation des situations problématiques, notamment dans la différence entre la conception classique de "problème" et celle de "situation" telle que nous l'envisageons en didactique des mathématiques.

27. BROUSSEAU G. (1976): "La problématique et l'enseignement des mathématiques". Exposé à la XXVIII^e rencontre CIEAEM (Louvain la neuve). Publié comme article "Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques". R.D.M. vol. 4, n° 2-1983.

En conséquence, nous voyons comment la prévision et le dépassement des erreurs des élèves, doivent être faits par les enseignants dans ce niveau méta-didactique, mais non à partir du travail réflexif explicite sur ces erreurs, sinon à partir de l'élaboration de situations didactiques qui permettent à l'élève de franchir l'obstacle, source de ces erreurs.

3.2 TRAITEMENT DIDACTIQUE DES RELATIONS LOGIQUES:

HISTORIQUE DES QUESTIONS

A part la logique mathématique, différentes relations logiques sont aussi présentes dans la relation didactique (nous en avons déjà parlé), et nous voudrions rappeler certaines d'entre elles:

- la logique interne des connaissances mathématiques, leur articulation dans le savoir "savant"

- la logique de l'apprentissage de ces connaissances ou leur articulation didactique, en fonction de leur acquisition

- la logique naturelle d'organisation sémantique des conceptions et des concepts, chez les enfants en tant que sujets de son apprentissage

Il s'agit des trois secteurs différents, mais qui sont travaillés en permanence en didactique des mathématiques, pour analyser le rôle qu'ils jouent dans la relation didactique; ils ont été l'objet des recherches précédentes concernant les rapports entre les connaissances elles-mêmes, ou bien entre les connaissances et leur apprentissage, mais ils étudient toujours l'analyse du fonctionnement a-didactique de ces connaissances et de leurs conditions d'acquisition.

Nous allons continuer ces analyses: l'étude de cette diversité de statuts logiques, mais dans leur fonctionnement didactique: comment cette diversité est (ou peut être) traitée dans l'enseignement, dans la relation didactique?

Pour préciser les questions nouvelles que notre travail aborde, nous allons commencer par faire un bref historique des questions et des réponses, apportées par les recherches précédentes.

3.2.1 LA REFORME DES MATHEMATIQUES MODERNES:

UN ESPOIR D'ACCES A L'ENSEIGNEMENT DE LA LOGIQUE

La réforme des années 70 -la réforme des Mathématiques modernes-, vise directement les contenus à enseigner, en introduisant de nouvelles connaissances comme les ensembles, les relations et les structures, mais elle suppose aussi une nouvelle formulation et réorganisation des contenus mathématiques "traditionnels"- que les nouvelles connaissances permettaient- et qui, accompagnés d'une réorganisation des activités des élèves produisent un changement méthodologique dans l'enseignement des mathématiques: les mathématiques sont conçues comme un moyen de fabriquer la connaissance, et en conséquence apprendre les mathématiques c'est apprendre à apprendre.

La théorie des structures, considérées séparément du contenu, permet de concevoir celles-ci comme étant indépendantes des ensembles de base sur lesquels elles sont définies et c'est cette considération qui soutient la nouvelle conception de l'apprentissage des mathématiques (le courant structuraliste²⁸:

"Pour beaucoup, les nouvelles mathématiques sont donc organisées comme un langage formel dont la sémantique est la théorie des structures dont on peut exhiber la synthèse et qui s'applique dans des différents domaines en subissant des adaptations relevant de la pragmatique (conception structuraliste)". (BROUSSEAU, 1980)²⁹

Ces relations et structures offertes par la théorie des ensembles et les langages qui les identifient comme étant isomorphes à celles qui peuvent être considérées

28. L'influence du structuralisme dans la réforme des années 70, est analysée par C. MAUDET dans sa thèse de 3^e Cycle, pp. 47-56 (MAUDET, 1982), et plus particulièrement pour l'enseignement de la logique.

29. BROUSSEAU, 1980: Problèmes de l'enseignement des décimaux. Recherches en Didactique des Mathématiques I.1. pp. 11-59. C'est lui qui souligne.

-dans la logique- sur l'ensemble des propositions, donnaient les moyens et les instruments pour travailler et enseigner la logique à partir d'un langage -formel- mais aussi concret, que "matérialisait" la logique, avec le secours des dessins, des graphiques et d'un matériel, utilisable facilement et directement à l'école.

C'est-à-dire la théorie des ensembles fournit un langage pour exprimer d'une façon simple la logique dont on a besoin et que l'on peut -les travaux des psychologues le laissent espérer- enseigner ces structures, ces bases fondamentales au niveau de la logique à des enfants très jeunes.

Toute une foule de travaux qui tendait à développer des réseaux des relations, sur des bases de la théorie des ensembles, est produite:

- la notion d'appartenance à un ensemble
- des classes et des opérations logiques sur les classes
- les relations et leurs propriétés etc.

De cette florissante innovation, tous les travaux de l'époque pour l'enseignement en sont un constat: les premiers travaux du logicien P. Suppes avec ses ouvrages pour l'école maternelle, les documents pour l'enseignement des mathématiques à l'école maternelle ou les 30 leçons pour l'école primaire élaborées par G. Brousseau, constituent quelques exemples.

Mais, la forme la plus visible, celle qui est allée le plus loin du point de vue de l'utilisation dans l'enseignement de la théorie d'ensembles et des relations logiques associées, est probablement le travail de Dienes: le matériel qu'il a proposé, les livres et les ouvrages vers les professeurs, est un discours pour leur faire utiliser avec les élèves, les exercices sur les classes, les opérations logiques, les relations, etc.

3.2.1.1 DIENES: l'illusion d'une coïncidence entre l'enseignement de la théorie des ensembles, de la logique et le développement de la pensée naturelle de l'enfant

Comme conséquence de l'importance des structures, en tant qu'architecture réorganisatrice de la mathématique, il est nécessaire de faire s'approprier par l'enfant le plus tôt possible ces structures, dont la logique et ceci introduit de nouvelles questions à propos de l'enseignement des mathématiques, sur l'acquisition des ces structures générales et de la logique: notamment sur la nécessité de leur enseignement ou la possibilité qu'elles soient dégagées naturellement à partir de l'expérience concrète et, sur le rôle qu'un langage spécifique (introduit lors des premiers moments du développement intellectuel) peut jouer dans le difficile processus de leur acquisition.

DIENES se trouve plongé directement dans cette problématique et il apporte ses réponses qui vont inspirer et déterminer des nombreux travaux de cette époque.

Dans le "processus psychodynamique" DIENES, propose de faire fonctionner, dans l'enseignement, les connaissances mathématiques (les structures à enseigner) à l'intérieur des jeux dont les règles étaient très souvent celles des structures à découvrir, avec l'ambition de faire arriver les enfants à la "découverte" et à la généralisation de ces connaissances; c'est-à-dire qu'il s'agissait d'enseigner les modèles, les structures communes à certains concepts mathématiques: c'était le reflet des théories structuralistes dans les Mathématiques, qui trouvaient leur appui dans la théorie des ensembles.

La méthode proposée par DIENES consiste à utiliser une même connaissance, la connaissance visée par l'enseignement, dans des jeux formellement différents, avec des matériels et des outils mathématiques divers

aussi, mais isomorphes du point de vue de la structure mathématique de la connaissance en jeu.

La répétition du même type d'activité dans les différents jeux et, l'établissement d'un dernier et nouveau jeu qui met en rapport entre eux les jeux précédents (le "jeu d'isomorphismes") sont les mécanismes qui doivent suffire à l'élève pour "découvrir", "s'approprier" la connaissance mathématique visée.

"Par son "processus psychodynamique" DIENES propose un modèle d'apprentissage fondé sur la reconnaissance des similitudes entre "des jeux structurés" puis sur la schématisation et la formalisation de ces "généralisations" guidées.

Il s'agit en fait d'une description et d'une systématisation de certaines pratiques d'enseignement déjà en usage, accompagnée d'une traduction en termes mathématiques: des problèmes semblables deviennent "isomorphes" et une généralisation un "passage au quotient". La théorie ensembliste et les structures fondamentales deviennent le moyen de décrire tous les éléments de la situation d'enseignement qui, en retour, les illustrent parfaitement." (BROUSSEAU, 1986)

Cette description de BROUSSEAU des travaux de DIENES, est suivie d'une première analyse didactique où il montre la coïncidence entre la pensée naturelle (P.N.) du sujet, la logique explicite qu'on va lui donner (la connaissance), le vocabulaire à apprendre, la langue utilisée, etc., que la didactique proposée par DIENES présuppose:

"Cette traduction implique une confusion systématique entre la structure de la situation (le jeu), la structure de la tâche, le processus intellectuel et la connaissance elle-même (en tant que structure mathématique). Elle conduit donc implicitement à ériger les fondements des mathématiques, tels qu'ils étaient conçus à l'époque, en un modèle universel, aussi bien

comme moyen de description et d'organisation des mathématiques (la logique), moyen de leur construction et de leur fonctionnement (l'épistémologie), moyen d'expliquer le fonctionnement psychologique de l'élève à leur sujet (psychologie cognitive), moyen de décrire le processus d'apprentissage et les étapes du développement d'une connaissance (épistémologie génétique) et enfin les moyens didactiques d'obtenir cet apprentissage³⁰." (BROUSSEAU, 1986)

Les travaux de C. MAUDET, aussi bien son DEA (1979), que sa thèse (1982), approfondissent cette analyse didactique.

3.2.1.2 Les travaux de C. MAUDET: une contribution à l'étude et la critique du processus psychodynamique de DIENES.

C. MAUDET, dans son DEA (1979) entreprend par rapport au processus psychodynamique de DIENES le travail suivant:

- présentation et analyse du processus
- compilation et attestation des critiques que cette méthode a reçues, notamment les critiques faites par BROUSSEAU

- et, la mise à l'épreuve du processus psychodynamique de DIENES, à partir de quelques questions (huit) qui touchent directement la base de la méthode défendue par DIENES et ses collaborateurs:

Q1. L'ordre de présentation des situations lors du processus d'abstraction importe-t-il?

Q2. Si la structure n'est pas pertinente l'abstraction se produit-elle?

Q3. La reconnaissance de l'isomorphisme est-elle suffisante pour garantir la compréhension de la structure et la résolution des problèmes isomorphes?

30. Cf. (BROUSSEAU, 1986) pp. 306-307

Q4. Quelle est l'influence du contexte "historique", pour l'enfant, dans lequel se déroule une activité de modélisation et donc de la genèse d'une structure, au cours du processus d'abstraction?

Q5. La présentation de situations isomorphes implique-t-elle que l'abstraction se fasse?

Q6. Est-il possible d'organiser des situations d'apprentissage des concepts avant que l'épistémologie génétique n'atteste de leur acquisition?

Q7. L'abstraction doit-elle nécessairement précéder la représentation?

Q8. Tout apprentissage est-il structural?

Parmi les apports faites par MAUDET³¹, nous voulons signaler:

- La reprise des précisions, différenciations et inter-relations établies par BROUSSEAU dans sa critique à DIENES, entre "processus de mathématisation" et situations locales, niveau psychologique et niveau didactique:

"Les processus de mathématisation sont des phénomènes locaux de durée variable imbriqués les uns dans les autres. [...]"

Les stades génétiques sont une succession discrète de types de comportements de l'enfant, métastables dans un contexte donné pendant une période assez longue de son développement. [...]"

La progression didactique est une suite de décisions que prend le pédagogue pour organiser les relations de l'enfant avec son milieu en vue de son adaptation. [...]³²." (BROUSSEAU, 1972)

31. Les intéressés dans leur ensemble voir DEA C. MAUDET, 1979.

32. Reproduit de pp. 30 de (C. MAUDET, 1979), paragraphe extrait de l'article de G. BROUSSEAU "Généralités sur l'enseignement des Probabilités" Cahier n° 11 IREM de Bordeaux. C'est moi qui souligne.

- La constatation des critiques faites par BROUSSEAU sur les différentes étapes du processus et sur les jeux d'isomorphismes: "l'analogie n'est pas garant de l'isomorphisme et l'isomorphisme n'est pas un garant du fonctionnement analogue des situations" (MAUDET, 1979; pp. 33).

La phrase de BROUSSEAU: "les jeux isomorphes, lors du processus d'apprentissage, ne sont NI SUFFISANTS NI NECESSAIRES." (BROUSSEAU, 1978), est présentée et argumentée, avec l'analyse du fonctionnement des jeux isomorphes dans la construction d'un modèle probabiliste³³.

- Le rôle que le contrat didactique joue dans le déroulement de toute situation didactique et qui est négligé dans le processus psychodynamique est mis en évidence, pendant les différentes observations et expérimentations faites par C. MAUDET pour trouver des réponses aux huit questions posées

Cette analyse en terme de contrat didactique - proposé par G. BROUSSEAU³⁴ de cette méthode -, constitue la base la plus solide de la critique au processus psychodynamique. BROUSSEAU résume dans une seule phrase: "seuls les prosélytes de la méthode sont susceptibles de la faire fonctionner avec succès. Tout usage "servile" des matériels DIENES conduit à des déceptions et à des échecs" (G. BROUSSEAU, 1986; pp. 307), le rôle à jouer par l'enseignant - dans le contrat didactique à établir - dans l'enseignement des

33. C. MAUDET, 1979, pp.33-34, qui reprend l'analyse de G. BROUSSEAU (1978) publié dans le document "Math-CP" de l'IREM de Bordeaux.

34. Cette critique a été exprimée dans divers documents de G. BROUSSEAU de l'époque. L'utilisation de la méthode de DIENES, comme exemple illustratif de l'épistémologie des professeurs dans l'enseignement des mathématiques, constitue un aspect essentiel de la théorisation des phénomènes didactiques, notamment du contrat didactique ("l'effet DIENES"). Thèse d'Etat (BROUSSEAU, 1986).

mathématiques, même pour que la méthode DIENES puisse fonctionner.

Dans sa thèse, C. MAUDET continue sa critique de DIENES -fondée sur les travaux de WERMUS de description et représentation de la P.N. de l'enfant- et, même si elle est réduite aux connaissances de la conjonction et de l'intersection, elle sert aussi largement d'exemple du détournement des intentions de DIENES, dans son projet d'enseignement des mathématiques et plus concrètement de la logique (pag. A21 thèse).

Nous présenterons ce travail, avec l'ensemble des travaux sur la DESIGNATION réalisés dans le cadre de la théorie des situations, dans le paragraphe suivant.

3.2.2 LA DEPENDANCE HIERARCHIQUE DES CONNAISSANCES

La différenciation signalée par PIAGET, WERMUS, entre la logique de la pensée du sujet et la logique formelle (malgré leurs ressemblances), c'est-à-dire entre l'organisation des connaissances établie par la logique mathématique et l'organisation individuelle de ces connaissances -l'agrégation des connaissances par leur utilité dans un certain domaine, puis dans d'autres...- montre à nouveau des formes de logiques différentes agissant sur les connaissances: leur logique interne d'organisation en tant que savoirs "savants" et leur agrégation en tant qu'utilisation individuelle, comme connaissance personnelle.

L'étude de cette dépendance entre les connaissances et entre ces connaissances et leur apprentissage a été aussi objet de nombreuses recherches en didactique des mathématiques, à partir de la réforme de l'enseignement basée sur une pédagogie par objectifs (après les années 70).

Nous allons seulement citer quelques unes de ces recherches, et présenter la critique faite par un des

chercheurs (COQUIN-VIENNOT, 1982) des limites de cette ligne de travail.

3.2.2.1 Les maîtres et les objectifs cognitifs des taxonomies de BLOOM

Les taxonomies de BLOOM de définition et classification des objectifs cognitifs ont marqué profondément l'histoire de l'enseignement des derniers temps: la réforme des années 70 montre déjà leur influence même si elle n'est pas mise en évidence explicitement jusqu'à la réforme des années 78, où les instructions officielles de l'Arrêt Ministériel sont exprimées sous forme d'objectifs cognitifs.

Dans ces taxonomies la capacité d'agrégation subjective des connaissances est exprimée par les taxonomies respectives (habiletés et capacités intellectuelles) :

- "les modes d'opération et techniques généralisées auxquels on a recours pour traiter les matériaux étudiés et les questions posées"

- "les processus mentaux de la préparation et de la réorganisation du matériel pour obtenir un résultat particulier". (BLOOM, 1975)³⁵

Ceux-ci sont les deux objectifs qui représentent les catégories supérieures de la taxonomie d'objectifs cognitifs et ce sont aussi les objectifs sur lesquels les maîtres ont des difficultés à prévoir et à gérer, dans leur enseignement; difficultés de prévision des connaissances "plus simples" que l'élève doit maîtriser pour acquérir des connaissances "plus complexes" (habiletés taxonomiques supérieures) mises en évidence par FILLOY³⁶ (1977-78) et collaborateurs, au Mexique.

35. BLOOM (1975) : Taxonomie des objectifs pédagogiques. (Presses de l'Université de Québec, Québec)

36. FILLOY, E. (1977-78) : Experimentación en el área de matemáticas del 5º Grado de Educación primaria 77-78. Medición y

FILLOY vérifie aussi une variation très peu significative chez les élèves, dans le processus d'apprentissage de conduites complexes (de haut niveau taxonomique), dans une expérimentation qui visait leur apprentissage spécifique (qui a été testé au début et à la fin de l'expérimentation).

Les problèmes posés dans cette expérimentation et leur formulation en termes d'hypothèses sont les suivants:

"Problema 1: El maestro como observador natural de deficiencias en los antecedentes que el estudiante debe de dominar para aprender temas posteriores.

Hipótesis 1 : Las apreciaciones que hace el maestro sobre las conductas manifestadas por sus alumnos, son más acertadas cuando se trata de conductas "simples" que cuando se trata de conductas "complejas".

Problema 2 : Estudio de aprovechamiento de los alumnos respecto de los objetivos de mayor complejidad que se pretenden lograr con las experiencias de aprendizaje propuestas.

Hipótesis 2 : No hay una diferencia significativa entre el aprovechamiento de los alumnos al comparar las conductas "complejas" al inicio y al término de la experimentación³⁷. (FILLOY et Col., 1977-78)

3.2.2.2 Sur les essais pour rendre opérationnelles les hiérarchies d'objectifs cognitifs généraux.

Un certain nombre de recherches en Didactique des Mathématiques (PLUVINAGE (1977), GRAS (1979) , TOURNEUR (1974-75),...) , ont essayé d'éliminer la complexité

sistemas de Numeración -Sección Matemática Educativa del CIAE de IPN.

37. L'hypothèse H1 a été vérifiée au seuil (de signification) de 5%, et l'hypothèse H2 au seuil (de confiance) de 95%. (FILLOY et col. 1977; pp. 24)

qu'impliquait l'application des objectifs généraux pour l'enseignement des Mathématiques

Le travail principal consiste à élaborer, à partir des connaissances mathématiques à enseigner (par niveaux ou par cours), des listes des principales tâches mathématiques différentes, nécessaires à l'acquisition des connaissances mathématiques visées. Les tâches devraient être les plus simples et isolées possible, et certainement il n'y aurait qu'à établir, parmi celles-là, des hiérarchies qui permettraient d'acquérir les différentes connaissances.

C'est-à-dire, ces recherches essaient de rendre opérationnelles, pour l'enseignement des mathématiques, les objectifs cognitifs généraux de la taxonomie de BLOOM ou analysent les différentes dépendances entre ces connaissances ou entre ces connaissances et leur apprentissage..

Parmi ces travaux:

- les hiérarchies adaptées aux mathématiques (GRAS, 1979), ou aux exercices "à résolution programmée" (PLUVINAGE, 1977)
- les hiérarchies particulièrement locales (TOURNEUR, 1974, 1980).
- les dépendances didactiques entre les connaissances (VINRICH, G., 1976)

D. COQUIN-VIENNOT (1982) reprend tous ces travaux et les classe en fonction de la dépendance analysée (complexité a priori -logique, d'inclusion- et complexité a posteriori - synchronique et diachronique, génétique, dépendance didactique) pour étudier "la décomposition et synthèse d'une notion mathématique, en vue de son enseignement et ordre d'acquisition", elle montre:

- l'impossibilité d'isoler "la complexité logique" d'une connaissance ou d'un problème à résoudre
- la distinction entre la complexité a priori (en imaginant qu'on puisse contrôler les variables relevant

des élèves et des situations didactiques) et la complexité a posteriori (montrant l'existence de dépendances didactiques entre certaines questions, à partir des résultats des élèves)

- que les hiérarchies de complexité logiques des connaissances construites, même les plus concrètes sur des exercices automatiques, se heurtent aux difficultés de définition de la complexité logique de chaque tâche demandée

- qu'elle ne dépend pas seulement de la connaissance à acquérir, ou de la complexité de comportement des élèves, mais surtout de la complexité des situations. Et ces complexités ne sont pas indépendantes les unes des autres.

Mais COQUIN-VIENNOT utilise la notion de complexité logique de la connaissance, pour montrer son intérêt didactique:

- la complexité logique est à la base du choix de contrat du maître, dans la négociation didactique, au moment de l'introduction d'une notion nouvelle en classe

- elle amène le maître "à définir une succession d'étapes intermédiaires entre les notions anciennes et la notion nouvelle et un ordre sur ces étapes" (une décomposition + un ordre)

- et elle vérifie que l'ordre d'apprentissage des connaissances, peut être différent de l'ordre logique de ces mêmes connaissances - en se servant des hiérarchies des difficultés des élèves, et les hiérarchies logiques - , et "que certains objectifs intermédiaires sont inutiles pour parvenir à la réussite de l'objectif terminal, donc que la décomposition n'est pas entièrement nécessaire pour l'enseignement."

Revenons sur l'hypothèse de réduction du concept raisonnement aux capacités et habiletés intellectuelles

décrites dans les taxonomies et que nous avons faite auparavant, qu'implique-t-elle?

- cela impliquerait d'accepter un fonctionnement de la pensée de la connaissance atomisée en "parcelles spécifiques et isolables d'information", tout à fait indépendant de la situation

- mais COQUIN-VIENNOT a montré comment la décomposition et la synthèse d'une connaissance ne sont pas aussi automatiques que comme elles sont présentées dans les différentes taxonomies et hiérarchies (COQUIN, 1982)

- elle signale aussi, comme une des caractéristiques de ces taxonomies, dont l'objet est de classer des types d'activités math. où des exercices de façon intrinsèque, la non-référence à la situation dans laquelle ces exercices sont résolus ... (pag 22 thèse), (mais elle adopte quand même, ce point de vue pour analyser les classifications qui en découlent et l'usage que font certains enseignants)

- et des nombreux travaux réalisés dans le cadre de la T. de situations (BROUSSEAU et collaborateurs) montrent comment le fonctionnement de la connaissance mathématique est indissociable de la situation didactique dans laquelle celle-ci fonctionne

Le travail fait par D.COQUIN-VIENNOT est limité, et elle en est consciente, par le point de départ de toute son expérimentation, faite sur les listes d'objectifs de TOURNEUR, ou sur des exercices classiquement proposés par les manuels pour l'introduction d'un concept (les nombres relatifs):

- "ce qui entraîne toujours un découpage des notions à enseigner en notions subordonnées, pré-requis, etc. ... donc le risque de perte du sens pour la tâche subordonnée et par conséquent, impossibilité d'un contrôle (feed-back) sur la tâche"

- les résultats ont été obtenus par la méthode d'enquête (questionnaires individuels à un grand nombre d'élèves), qui "est loin des méthodes d'étude des situations didactiques", que pourtant elle même reconnaît comme déterminante dans le fonctionnement de la connaissance, et qui conditionnerait ce fonctionnement, aussi bien pour les connaissances anciennes (ou acquises par les élèves), que pour les nouvelles à enseigner (et/ou à découvrir par l'élève).

Cette limite nous permet d'extraire la conclusion suivante:

Le travail de "réduction" ou de "simplification" des objectifs cognitifs mathématiques et l'étude des hiérarchies des raisonnements associés, ne semble pas réduire les problèmes de gestion que ces raisonnements posent dans l'enseignement, plutôt le contraire: par contre il montre le risque d'introduire une perte de sens du travail mathématique fait dans les classes, (par les élèves et par le maître) et par conséquent la difficulté (même l'impossibilité) de contrôle de celui-ci.

Une conclusion semblable fut adoptée par G. BROUSSEAU (1963), à la suite de l'étude de la progression établie dans sa première proposition sur l'organisation des concepts mathématiques de l'école primaire.

La réponse à la question posée -"l'ordre proposé facilitait vraiment ou non les acquisitions de ces concepts?"- va déterminer un travail de systématisation, sous forme matricielle, des conditions de dépendance que l'auteur croyait respecter "aussi bien entre les différents concepts engagés dans des leçons successives, qu'entre les formes de connaissances sous lesquelles ils se présentait" (BROUSSEAU, 1986; pp.5).

La comparaison entre les dépendances des concepts attendues a priori, et les corrélations observées montrait que très peu de corrélations entre deux leçons étaient significatives (elles se comportaient pratiquement comme si elles étaient indépendantes) et que la dépendance observée "liait négativement une application d'une notion et sa ré-application: la seconde application était d'autant mieux réussie que la première avait été ratée" (Cf., pp.7).

Nous n'allons pas reproduire l'analyse que BROUSSEAU fait de ces conclusions mais seulement constater sa décision d'abandonner ce type de recherche:

"En tout cas, j'en déduis qu'il fallait abandonner l'espoir d'utiliser cette méthode d'analyse globale statistique sur un champ aussi vaste tant que le détail des processus d'enseignement ne serait pas mieux connu" (Cf. pp.7).

3.2.3 L'INGENIERIE DIDACTIQUE, ET LA THEORIE DE SITUATIONS : UN TRAVAIL ALTERNATIF POUR L'ENSEIGNEMENT DE LA LOGIQUE

La publication des leçons pour l'école maternelle que G. BROUSSEAU avait élaborée (1969) et l'usage qui avait été fait de ces leçons par les maîtres, "forcent" la suite des recherches de G. BROUSSEAU à l'école maternelle, pour expérimenter et observer ce que les hypothèses initiales "pouvaient apporter à la connaissance de la genèse de la fonction symbolique chez l'enfant et à la didactique de la logique" (Cf. pp.22).

Le travail d'ingénierie, à propos de la désignation que C.MAUDET entreprend dans sa thèse, dont nous avons déjà parlé, participe de cet ensemble de recherches, qui dans le cadre de la théorie des situations abordent le problème de l'accès à la logique, dans une voie déjà tout à fait différenciée des travaux de DIENES: c'est à

partir de l'élaboration des situations didactiques et de la théorisation que leur réflexion met au point, que BROUSSEAU et ses collaborateurs abordent les rapports entre le savoir logique, les activités sur la formulation dans les situations, et la pensée naturelle de l'enfant.

La recherche de réponses aux questions sur le fonctionnement des connaissances, des savoirs mathématiques, du point de vue de la logique, dans les situations didactiques : Qu'est-ce qui est du langage?, Qu'est-ce qui est réalisé dans une situation? Qu'est-ce qui est du domaine de la logique, dans l'action?, dans la formulation?, dans la validation?, a produit tout un ensemble de recherches d'ingénierie.

Les recherches de J. PERES (1979, 1984), J.M. DIGNEAU (1980), C. MAUDET (1982), F. KONE (1980) entre autres sont l'expression de ce travail collectif sur l'enseignement de la logique, où nous pouvons trouver une famille de situations a-didactiques, situations de communication fondamentalement.

"La course à vingt" (BROUSSEAU, LAMARQUE, GUILLEPHOTIN, ROL, 1975) et "Le nombre le plus grand" (BROUSSEAU-GLAESER, 1986) sont des situations didactiques qui participent aussi de cette problématique, cette fois-ci, dans des situations de validation, mais le rôle du langage et de la communication est aussi fondamental, dans ces processus de validation.

3.2.3.1 L'étude de la création d'un code de désignation à l'école maternelle: J.M. DIGNEAU, J. PERES

G. BROUSSEAU (1986, pp.22), dans sa thèse, résume ce travail dont nous allons présenter quelques extraits, sur l'origine et les idées qui soutenaient ce projet de recherche:

"Etait-il possible de susciter l'apparition de modèles implicites par des situations d'action, puis, au moment

où ils seraient établis de façon fonctionnelle et stable, de rendre nécessaire leur "désignation" en même temps que leur identification par des situations de communication?."(Cf. pp.20)

"...Le fait de pouvoir proposer aux élèves des situations d'action susceptibles de produire des conceptions et des modèles non verbalisés puis "indépendamment" (après, avant ou en même temps) des situations de communication ou d'expression susceptibles de susciter les formulations et, la création ou l'appropriation de nouveaux codes laissait envisager des dispositifs de recherche et de moyens d'enseignement nouveaux:

- "définir" ou donner du sens à un concept [...]
 - étudier directement les propriétés de modèle d'une représentation quelconque, graphique, métaphore formelle, etc.
 - examiner les différentes formes d'association et d'accommodation de deux types d'introduction: action et formulation dans divers ordres d'introduction [...]"
- (Cf. pp.21)

La situation fondamentale "Le jeu du trésor" aussi appelée "Qu'est-ce qu'il y a dans la boîte?", décrit une situation où le saut informationnel se produit à partir de la variable "nombre d'objets gardés ("cachés") dans la boîte": quand cette variable prend une grande valeur, elle disqualifie la stratégie ancienne (la mémoire) que les enfants utilisaient, et elle doit provoquer -en lui donnant du sens- l'adoption d'une nouvelle stratégie (le dessin de la collection, l'élaboration d'une liste).

BROUSSEAU identifie ainsi, dans sa thèse, le "saut informationnel":

"Le saut informationnel consiste, après avoir trouvé une situation fondamentale faisant "fonctionner" une notion, à choisir d'abord les valeurs de ses variables de telle manière que les connaissances antérieures des

élèves permettent d'élaborer des stratégies efficaces et d'explorer les caractéristiques de la situation, contraintes, objectifs, règlement..., puis sans modifier les règles du jeu, à changer les valeurs des variables de façon à rendre beaucoup plus grande la complexité de la tâche à accomplir. De nouvelles stratégies doivent être établies qui demandent la construction de nouvelles connaissances." (BROUSSEAU, 1986; pp.23).

Pour que le saut informationnel puisse fonctionner, la deuxième situation doit être comprise et acceptée, ce qui semble difficile si l'élève ne dispose d'au moins une manière de répondre, dans cette situation. J.M. DIGNEAU (1980) entreprend dans son DEA "l'étude du problème de la conservation de la signification dans un jeu lorsque s'y produit un saut informationnel", où l'objectif fixé est la détermination de la variation de la variable "v" qui rend nécessaire l'apparition d'un nouveau comportement.

Son hypothèse -la perte du sens d'un même jeu pour les enfants, quand ils ne peuvent plus envisager sa résolution-, était correcte, mais chaque année, pendant plus de 10 ans, les enfants ont pu franchir l'obstacle (au grand étonnement des maîtres eux-mêmes).

Ceci nous permet de confirmer que le saut informationnel est possible "dans un intervalle suffisant pour permettre, dans de nombreux cas, les dialectiques situation/connaissances et connaissance ancienne/connaissance nouvelle envisagées dans le cadre théorique (BROUSSEAU, 1973, 1983)".

J.PERES observe et analyse minutieusement l'influence dans l'apprentissage des différents types de situations - en partant du "Jeu du trésor", mais aussi d'autres variantes de cette situation fondamentale de désignation -, principalement il a mis en évidence l'effet des situations sur la structuration logique des ensembles que les enfants manipulaient: l'ordre, leur classification, etc...

Nous présenterons un résumé de ce travail, dans la deuxième partie, comme point de départ obligatoire dans l'élaboration de nos situations didactiques.

Tout ce travail sur la désignation, a révélé les modes du fonctionnement pré-logique de l'enfant, décrit par WERMUS dans sa représentation de la P.N., et les opérations de centration et décentration des composantes contextuelles des prédicats amalgamés (ainsi que le développement des pré-foncteurs logiques) peuvent être éclairées par les conditions qui peuvent être imposées aux collections des objets; mais, en même temps, ce modèle de représentation de la pensée naturelle peut contribuer aux choix des variables des objets (les traits) pour que la situation puisse faire en sorte que les enfants arrivent à franchir certains de ces obstacles ontogénétiques (fonctionnement pré-logique des foncteurs).

Ce travail sera abordé par C. MAUDET dans sa thèse (1982).

3.2.3.2 La désignation et l'apprentissage d'une fonction logique (la conjonction): C. MAUDET

De la thèse de C. MAUDET (1982), nous voulons retenir les aspects suivants:

a) L'utilisation du modèle cognitif de représentation de la P.N de WERMUS, comme modèle théorique:

- d'interprétation de la logique de l'enfant
- pour la recherche (a priori) des variables pour l'élaboration de la situation didactique
- d'analyse des stratégies et identification des représentations des enfants
- d'évaluation des apprentissages: organisation d'un test/re-test

Les prédicats amalgamés, les opérations de centration et décentration et l'évolution des pré-foncteurs (le pré-foncteurs d'adjonction), ont été les concepts théoriques du modèle de WERMUS, dont C. MAUDET s'est aidé fondamentalement dans son travail³⁸, pour analyser aussi bien le fonctionnement pré-logique des critères (les traits) et leur adjonction, que pour déterminer les variables didactiques des objets (les traits) à utiliser dans la situation fondamentale.

Le rôle du contexte dans le niveau pré-logique de l'enfant, fréquemment invoqué et analysé par WERMUS comme facteur déterminant des constructs de la P.N., est aussi un élément important de décision sur la nature de la situation cherchée, que C. MAUDET a pris en compte dans son élaboration.

b) La différenciation entre: la logique de l'enfant, la logique naturelle et la logique formelle

WERMUS offre aussi les éléments pour cette différenciation:

"Avec WERMUS nous distinguerons trois niveaux de LOGIQUE :

38. Voir Thèse de 3e cycle (MAUDET, 1982) pp.58-59.

- 1 - une PRE-LOGIQUE de l'enfant
- 2 - une LOGIQUE NATURELLE ou logique de la Pensée Naturelle
- 3 - une LOGIQUE FORMELLE ou plus exactement des LOGIQUES axiomatisées." (MAUDET, 1982; pp.58)

Nous allons citer quelques définitions et précisions que C. MAUDET signale à propos de ces différentes logiques et des identifications qui sont couramment établies:

"La pré-logique de l'enfant correspond à un niveau zéro de la logique naturelle; le sujet dispose de représentations sémiotiques élémentaires, nous emprunterons à Wermus la symbolisation de celles-ci à l'aide des Prédicats amalgamés.

La logique naturelle est une des constituantes du système cognitif d'un sujet: nous nous référerons aux termes mêmes utilisés par Wermus dans son "esquisse d'un modèle des activités cognitives", pour dissocier des niveaux de logique naturelle allant de la prélogique à la logique formelle de la pensée naturelle. Mais, "alors la logique formelle de la pensée naturelle" n'est pas une logique formelle élémentaire³⁹." (MAUDET, 1982; pp.59)⁴⁰

Ces précisions permettent de réfuter des idées qui semblent être très fréquemment invoquées, à propos de la logique, telles "qu'un logique formelle ayant atteint sa perfection pourrait rendre compte de manière satisfaisante des lois de la pensée" (MAUDET, 1982; pp.58)⁴¹, et que l'opposition qui habituellement

39. Note de C. MAUDET, pp.59: "Même au stade formel, la pensée naturelle n'utilise pas les foncteurs habituels de conjonction, négation, implication,... sans diverses restrictions relatives entre autres aux propositions qu'elles relient". Cf. Introduction de "Essai de développement d'une prélogique à partir des foncteurs partiels."

40. C'est moi qui souligne.

41. Du point de vue linguistique DUCROT a mis en évidence la grande distance entre le langage de la logique et la logique du

s'établit entre la logique de l'adulte et la logique de l'enfant, permettrait d'identifier logique de l'adulte et logique formelle (celle-ci couronnant "un stade intermédiaire qui correspondrait à la logique de l'individu "moyen"), comme signale C. MAUDET (pp.59), "ce qui est dénué de sens, dans la mesure où à chaque niveau d'âge et notamment à l'âge adulte on peut stigmatiser des comportements qui relèvent d'un des trois niveaux de logique, que nous avons définis."

Nous reprenons, dans notre travail toutes ces définitions et différenciations.

c) Proposition et expérimentation d'un processus d'enseignement de concepts de logique (la conjonction).

Une situation, le Jeu de DESIGNATION, est proposé par C. MAUDET, comme accès privilégié à la logique à travers la centration et la décentration des caractères et l'évolution du pré-foncteur adjonction.

"L'étude précédente de l'approche psychogénétique de la logique selon WERMUS, de l'approche fonctionnelle de la désignation, nous conduit à dégager plusieurs étapes essentielles qui correspondent à des stades dans les activités de DESIGNATION, voie privilégiée pour accéder à la logique.

1) DESIGNATION à partir de grandes catégories sémantiques en faisant appel à des traits culturels connus,

2) choix de traits spécifiques, rares, sur l'objet, pour le discriminer dans la collection,

3) choix de traits oppositifs spécifiques, parmi les plus rares dans la collection,

4) choix de traits oppositifs non-spécifiques, banals et combinaisons de ceux-ci." (MAUDET, 1982; pp.86)

La distinction de ces étapes de DESIGNATION a permis à C. MAUDET l'élaboration d'un processus -dans le cadre de la théorie de situations- où les valeurs des variables du Jeu sont fixées en fonction de ces étapes, et où elles déterminent les activités demandées à l'élève: c'est-à-dire le problème de l'accès des enfants à la logique, s'est transformée en un problème d'ingénierie didactique, la recherche d'une situation fondamentale -et ses variables-, qui donne un SENS aux activités d'adjonction des enfants.

3.2.3.3 La théorie des jeux, un élément de modélisation dans la théorie de situations: un exemple, les jeux logiques.

La description en termes de jeu, des situations didactiques et des obligations que celles-ci imposent aux partenaires (enseignant-élève) par rapport à la connaissance qui fonctionne dans la situation, a été un moment important de la modélisation de la théorie des situations, pour mieux identifier et préciser les différents jeux présents dans la situation didactique, ce que constitue une aide à la recherche aussi bien pour l'élaboration des travaux d'ingénierie didactique (élaboration et description des situations didactiques), que pour l'observation.

Ce travail de formalisation, à l'aide de la théorie des jeux, commencé par BROUSSEAU dans des nombreux documents internes, a été présente dans le travail de F. KONE⁴² (1980) en prenant un jeu logique, comme exemple de l'application possible de cette modélisation.

langage: un contre-exemple qui montre comment partiellement existent déjà des différences.

42. KONE, F. : Analyse de situations didactiques à l'aide de la théorie des jeux. Mémoire de DEA Université de Bordeaux-I. (IREM de Bordeaux)

Tous les "utilisateurs" de la théorie de situations, sont des héritiers de cette avance dans la modélisation de la théorie.

3.2.4 LES CONCEPTIONS, LES OBSTACLES ET LES ERREURS

L'identification et l'étude du concept de "saut informationnel" et les théorèmes didactiques qui s'en déduisent, rendent "possible et même nécessaire pour le développement de la théorie des situations dans les années 70" (BROUSSEAU 1988) la transposition en Mathématique de la notion d'obstacle épistémologique que BACHELARD avait introduite dans le domaine des sciences expérimentales en 1938.

La définition d'obstacle, comme connaissance ou conception (pas comme difficulté, ou manque de connaissance) implique que l'étude de ces obstacles, soit aussi la recherche sur les conceptions des élèves et sur la genèse des connaissances. Dans un apprentissage par adaptation, ceci signifie aussi l'analyse des conflits et des ruptures cognitives, et poursuivre dans cette ligne de recherche va exiger aussi une ré-interprétation des erreurs des élèves et des modalités de leur production, en fonction de la notion d'obstacle.

BROUSSEAU (1988a) décrit ces inter-relations:

"L'apprentissage par adaptation au milieu entraîne donc nécessairement des ruptures cognitives: accommodations, changements des modèles implicites, de langages, de systèmes cognitifs.

Si son histoire oblige un élève -ou un groupe culturel- à une progression pas à pas vers un col, le principe d'adaptation lui-même peut contrarier le rejet pourtant nécessaire d'une connaissance inadéquate. Ce fait suggère que les conceptions "transitoires" résistent et persistent.

Dans une voie ouverte par Gonsseth (1936), ces ruptures peuvent être prévues par des études directes des

situations (effet des variables didactiques) et des connaissances, et non seulement par des études (indirectes) des comportements des élèves (Brousseau, 1974, 1976).

Poursuivre dans cette voie exige pourtant le réexamen de l'interprétation des erreurs des élèves et des modalités de leur production (Salin, 1976). Jusque là, elles étaient attribuées toutes, soit à des dysfonctionnements erratiques, soit à des absences de connaissances, et donc connotées très négativement; il faut maintenant envisager les erreurs récurrentes comme le résultat (produit par et construit autour) de conceptions, qui, même lorsqu'elles sont fausses, ne sont pas des accidents, mais des acquisitions souvent positives." (BROUSSEAU, 1998a; pp. 42)

La notion de "saut informationnel" (DIGNEAU, 1980) a été à l'origine de toute cette catégorie de recherches sur la genèse des nouvelles connaissances, en montrant le procédé par "sauts" -et non pas de façon continue-, dans son élaboration par les enfants, à partir des connaissances anciennes, dans les situations didactiques proposées.

L'historique des recherches dans ce domaine, dans la théorie de situations exposée par G. BROUSSEAU (1988a; pp. 42-43) dans son article "Les obstacles épistémologiques et la didactique des mathématiques", montre l'inter-relation de tous ces sujets divers; nous allons présenter son résumé, en trois points autour desquels sont articulés les travaux:

1) Trouver les erreurs récurrentes et montrer qu'elles se regroupent autour des conceptions:

- Recherche des erreurs récurrentes et aménagement des méthodes statistiques standards, pour pouvoir montrer leur rattachement aux conceptions: (CRONBACH, 1967; PLUVINAGE, 1977; GRAS, 1979)

- Provoquer l'acquisition de conceptions différentes: (pour les rationnels: la commensuration et

le fractionnement) (BROUSSEAU, 1980, 1981; BROUSSEAU G. et BROUSSEAU N., 1987)

- Montrer la coexistence de ces deux conceptions (la commensuration et le fractionnement) et l'obstacle qu'elles se font mutuellement entre elles: (RATSIMBA-RAJHON, H. 1981)

2) Trouver les obstacles dans l'histoire des mathématiques: (GLAESER, 1981) sur l'histoire des nombres relatifs

3) Confronter les obstacles historiques aux obstacles d'apprentissage: sur la notion de limite (BERTHELOT R. et BERTHELOT C., 1983) et (SIERPINSKA, 1985, 1987); sur la continuité simple des fonctions (EL BOUAZZAQUI, H. 1988)

G. BROUSSEAU, propose une méthode de recherche des obstacles épistémologiques d'une connaissance donnée (1988a, pp45), mais il montre aussi comment c'est possible de trouver un obstacle à partir des situations scolaires; l'exemple choisi: les naturels comme un obstacle à la conception des rationnels et des décimaux des (cf. pp.51).

Dans l'analyse de cet obstacle il signale une méthode pour distinguer les conceptions erronées sur une connaissance, utilisée déjà avec des bonnes résultats par lui même (BROUSSEAU, 1987), par RATSIMBA-RAJHON (1981), et EL BOUAZZAQUI (1988):

"Il est possible

- d'établir une situation "fondamentale" correspondant à la connaissance en cause;
- de chercher les variables didactiques et les différentes conceptions qu'elles engendrent -en particulier celles que l'on suppose suffisantes pour expliquer l'erreur;
- puis d'identifier des groupes d'élèves qui "séparent" ces conceptions, à l'aide d'analyses statistiques plus classiques. S'il n'y a pas

discrimination nette, il n'y a pas lieu de considérer les conceptions comme distinctes." (BROUSSEAU, 1988a; pp.53)

C'est-à-dire, la recherche des conceptions erronées qui font obstacle à une connaissance -donc la recherche d'obstacles-, est possible à partir de la recherche d'une situation fondamentale adéquate, et du choix des variables, qui vont permettre de continuer l'identification et la séparation éventuelle des conceptions distinctes.

Conséquences pour mon travail

Les précisions que BROUSSEAU établit dans la terminologie des concepts relatifs aux "obstacles" (1988b), ainsi que la classification et l'analyse des différents conflits cognitifs et obstacles, qu'il signale dans ses deux articles (1988a, 1988b), nous ont permis de mieux identifier, dans notre travail, certains fonctionnements du raisonnement de l'enfant:

1) La prise de décision dans les alternatives, les conflits et les ruptures

Différencier les concepts relatifs à l'état du sujet: "alternative", "conflit cognitif", "rupture cognitive":

- concepts relatifs aux connaissances en conflit; classification des obstacles: "obstacles ontogénétiques", "obstacles épistémologiques", "obstacles didactiques"

- concepts relatifs aux conflits cognitifs dans les situations didactiques: "conflits intériorisés", "conflits socio-cognitifs".

Parmi ces précisions nous voudrions signaler, par rapport au sujet, le caractère de prise de décision à laquelle celui-ci peut se trouver confronté, dans les situations a-didactiques d'enseignement, aussi bien:

- dans les "alternatives": il doit choisir entre deux options -propositions- contradictoires, en

acceptant la validité d'une des deux propositions examinées

- que dans les "conflits cognitifs" générés par une alternative, où les propositions confrontées sont des connaissances⁴³

- que dans les "ruptures cognitives": abandon d'une conception⁴⁴ (contredite par des nombreux faits), ou confrontation de deux conceptions en conflit.

Dans l'apprentissage par adaptation, et notamment dans les situations a-didactiques où la responsabilité de leur apprentissage (tout au moins des actions et des décisions propres) repose sur l'élève en tant que sujet agissant, il va se trouver confronté à des nombreuses alternatives, conflits et ruptures, qui passent toujours par une prise de décision individuelle. Celle-ci sera en rapport avec les connaissances en jeu (pour les conflits et les ruptures), mais elle en est différenciée; dans le cas des alternatives, il ne s'agit pas du tout des connaissances:

Alors, dans tous le cas, dans notre travail, nous avons considéré la prise de décision comme un des fonctionnements du raisonnement individuel de l'enfant, et concrètement comme un aspect du raisonnement naturel (principalement dans les alternatives), comme un aspect du raisonnement spontané quand il s'agit des connaissances.

ii) Les modèles spontanés des enfants en tant qu'obstacles

Les schèmes opératoires, ou les modèles spontanés, qui apparaissent "naturellement" au cours du développement de l'enfant, et qui conditionnent la

43. Connaissance: "Une collection de propositions forme une connaissance à la condition qu'elles soient adoptées ensemble par le sujet et qu'elles soient reliées entre elles par des relations de nécessité." (BROUSSEAU, 1988a; pp.2)

44. Conception: "un ensemble des connaissances, un langage, une manière de voir une représentation" (BROUSSEAU, 1988a; pp.2)

genèse de toutes les connaissances à acquérir -ceux qui nous occupent dans notre travail, en tant que raisonnement individuel-, sont considérés par G. BROUSSEAU comme des OBSTACLES ONTOGENETIQUES.

iii) Rôle des conflits socio-cognitifs, dans la gestion didactique des modèles spontanés des enfants

Les conflits cognitifs dont nous parlons sont des conflits individuels qui peuvent rester "intériorisés" s'il s'agit d'une situation d'action, mais qui "apparaissent" publiquement lorsqu'il s'agit d'une situation de formulation ou de validation, ou dans le traitement didactique des résultats des situations a-didactiques: alors ces conflits sont identifiés par G. BROUSSEAU comme des CONFLITS SOCIO-COGNITIFS; mais l'hypothèse qu'il fait, sur le changement de sens que le traitement de ces conflits, -dans des situations de débat élaborées à partir d'une situation de validation-, introduit, vont être à la base de la construction des situations didactiques de notre ingénierie.

A. SIERPINSKA (1985, 1987) et H. EL BOUAZZAQUI (1988), ont utilisé aussi dans leurs recherches sur les conceptions des élèves et les obstacles épistémologiques, cette méthode de traitement des conflits cognitifs à l'intérieur de situations de validation.

iv) Les instruments de la compréhension des connaissances: responsabilité exclusive des élèves

Dans l'analyse théorique faite à partir de l'étude des nombres naturels comme obstacle (Cf. pp.53), G. BROUSSEAU montre la compréhension de l'enfant comme un processus étant de son entière responsabilité:

"Comprendre" pour un enfant, c'est établir et relier sous sa propre responsabilité des phénomènes ou des faits laissés "indépendants", à la fois, par l'enseignant, par la situation, par son langage et par les connaissances apprises."

Il signale aussi la nature de ces connaissances: non-institutionnalisables, mais indispensables pour l'enseignant:

"Ces connaissances, liées par l'élève personnellement, ou grâce à l'histoire de la classe, ne sont pas toutes institutionnalisées par l'activité de l'enseignant, mais certaines le sont certainement, et à juste titre dans le contexte. Elles sont en tout cas, indispensables au fonctionnement convenable des connaissances institutionnalisées, enseignées par le professeur." (Cf. pp.53)

G.BROUSSEAU continue l'analyse théorique des obstacles en montrant le caractère inévitable "des erreurs" que l'enfant commet dans cette compréhension incomplète de la connaissance, (même avec une ingénierie didactique prenant en compte cette notion d'obstacle), et la persistance de ce type d'erreurs, attachées à une certaine manière de comprendre la connaissance et non pas liées à la connaissance elle-même: c'est donc l'analyse du mécanisme de l'obstacle qui permet d'expliquer pourquoi ce sont les instruments de la compréhension de l'élève qui sont en défaut pour les enseignants, lorsque les erreurs se produisent, et non pas la connaissance elle-même.

"Plus important encore est le mécanisme de cet obstacle: Ce sont, non pas les connaissances enseignées qui sont en défaut -en général les enseignants pourvoient à cet inconvénient- ce sont les instruments personnels de la compréhension de l'élève. Il ne comprend plus parce que ce doit être changé, ce sont justement les moyens de ce qu'il appelait "comprendre" jusque là." (Cf. pp54)

v) Le traitement des obstacles, à partir de l'élaboration des situations a-didactiques et de la recherche des variables pertinentes, a été signalé

dans tout ce paragraphe; la concrétion dans le domaine de la logique, nous pouvons la rencontrer dans les travaux de DIGNEAU (1980), PERES (1985), MAUDET (1982); nous avons déjà résumé leurs apports.

Par contre le traitement didactique, des obstacles qui se manifestent sous la forme "d'erreurs", notamment dans des situations de validation, reconnus par BROUSSEAU aussi comme nécessaires, reste un problème ouvert: c'est le traitement que nous pensons aborder - dans la deuxième partie-, à partir de l'utilisation didactique de notre ingénierie.

Nous allons retenir pour ce travail de gestion didactique des situations, les remarques suivantes:

- L'importance du caractère dialectique des négociations des obstacles, particulièrement la prise en compte de la dialectique outil/objet des connaissances (DOUADY, 1984): la nouvelle connaissance étant à un moment donné l'objet de l'apprentissage, et devenant elle-même outil -en tant que connaissance ancienne-, dans un nouveau processus d'acquisition de connaissances.

- Les problèmes internes dans la classe -notamment les problèmes de contrat-, que le modèle d'installation des connaissances mathématiques, chez l'élève, selon le schéma d'une succession de conceptions différentes, formant obstacle aux suivants, peuvent générer, demandent un changement de contrat:

- la prise en compte de ces instruments personnels (connaissances personnelles) des élèves, de compréhension des connaissances

- la gestion de la mémoire individuelle et collective de la classe: BROUSSEAU (1988a), BROUSSEAU et CENTENO (1991).

3.2.5 L'ENSEIGNEMENT DU SENS

L'étude des motivations des enfants, dans l'utilisation du signe "=": "Pourquoi un élève

écrivait-il "=" entre deux écritures?", marque le début de tout une série de travaux sur la motivation des enfants sur certaines activités, et le sens qu'ils donnaient à ces activités; BROUSSEAU date de 1966, cette origine.

Il s'agit d'une re-formulation des objectifs d'enseignement (BROUSSEAU, 1986; pp.7-8) autour:

- des questions:

"Pourquoi l'élève fait-il cela? Que peut-il lui arriver s'il ne le fait pas, qui va le gêner et aussi l'orienter vers une autre manière de répondre? Quel sens aura cette réponse si on la lui fournit toute faite? Que peut-on gagner à ce qu'il cherche lui-même son adaptation au problème?"

- des recherches:

"Quelles relations au milieu pouvaient le mieux donner une adéquate, une motivation et un sens correct aux connaissances qu'il s'agissait d'enseigner?"

- et des observations:

"Et en observant à l'aide des mêmes instruments la forme que prenaient ces connaissances dans les réponses des élèves."

Nous participons de ce même projet pour l'enseignement des mathématiques, et avec notre recherche, même si elle porte sur des connaissances "très particulières" -qui ne sont pas objet d'enseignement-, nous venons de voir qu'elles sont nécessaires à l'enfant pour l'acquisition des connaissances mathématiques, nous entendons contribuer à une meilleure identification de ce sens que les enfants donnent aux connaissances:

- Comment les enfants "comprennent" une certaine connaissance?

- Comment "l'utilisent"-ils, "l'appliquent"-ils, dans des différentes situations?

-De quels modèles naturels disposent-ils, pour pouvoir intégrer ces connaissances, (aussi bien en tant

que nouvelles connaissances, que comme connaissances anciennes?

- Quel est le rôle du contexte, dans cet apprentissage?

- Et surtout, quelle est la gestion que les enseignants font de ce type de connaissances personnelles?

3.3 APPROCHE EXPERIMENTALE: OBSERVATION ET ANALYSE DES "DIFFICULTES" D'UN ENSEIGNANT "PRIS" DANS LE PARADOXE DE LA DEVOLUTION

3.3.1 UNE SITUATION DE CLASSIFICATION SPONTANEE DES PLANTES EN CE2.

3.3.1.1. Présentation de la situation.

Conditions de l'observation.

Les leçons observées sont deux leçons ordinaires de Biologie, de deux classes de CE2 qui ont la même maîtresse pour cette matière, dans l'école J. MICHELET, avec la préparation d'une leçon ordinaire.

C'est-à-dire, qu'elles n'étaient, ni prévues, ni préparées spécialement pour l'observation.

La seule préparation, que les leçons avaient, était l'intérêt de la maîtresse de vouloir faire découvrir aux enfants, ce qu'elle voulait leur enseigner: la classification des plantes, selon le mode de reproduction.

Le fait que ces leçons aient été observées, est tout à fait indépendant de la conception et de la préparation initiale des séances: la recherche du travail, qui se fait à chaque niveau à l'école élémentaire, en rapport avec la classification - ou avec les classifications - nous a conduit à ces leçons qui étaient déjà préparées et que, de plus, la maîtresse essayait de travailler, d'une façon tout à fait naïve, la même leçon - la classification des plantes - que nous avons travaillée dans l'ingénierie didactique de notre recherche.

Avec l'acceptation et la collaboration de la maîtresse - qui ne connaissait pas notre travail d'ingénierie - nous avons observé le déroulement des séances de la leçon et nous avons pu aussi enregistrer ses difficultés au bout de la première leçon, quand elle essayait de nous les expliciter.

L'enregistrement, en principe était prévu comme une réflexion à haute voix, tandis que la maîtresse essayait de préparer la deuxième séance, mais ma présence conditionnait, évidemment, cette réflexion qui aussitôt est devenue une conversation-entretien, dont le contrat implicite était que je ne pouvais pas lui donner de solutions, mais l'aider à réfléchir et à préciser la nature de ses difficultés¹.

L'influence possible, de cet entretien sur la deuxième leçon, peut être déduite de la transcription: même si nous pensons qu'elle est presque nulle, du point de vue de l'organisation de la séance, il se peut que, cette influence soit un peu plus forte sur le rôle de la maîtresse, qui était davantage consciente des difficultés sur lesquelles l'entretien avait été centré.

L'observation

Cette observation est faite sur une séquence de travail avec les élèves, en deux séances, et elle comporte aussi les réflexions de la maîtresse et ses difficultés, exprimées et enregistrées entre les deux séances.

En conséquence, elle est composée des éléments suivants:

* Une première leçon, avec matériel: "L'observation d'une certaine collection de plantes et l'élaboration, par les élèves répartis en groupes, de classifications spontanées de cette collection".

Elle a été observée dans deux groupes: CE2A et CE2B.

* Une réflexion à haute voix, de la maîtresse - entretien à certains moments -, sur les difficultés rencontrées à gérer les classifications spontanées des

1. En tant qu'impliquée, absolument, comme chercheur, dans le sujet de l'entretien je ne peux pas garantir mon objectivité pendant celle-ci, mais sa transcription littérale, en annexes, présente son déroulement complet et les conditions dans lesquelles cet entretien est réalisé.

élèves, demandées pendant la première séance, tandis qu'elle essayait d'arriver à la classification selon la reproduction.

Cette réflexion avait comme objectif de préparer la deuxième séance, en réfléchissant sur les résultats et les difficultés de la première.

* La deuxième séance, avec les élèves: "Travail réflexif sur les classifications trouvées par les différents groupes pendant la première séance, et recherche de précisions sur la reproduction".

3.3.1.2. Observation de la 1ère séance

1ère séance: "L'observation d'une certaine collection de plantes et l'élaboration, par petits groupes, de classifications spontanées de cette collection"

3.3.1.2.1. LA CHRONIQUE

Les consignes

M.- "Je vais vous donner des objets et je vais vous demander de les classer, de ranger ces différentes choses. Après on mettra en commun.

Vous pouvez dessiner dans les feuilles, si vous en avez besoin."

Après dix minutes de travail des élèves, la maîtresse précise la consigne:

M.- "Si vous avez des questions que vous vous posez, vous les écrivez, il ne faut pas obligatoirement dessiner"

Après une demi-heure d'observation et travail, la maîtresse lance une nouvelle consigne:

M.- "Vous pouvez ouvrir, pour faire sortir les graines.

Ceci va pouvoir vous aider, peut-être, pour faire un autre classement.

Vous pouvez faire un autre classement, si vous pensez que vous pouvez améliorer ceux que vous avez faits."

Déroulement observé

- Organisation des élèves, par groupes de quatre.
- Distribution du matériel:
 - Chaque groupe d'élèves recevait:
 - de la mousse
 - un fruit de châtaigne avec la bogue
 - des mûres
 - une pomme de pin
 - une branche de fragon avec les fruits
 - du lichen sur une branche
 - un champignon
- Travail par groupes des enfants:
 - manipulation des objets de la collection et premières classifications pendant la première demi-heure de la séance.
 - ouverture des fruits, nouvelles observations, mais les groupes continuent les classifications commencées et s'ils avaient déjà écrit les remarques qui s'imposaient, ils n'ont pas fait de modifications.
- Rôle de la maîtresse:
 - animation des groupes: éclaircir les doutes (expliquer à chaque groupe le mot "classer", en le remplaçant par "ranger", "grouper", etc), relancer la consigne, poser des questions
 - gestion du travail collectif et du temps de la séance
 - réalisation de la mise en commun du travail des groupes '(dans la classe CM2-A).
 - préciser à chaque groupe le mot "classer" en le changeant par "ranger" "grouper".....

3.3.1.2.2. LE TRAVAIL DES GROUPES

Qu'est-ce que les enfants ont fait pendant cette séance?

Ils ont réagi avec les comportements suivants:

Dans la classe CE2-A

1) Les enfants observaient et décrivaient les objets de la collection, sans les classer; ils n'arrivent à aucune classification: groupes E et F (voir annexes).

2) Les enfants font des remarques sur les objets, mais ils proposent aussi des groupements, par couples d'objets: groupes C et D.

Groupe C:

- "Le champignon avec la mousse (parce que le champignon peut pousser sur la mousse)

- La bogue avec les châtaignes
- La branche (le fragon) avec le gland
- La branche avec la pigne
- La branche avec la bogue."

Groupe D:

- "La branche de pin avec la pomme de pin
- les châtaignes avec les bogues
- le champignon naît dans la mousse."

3) Les enfants proposent, au moins, une classification: groupes A et B.

Groupe A:

- "Champignon et mousse ensemble, parce qu'ils sont doux
- châtaigne et fragon, ce qui pique.
- gland et pigne, parce qu'ils sont durs."

Ce groupe a proposé une autre classification par ordre alphabétique.

Groupe B:

- "Une pigne rongée, une bogue de châtaigne ouverte + la châtaigne et des glands. Parce que ce sont tous des fruits d'arbres différents + fruit de fragon
- écorce d'arbre, mousse qui pousse sur l'écorce et mousse qui pousse en bas de l'arbre. Parce que ça pousse au même endroit.
- branche et feuilles de fragon, à part. Parce qu'on ne savait pas."

Dans la classe CE2-B

1) Les enfants ont décrit certains des objets, ils ne proposent aucune classification: groupe F

2) Les enfants font beaucoup de remarques, mais ils proposent aussi certains groupements d'objets et/ou des classifications incomplètes: groupes A, B, D et G.

Groupe A: Classification incomplète, avec des groupements par couples, avec des remarques sur les objets.

- "Les châtaignes et le gland parce qu'ils ont tous les deux des graines et ils germent pareil

- la maladie du chêne et la pomme de pin, parce qu'ils sont en bois."

Groupe B: Ce groupe fait beaucoup de remarques sur les objets, même la présence d'un ver de terre dans le gland; et parmi celles-la, nous avons trouvé une certaine classification des objets, dans deux groupements apparemment opposés par un "mais".

- "Le champignon, la mousse, et la mousse qui pousse sur une branche

- mais, les châtaignes, les glands, les pommes de pin, les graines sont dans les écailles."

Groupe D: Ils ont dessiné les objets, et ils ont écrit des remarques sur les objets dessinés. Ils ont fait les groupements suivants.

- "La pigne avec le gland parce qu'ils sont sur un arbre tous les deux

- le fragon puis la bogue de la châtaigne vont ensemble parce que ça pique

- la mousse puis l'écorce, parce que c'est sur l'arbre."

Groupe G: Ils ont écrit de nombreuses remarques, séparément de la classification proposée qu'ils avaient aussi commentée; ils ont dessiné également des objets.

- "Tout ce qui pique: la châtaigne, du fragon, une branche de framboisier (en réalité une branche de ronce)

- ce qui se reproduit très vite: le gland, la pigne de pin

- ce qui pousse sur les arbres et les arbustes: la mousse, des boules rouges ou des boules vertes."

3) Les enfants ont proposé plusieurs classifications, avec des critères différents: groupe E

Groupe E:

classification n° 1: - "la mousse avec le champignon, parce que c'est mou

- du fragon avec une boque de châtaigne parce que ça pique

- la gland avec le pin parce que c'est dur."

classification n° 2: - "La pomme de pin, le champignon, le gland et la châtaigne

- la mousse avec le fragon, parce qu'ils sont de la même couleur"

classification n° 3: - "La mousse, la pomme de pin, la châtaigne: parce que ça pousse sur un arbre

- le fragon avec le champignon, parce que ça ne pousse pas sur un arbre."

3.3.1.2.3. L'ANALYSE DE L'OBSERVATION

Nous allons utiliser comme méthode d'analyse des situations didactiques, l'approche systémique proposée par G. BROUSSEAU (BROUSSEAU, 1986), dans la Théorie de situations, en didactique des mathématiques.

i) La connaissance visée

La connaissance que la maîtresse visait dans cette leçon était, la découverte de la classification des plantes selon leur méthode de reproduction.

Cette classification botanique a comme "unité taxonomique fondamentale l'espèce qui peut être définie

comme un ensemble d'individus se reproduisant entre eux, et dont les descendants leur ressemblent autant qu'ils se ressemblent entre eux" (d'après "L'encyclopédie illustrée des plantes").

Ceci implique que les plantes de la même espèce doivent être ensemble et que les critères "évidents": couleur, taille, etc., ne le permettraient pas, puisque même dans une seule plante nous trouvons déjà plusieurs couleurs, ou plusieurs tailles de feuilles, ce qui ferait que feuilles ou branches de la même plante seraient séparées par ce type de critères, dans de classes différentes.

Les connaissances mises en jeu par les élèves, dans les différentes stratégies employées, pendant toute la séance, étaient les diverses méthodes spontanées de classification existant chez les élèves.

Il faut rappeler ici une caractéristique très importante de la Pensée naturelle de l'enfant, pour pouvoir comprendre ces démarches naturelles de classification chez les enfants: ce que Piaget appelle "le primat du positif sur le négatif". Ce primat a des implications, pour l'opération de classification très déterminantes:

- la recherche de critères "positifs": ceux qui sont "évidents", ce qui peut être observé comme étant commun à plusieurs objets, en définitive tout "ce qui peut être reconnu comme un caractère observable d'un objet".

- l'absence de critères négatifs: incapacité totale des enfants de reconnaître comme ensemble, l'ensemble complémentaire d'un ensemble donné ou cherché avec des critères positifs; par exemple à partir de l'ensemble, ou de la classe "des objets qui piquent", la reconnaissance du reste des objets comme étant les objets "qui ne piquent pas".

C'est-à-dire, les enfants de cet âge-là, ne sont pas capables de réaliser l'opération logique de soustraction de classes: une fois trouvé un critère

positif qui détermine un ensemble, ils cherchent des nouveaux critères positifs qui déterminent le reste des objets ou un sous-ensemble, et, ainsi de suite.

Le processus par lequel, la maîtresse prévoyait que les enfants arriveraient à découvrir la classification scientifique, et éventuellement qu'ils modifieraient leurs stratégies spontanées, reposait - d'après la maîtresse -, sur la collection d'objets proposés aux élèves, choisis par la maîtresse, précisément en fonction de leurs divers fruits (elle avait même prévu des fruits monocotylédones et dicotylédones), ou de leur absence.

ii) Le sous-système ENSEIGNANT
La conception de la leçon

Le but de cette première leçon pour la maîtresse: c'était "d'arriver à présenter la classification des plantes, selon leur méthode de reproduction, à partir des classifications spontanées proposées par les enfants, en partant de l'observation d'une collection de plantes ramassées par eux mêmes" (phrase littérale de la maîtresse).

Un premier problème va apparaître, avec les critères dits "évidents": ceux-ci vont surgir, puisqu'il n'y a dans la consigne rien qui l'empêche et ces critères n'intéresse pas la classification, parce qu'ils ne sont pas pertinents dans la classification botanique, basée sur la reproduction.

Alors le fait de savoir qu'ils ne sont pas pertinents, implique qu'on connaît l'objectif botanique de la classification des plantes, donc la reproduction.

Et découvrir ceci est l'objectif visé par la situation, non le point de départ, ce qui montre un premier aspect du caractère paradoxal de la conception de cette situation:

- ce qui semble évident aux enfants, il faut le rejeter parce que ce n'est pas pertinent pour

l'objectif botanique de la maîtresse; mais celui-ci reste inconnu par les élèves, alors pourquoi et comment la maîtresse va-t-elle pouvoir rejeter ces critères, sans expliciter ce qu'elle voulait que les enfants découvrent?

- ce qui intéresse la maîtresse, la classification selon la reproduction, n'est pas "évident" du tout, même la maîtresse reconnaît que "sont des classifications basées sur les connaissances des élèves".

Alors, si cette classification n'est pas "évidente" par observation, et que les enfants n'ont pas les connaissances nécessaires, comment la maîtresse pourrait la rendre "évidente" à partir du travail des groupes des enfants qui ont ces connaissances et qu'ils l'ont manifesté dans leurs réponses?

Un exemple de l'ambiguïté que la conception de cette situation permet, pour accepter ou rejeter le travail, les classifications faites par les élèves a été observé:

La maîtresse a rejeté une classification par ordre alphabétique des objets, qu'un groupe d'élèves avait établi, parce qu'elle "ne correspondait pas à la consigne: elle ne pouvait pas être élaborée en partant de l'observation".

Est-ce que la classification selon les méthodes de reproduction est "observable" seulement en regardant de morceaux de plantes, ou des fruits, etc.?

Regardons maintenant la consigne donnée aux enfants: la maîtresse demande tout simplement, de "classer" les objets.

Comme elle sent que les enfants n'ont pas très bien compris, alors la maîtresse change le mot "classer" par celui de "ranger" - plus "parlant" pour les enfants, d'après celle-ci - et dans le deuxième cours réalisé, elle demande aussi de dire "pourquoi on les met ensemble".

Et il a fallu ensuite qu'elle réexplique à chaque groupe le sens de la consigne.

Donc, nous observons d'emblée une incompréhension de la consigne de la part des enfants, qui n'a pas permis à la maîtresse la dévolution de la situation a-didactique aux élèves. On y reviendra.

Nous pensons que cette incompréhension n'est pas due à un problème de formulation, ni de concision en la consigne, mais à la conception de la séance.

Cette conception exprime une épistémologie empiriste, sur l'enseignement, de la part de la maîtresse.:

a) La maîtresse, implicitement pensait que la simple "lecture" de la nature (des objets) offre tous les renseignements sur elle même et sur son organisation (voir classification): la méthode de travail proposée aux enfants - la simple observation des objets, sans aucune autre information ni renseignement, c'est-à-dire une certaine organisation du milieu a-didactique - le lui montre.

Une preuve de cette conception est la conviction que la maîtresse avait, de la découverte, par les enfants, de la classification selon le mode de reproduction, à partir de l'observation d'une collection "significative": avec des plantes à fruits et des plantes sans fruits. Elle croyait même possible, la découverte par les enfants de la classification des plantes en mono et dicotylédones.

De même, la surprise qu'elle a eue en observant les classifications faites par les enfants, et qu'elle exprime pendant l'entretien réalisé après cette première séance.

Cette conception empiriste est aussi exprimée dans la volonté de la maîtresse, qui ne voulait pas conditionner l'élève, avec l'objectif que ce soit l'enfant lui-même qui mobilise le sens de ce mot, "classer" (chez lui). Cette affirmation a été faite

par la maîtresse, quand elle me donnait des renseignements, pour me présenter la séance avant son déroulement, et aussi pendant l'entretien postérieur.

La négociation didactique

Etant donné que la dévolution de la situation ne se faisait pas, la maîtresse a été obligée de "négocier" avec les élèves, le mot "classer":

- Elle a expliqué à chaque groupe, d'une façon opérationnelle, ce que veut dire classer. Ce que la maîtresse ne voulait pas dire (et cela n'avait pas été dit dans la consigne), elle le dit à chaque groupe.

C'est-à-dire, "ce" qu'il fallait faire: établir des groupements avec les objets, et dire pourquoi on les avait fait ces groupements; mais pas "comment" le faire: ce qui pouvait permettre de faire ces groupements.

- Dans la deuxième classe où la maîtresse a fait la leçon, elle a ajouté à la consigne la phrase "il faut dire aussi, pourquoi vous les mettez ensemble". En ajoutant cette phrase, on rend évident aux élèves ce qu'on attend d'eux: "il faut mettre ensemble des objets"; le pourquoi, viendra après le groupement, pour le justifier et pas avant, en tant qu'origine de l'action de grouper.

- La maîtresse a pris le mot "ranger", et elle l'a ajouté dans la consigne, pour rendre plus clair aux enfants le sens - incompris - de "classer".

Il faut remarquer que le mot "ranger" est un exemple parmi les mots qui dans la langue courante ont un sens différent de ce qu'ils ont dans la langue naturelle des mathématiques - en utilisant la différenciation entre ces deux termes, faite par C. LABORDE (LABORDE, 1982), dans sa Thèse.

"Ranger" dans la langue courante, veut dire: "mettre de l'ordre", "mettre à sa place", "donner un rang", etc. C'est un mot qui mêle les concepts d'ordre et de

classification, dans l'acception que ceux-ci ont aussi, dans la langue courante. De même, dans le dictionnaire, on peut trouver "classer" comme synonyme de "ranger"

Tandis que dans la langue naturelle en Mathématiques: "ranger", c'est le verbe qui exprime l'opération d'établir une relation binaire d'ordre; et "classer", c'est l'activité d'établir une relation binaire d'équivalence.

Nous sommes, en conséquence, en présence d'un des concepts mathématiques que VAN DERMOLEN (VAN DERMOLEN, 1987), cite comme origine de difficultés sémantiques.

En effet, nous avons observé que, le fait d'introduire dans la consigne le mot "ranger" - utilisé dans la langue courante - pour expliquer le mot "classer" - utilisé en langue courante mathématique (donner une partition, comme résultat après avoir établi une R.B.E.), peut supposer un effet "Topaze" (BROUSSEAU, 1986), lié à la négociation didactique, jugée nécessaire - pour la maîtresse - pour effectuer la dévolution du concept "classer" aux élèves.

Cet effet "Topaze" se produit, dans le cas où l'on arrive à une disparition du sens - pour les élèves - de la connaissance "classer", due à la modification progressive de la consigne.

Mais, même si cette disparition totale du sens, ne se produit pas, il est évident que la maîtresse a pris en charge l'essentiel du travail qu'elle voulait demander aux élèves, en produisant les différentes modifications de la consigne que nous venons de signaler, tout au long du paragraphe, et non seulement la dernière que nous venons d'analyser.

Il faut signaler, que ce phénomène, l'effet "Topaze" que nous avons mis en relief, montre - une fois de plus - la nature des difficultés du contrat didactique, qui sont liées à la transposition didactique des connaissances visées par l'enseignement, et qui, dans

la situation qui nous intéresse, est la classification.

Le paragraphe suivant met en relief quelques exemples de ces difficultés présentes dans la transposition didactique de la classification.

iii) Le sous-système ENSEIGNE

A propos du travail des élèves

Seulement trois groupes sur douze, c'est-à-dire un quart du total des élèves, ont proposé une classification spontanée. Parmi eux, un seul groupe a utilisé comme critère "être un fruit".

La plupart des autres groupements faits spontanément par la moitié des groupes, donc la moitié des enfants, ne peuvent pas être considérées comme des classifications - même pas spontanées, sur l'aspect physique: couleur, taille, toucher, etc. - puisque, ou bien:

- ils ne sont pas exhaustifs, et la réunion des groupements n'est pas l'ensemble des références: comme le groupe A de CE2B, ou le groupe D de CE2A

- ou les groupements sont des couples d'objets, avec un des éléments commun à plusieurs couples: comme le groupe C de CE2A

- ou les groupements ne sont pas disjoints: comme dans le groupe G de CE2B.

L'autre quart des enfants, n'a pas pu arriver à faire de groupements d'aucun type; ils sont restés dans la description des objets, à partir des critères observés.

Il faut remarquer aussi, l'absence presque totale - seulement un groupe y fait référence - de la négation, comme opération inverse de l'affirmation.

C'est-à-dire que les enfants n'ont pas utilisé la négation pour définir une classe par l'absence d'un critère déterminé; par ailleurs, ce critère avait déjà

était utilisé pour définir une classe, avec les éléments qui possédaient ce critère, et qui serait l'opposé de la classe définie par les éléments qui n'ont pas ce critère.

Par rapport à la deuxième consigne, aucun travail réflexif différent de celui qui avait été mené jusqu'à ce moment-là, ne s'est manifesté. C'est-à-dire: l'ordre d'ouvrir "pour voir ce qu'il y a dedans" - sans spécifier "quoi" - n'a laissé supposer aucune difficulté matérielle, tout le monde ouvrait la bogue, le gland et même les châtaignes, mais personne n'a rectifié la classification faite, ou en train de se faire.

Ce fait montre, une fois de plus, la distance existant entre la vision empiriste de la maîtresse, et les activités concrètes et réelles des élèves, pendant la séance.

La maîtresse attendait que l'action d'ouvrir et d'observer "une graine" ou "deux graines" soit suffisamment "parlante", en soi-même, pour que les enfants arrivent à percevoir la différence existante entre les plantes ayant une ou deux graines dans leurs fruits, et que cette différence soit significative, en botanique, pour la reproduction.

Mais cette lecture de l'observation, de la part des élèves, supposerait que ceux-ci, savent déjà quel est l'objectif de la classification botanique et que celle-ci est la classification que le maître veut obtenir; puisque le système de reproduction est le critère déterminant pour classer par familles botaniques ou par unités taxonomiques.

Donc, les concepts de critère, critère pertinent, but de la classification, sont nécessaires pour que les élèves puissent réaliser la tâche demandée.

Si les élèves n'avaient pas ces concepts, leur acquisition aurait dû être prévue dans la situation ;

si les élèves les avaient déjà, il aurait fallu préciser le but de la séance, qui à ce moment-là, ne serait que la simple application de ce que les enfants savaient déjà.

iv) Le sous-système MILIEU

L'organisation didactique du sous-système milieu prévue par la maîtresse, pour faire arriver les enfants à la découverte de la connaissance visée, était centrée sur trois phases bien différenciées:

PHASE 1: l'observation par les enfants d'une collection d'objets donnée.

PHASE 2: le travail en groupe de discussion et l'élaboration collective des classifications, à partir des classifications spontanées des membres du groupe (1ère séance).

PHASE 3: la mise en commun du travail des groupes qui éliminerait, par comparaison et analyse collectives, les classifications "utiles", "bien faites", "claires", etc., de celles qui ne le sont pas (2ème séance).

Remarquons que pour que la troisième phase soit possible, et arriver collectivement à trouver la classification visée par la maîtresse, il faut s'attendre à ce que le travail fait par les enfants, dans la deuxième phase, ait comme résultat la réalisation de la classification visée, ou "presque", par certains groupes parmi toutes les classifications spontanées faites par les différents groupes de la classe.

Avec cette organisation les variables didactiques à contrôler dans la situation sont:

V.D.1.- Le choix de la collection d'objets

V.D.2.- L'organisation et composition des groupes

V.D.3.- La consigne pour organiser le travail des enfants: les mots à utiliser relatifs à la classification, le degré de concrétisation/explication du travail à faire dans les groupes

V.D.4.- Le temps: du travail d'observation individuel et en petit groupe (1ère séance), du travail collectif (2ème séance).

V.D.5.- La gestion du maître, du travail des groupes: possibilités et limites de l'intervention dans chaque groupe

- précision sur la consigne
- informations à donner
- rectification, remise en question du travail fait

Après l'observation, nous pouvons analyser les valeurs choisies par la maîtresse pour chaque variable.

Considérons que les variables signalées, sont la conséquence théorique de mon analyse de la situation; mais celles-ci n'ont pas été considérées par la maîtresse tout à fait de la même façon.

Nous allons considérer ici, en partant de l'observation des valeurs choisies par la maîtresse pour chaque variable énoncée, leur incidence sur les résultats de la 1ère séance.

V.D.1.- Le choix de la collection d'objets

Si nous observons le matériel distribué par la maîtresse, nous remarquons une diversité très forte avec une manque d'homogénéité :

- Il y a des fruits (la châtaigne avec la bogue, des mûres, des pommes de pin) qui sont donnés tous seuls, séparés des branches de leurs arbres d'origine, tandis qu'on a donné des branches de fragon avec leurs fruits.

Par contre il y a une écorce d'arbre avec du lichen, qui pour certains enfants peut être semblable à une branche.

La variété des fruits présentés, plus le manque de "typicalité"² de ceux-ci, produisent en fait l'absence de fruits facilement reconnaissables par les enfants.

V.D.2.- L'organisation et composition des groupes

Les groupes de travail n'ont pas été préparés d'une façon particulière: ce sont des groupements de quatre enfants dont les places habituelles en classe sont "proches".

Etant donné que les connaissances en jeu pendant la situation, sont des connaissances personnelles et privées de chaque enfant à propos de la classification, cette variable conditionne fortement le milieu didactique de la séance:

* il y a des groupes où participent plusieurs enfants avec des connaissances botaniques sur la classification (ils parlent de "familles", de fruits, etc.) et il y en a qui n'ont aucun enfant avec ce type de connaissances.

V.D.3.- La consigne

Nous en avons déjà parlé, dans la chronique et dans l'analyse de la négociation didactique; volontairement floue et avec une formulation dans le langage naturel afin qu'elle puisse être comprise pour tous les élèves selon les différents degrés de maîtrise de l'opération classification.

En fait, la consigne a été reçue comme prévu, différemment selon les diverses connaissances personnelles des enfants sur le mot classer, mais pas forcément d'une façon coïncidente avec les désirs du maître.

2. Dans le sens utilisé par Oleron, comme critère typique, qui caractérise un objet.

V.D.4.- Le temps

Les enfants ont commencé à observer les objets directement en groupe, donc le temps de travail individuel n'existe pas, mais chaque élève s'implique personnellement dans le travail à réaliser en groupe, pendant toute la première séance (environ de 40 minutes).

Le travail collectif de mise en commun et débat, commencé déjà pendant la première séance, pour la classe de CE2A, est réalisée pendant la deuxième séance (environ d'une heure). Ce travail a été profondément marqué par certains élèves qui ont conduit le débat selon leurs réflexions personnelles, et non celles de leur groupe respectif, et qu'ils n'ont pas apparemment modifiées. On y reviendra dans l'analyse de cette deuxième séance.

V.D.5.- La gestion du maître, du travail des groupes

La maîtresse a été obligée d'éclaircir la consigne dans presque tous les groupes avant que ceux-ci puissent commencer vraiment à travailler dans la direction désirée par la maîtresse: ceci a été son principal travail de gestion des groupes, combiné aussi avec les corrections correspondantes aux groupes qui avaient commencé déjà leur travail d'une façon erronée.

3.3.1.3. Les résultats pour la recherche

Cette première séance était conçue par la maîtresse, comme un moyen de recevoir le travail spontané des enfants, sur les classifications, pour arriver à "découvrir" un type concret de classification, d'intérêt pour la botanique, qui soit fondée sur la méthode de reproduction des plantes

Et en fait, le résultat de la leçon place la maîtresse à l'intérieur d'une situation tout à fait paradoxale, elle a deux options par rapport à cette

première séance: ou bien elle la prend comme point de départ, de la deuxième séance, ou bien elle la laisse de côté; mais tous les deux vont l'amener à une situation sans issue.

- Si la maîtresse prend comme point de départ, dans la deuxième séance, le travail fait par les élèves pendant la première, c'est-à-dire la mise en commun du travail des groupes, elle ne peut pas laisser les erreurs présentées "officiellement" à la totalité de la classe - même si celles-ci ne sont pas repérées par les élèves - puisque le contrat exige ou bien une ratification du travail présenté s'il est bien fait, ou bien une correction ou détection des erreurs.

Alors elle est obligée:

- de "corriger les erreurs" de chaque groupe, par rapport à la norme scientifique et/ou mathématique sur la classification, donc par rapport aux propriétés que celle-ci doit avoir et par conséquent

- de travailler sur la définition des termes "classer", "classification" etc.

Et, en faisant ce type de travail, elle laisse de côté, néglige, l'objectif de la leçon - la classification selon les méthodes de reproduction - et, au moins pendant plusieurs séances, elle sera forcée de continuer à analyser et éclaircir, tous les multiples aspects suscités par la première séance, si elle veut être conséquente avec la tâche proposée pendant celle-là.

- Si la maîtresse laisse de côté le travail des différents groupes: soit pour prendre simplement la classification du groupe, qui a proposé comme caractéristique d'une des classes "être un fruit", soit pour la présenter elle même, alors elle rompt le contrat; ce qui ne va pas être accepté facilement dans la relation didactique, ni par les élèves ni même par le maître.

Par ailleurs, la maîtresse se trouverait comme au point de départ de la première séance, au niveau de l'introduction du contenu. C'est-à-dire que, par rapport à la façon d'introduire le contenu, les difficultés seraient les mêmes que celles qu'elle ressentait pour préparer cette première séance.

Mais elle aurait aussi tout le bagage de doutes, erreurs, et même frustrations des enfants, accumulés pendant cette première séance, qui par le fait d'adopter cette position-ci, resteraient sans clarification.

Donc, on voit bien le caractère paradoxal de la situation, dans laquelle se trouve la maîtresse après cette première leçon; elle même en est consciente et analyse ses difficultés, dans l'entretien qui avait suivi la leçon, et que nous allons présenter plus bas.

Cet entretien nous montre bien l'existence du paradoxe prévu et décrit a priori, en partant des éléments de modélisation théoriques utilisés.

3.3.2 LES DIFFICULTÉS DE GESTION DES CLASSIFICATIONS NATURELLES DES ENFANTS: L'ENTRETIEN EXPRESSION D'UN PARADOXE

Les réflexions et prévisions de la maîtresse pendant la préparation de la deuxième séance, se trouvent dans la transcription de cette préparation de classe (16-X-89); voir ANNEXE: Difficultés d'une maîtresse pour reconduire les classifications spontanées des élèves (CE2, 88/89).

Ces réflexions à haute voix de la maîtresse sont déterminées par les résultats - inattendus pour elle - rencontrés dans les travaux des enfants pendant la première séance et, par la nécessité d'organiser une deuxième séance à partir des productions des groupes.

La question initiale et principale que la maîtresse se pose est:

comment utiliser les productions des enfants?

La coexistence des différents niveaux des réponses des élèves produit une première hésitation, chez la maîtresse:

- elle est intéressée seulement par un certain type de réponses, celui qu'elle visait

- et elle est surprise par la présence de certaines classifications qu'elle n'attendait pas

"Il y a deux types de classements: les classements évidents parce que les enfants ont tenu compte de l'aspect extérieur des objets et un autre classement basé sur la connaissance des enfants: c'est celui qui m'intéresse" (pag 1, Annexe).

"J'attendais qu'ils mettent d'un côté tous les objets qui étaient des graines et d'un autre côté, tout ce qui ne produisait pas de graines". (pag 7, Annexe)

"...Je ne m'attendais pas au fait qu'ils classent par "dur", "doux" et "piquant", je suis naïve encore. Qui ça ne me paraissait pas évident; ça m'a surprise". (pag 11, Annexe)

Dans ces commentaires la maîtresse laisse de côté les enfants qui ne sont pas arrivés à faire de classements, mais qui ont fait des observations sur les critères des objets, ou des groupements partiels, incomplets, etc., et qui, en fait, constituent une troisième catégorie de réponses.

Mais, comme ce groupe d'élèves n'a pas produit des classifications à montrer - comme c'était demandé dans la consigne - a priori il ne pose pas de problèmes à la maîtresse, parce qu'elle a déjà une justification, vis à vis des enfants, pour ne pas les prendre en compte; même s'il y a des erreurs ou des remarques pertinentes celles-ci peuvent être reprises ou ignorées selon la volonté de la maîtresse, elle est "libre" parce qu'il

ne s'agit pas d'une classification à admettre ou rejeter.

3.3.2.1 Les classifications "évidentes"

Pour la maîtresse, ce qui vraiment suppose un problème c'est les classifications "évidentes", mais correctes, "celles qui ne l'intéressent pas", et comment les écarter:

"Je voulais justement pour mettre un peu à l'écart ce type de classification, je voulais justement leur montrer qu'ils n'avaient pas trouvé de critères forcément généraux. C'est-à-dire que ça dépend vraiment des personnes, c'est très subjectif. Donc, si tu veux c'est ça qui m'a posé des problèmes, en fait, c'était comme écarter les différentes classifications, alors j'avais pensé un petit peu justement à ça.

"Là, c'est difficile de s'en sortir parce que comment ne pas accepter une classification où l'on te dit "la pomme de pin et les glands, c'est dans les éléments durs". C'est vrai!"...

La solution s'impose, mais elle ne résout pas le problème: la maîtresse est obligée de garder ces classements corrects d'après la consigne, même si elle reconnaît qu'ils ne servent à rien, puisqu'elle n'a pas les moyens de les écarter d'après l'organisation de la séance, comme conséquence de l'absence du cadre de référence botanique pour le travail de classification à réaliser.

"...C'est difficile de la refuser. C'est ça qui m'ennuie. Je ne peux pas refuser ça. Je peux refuser des choses qui ne correspondent pas à la consigne, mais c'est pas le cas. Mais elles ne m'intéressent pas non plus."

Les difficultés de la maîtresse et même la décision prise, montre une rupture de contrat, caractérisée par

le dysfonctionnement du savoir en jeu, "la classification", chez les élèves et chez le maître, sans aucune possibilité de reconversion, ni de découverte de la part des enfants vers la connaissance visée par le maître.

C'est-à-dire, les enfants ne travaillent pas avec des plantes, mais avec des "choses", ils ne sont pas dans le champ de la botanique où certains critères pourraient avoir une signification pour eux, être de la même famille, avoir des fruits, etc.; l'absence de ce cadre de référence dans la botanique et l'utilisation familière du terme classer ("ranger"), laissent l'enfant dans un milieu a-didactique sans structure, où le mot classer n'a aucun sens précis, seulement "mettre ensemble". Cependant, l'enfant s'éloigne des intentions non explicitées de la maîtresse, et la rupture de contrat se produit.

"Là où je ne sais pas comment faire, c'est comment leur faire pointer que c'est cette classification qui est importante (celle qui est basée sur la reproduction); comment retirer ça de là, pour qu'on travaille là-dessus en fait, et comment mettre les autres de côté." (pag 5, Annexe)

"Ils ne savent pas ce que j'attends en fait; ils ne savent pas que je veux arriver à une classification basée sur les graines et le reste. Alors je ne peux pas croire que ce qui ont classé comme ça, tu vois, - "ce qui se reproduit très vite": le gland, la pigne de pin, la châtaigne -, qu'ils pensaient que c'était ça ce que j'attendais". (pag 5, Annexe)

"P.- Tu disais, que tu voulais arriver à la classification selon la reproduction..."

M.- Alors, moi je crois que ce qu'il faut..., je crois..., je crois, je n'en sais rien..."

Si je veux qu'ils classent en considérant ces critères, il faut qu'ils sachent de quoi ils parlent; c'est-à-dire qu'on essaye... de dire... comment, par

exemple, un pied de mousse va donner un autre pied de mousse...; je ne sais pas." (pag 6, Annexe)

3.3.2.2 Les erreurs

e1. Un erreur logique assez fréquente chez les élèves de cette âge-là (8-9 ans), la confusion entre "le tout" et les différentes parties qui le constituent, apparaît dans la première séance renforcée par l'organisation du milieu.

"Mais là: la branche de pin avec la pomme de pin, les châtaignes avec les bogues, ça c'est pas vraiment un classement puisque, cet objet...: les deux choses sont ensemble, ça ne forme qu'un seul objet..."

Même dans le groupe d'enfants qui ont dit "fruits", "pas de fruits", il y a eu une hésitation quand ils ont séparé les fruits d'une branche, pour les mettre avec les fruits, et après ils ne savaient pas quoi faire avec le reste de la branche; ils l'ont mise à part.

En effet, l'organisation du milieu a-didactique de la séance, avec le manque d'homogénéité de la collection d'objets à observer, déjà signalé dans l'analyse de la première séance, et le manque de cadre botanique de référence, ainsi que la formulation volontairement floue de la consigne qui n'a pas permis de parler de "classification de plantes" mais d'objets à classer, à ranger, rendent extrêmement difficile la clarification des erreurs produites.

Ceci constitue une autre source de problèmes pour la maîtresse:

"...Alors ça c'est effectivement ..., pourquoi on l'a mis à part (la branche de fraison avec les feuilles et les fruits)? Est-ce que c'est un fruit? est-ce qu'on peut le mettre avec la mousse, le lichen et tout ça?"

"P.- Mais par exemple, pour la châtaigne, il n'y a pas de feuilles..."

M.- On en a ramassé, mais on les a mises à part, parce qu'on voulait faire un herbier. Voilà en fait c'est parce que j'ai voulu dissocier...; au départ, je ne suis pas partie du global, je suis partie de choses bien dissociées..."

P.- Alors, le groupement des fruits correspond parfaitement à ça: ce sont des fruits, ce ne sont pas des plantes avec des fruits.

M.- Eh, oui; c'est vrai que je suis partie d'éléments différents, pour qu'on arrive ensuite à un ensemble ... global."

Les difficultés que la maîtresse va avoir avec la gestion de ce type d'erreurs, vont être mises en évidence pendant l'observation de la deuxième séance.

e2. Le primat du positif, si caractéristique de la pensée naturelle, a été constaté pendant l'entretien, comme étant un facteur décisif qui a conditionné les classifications spontanées faites par les élèves: l'abondance des classifications "évidentes"; les classifications "incorrectes", avec de groupement incomplets, ou des éléments non classés, etc. .

P.- ... Il y a des groupes qui en effet, ont pris un même critère, une variable, avec des valeurs différentes, selon le toucher: "doux", "piquant", etc... Mais la plupart des élèves ont fait dans la même classification des groupements, dont chacun a une caractéristique tout à fait différente des autres groupes.

Donc, ils n'ont pas mis d'aspects communs et des différences: ils ont mis ce qui caractérisait chaque groupement, et pourquoi, ils les avaient mis ensemble ça; mais...

M.- Voilà, c'est ça. Oui. Là c'est "tout ce qui pique", ça correspond à un aspect physique; "ce qui se

reproduit très vite", ça correspond à des choses qu'ils savent, des connaissances, et "ce qui pousse sur les arbres et les arbustes", c'est une observation qui a été faite sur le terrain qui ne correspond même pas aux objets dans la classe. Donc, ça correspond à trois choses différentes." (pag 6, Annexe)

e3. Même les enfants qui ont "réussi", par rapport à la volonté ou aux désirs de la maîtresse, posent aussi des problèmes:

"Comme ce ne sont pas des critères évidents de classification qu'ils ont trouvés, ("fruits" et "pas de fruits"), je voudrais qu'ils précisent leur pensée et en arriver à savoir pourquoi ils ont décidé que ça c'étaient des fruits".

Cette nouvelle difficulté, en fait exprime deux problèmes à prendre en considération:

- le concept "fruit" n'est pas "observable", mais "nécessaire" (dans le sens de nécessité logique), pour la reproduction.

Et cette découverte suppose des connaissances et des opérations logiques préalables, chez l'enfant, pour pouvoir être faite, ce qui n'est pas le cas pour tous les élèves.

"P.- Je pense qu'avec les éléments qu'ils ont, même les éléments externes ("voir" les fruits), ce n'est pas suffisant pour décider et faire un classement qui ait une valeur botanique quelconque.

Comment peuvent-ils arriver à classer selon la reproduction, à partir de ce qu'ils font, de ce qu'ils "voient"?

M.- Je suis d'accord avec toi. C'est vrai, ça pose un problème: ils sont obligés de faire intervenir leurs connaissances."

"M.- ...C'est que dans les groupes où il y a eu le type de classification "fruit et autre chose", il y a certains enfants...

P.- Oui, je connais deux de ces enfants. Ils sont du même type de famille, des parents intellectuels, avec de livres,...

M.- Ils font appel à des connaissances que les autres n'ont pas."

- ce concept "fruit", a fonctionné dans les groupes qui l'ont utilisé, au niveau du théorème en acte: les enfants reconnaissaient que c'étaient des fruits, ils les ont mis ensemble et les ont classé comme étant des fruits, mais ils n'ont pas répondu à la question, qu'est-ce que c'est un fruit?, et ils ont eu des problèmes avec tout ce qui n'était pas "typiquement" un fruit: les branches des plantes sans les fruits, la mousse, même la pomme de pin...

Des preuves de cette affirmation seront apportées dans l'observation de la deuxième séance, celle de "correction" des classements faits par les enfants.

Les deux caractéristiques analysées du fonctionnement de la connaissance "fruit", chez certains élèves, montrent la difficulté principale que la maîtresse va avoir pour gérer cette classification, celle qui était visée comme objectif de la séance:

- il s'agit d'une connaissance privée seulement chez certains élèves

- et qui fonctionne chez eux au niveau du théorème en acte

donc, ils ne pourront pas l'expliquer d'une façon compréhensible pour les autres groupes de la classe, même entre eux; la maîtresse aura le même problème, elle pourra montrer cette classification mais celle-ci sera reconnue difficilement par les enfants, comme une

classification à reproduire par eux mêmes, et surtout comme étant "différente" des autres.

"En fait, c'était basé (le travail de classification) sur leurs connaissances et non sur des choses collectives." (pag 7, Annexe)

"Je ne sais pas..., parce qu'il faudrait que tous aient des choses communes sur lesquelles ils puissent se baser pour faire cette classification.

Or, c'est vrai que là, les enfants qui n'ont pas classé comme ça, je ne vois pas comment je peux les amener à faire le classement que j'attends moi, parce que...ils n'ont pas les connaissances pour...ou ce classement n'est pas évident pour eux.

Si j'arrive à ce classement là, sans qu'il n'y ait rien d'autre, il vaut mieux carrément que je leur fasse une leçon et que je leur dise "ça c'est la graine" et puis "ça c'est le reste". ça n'a pas d'intérêt de faire tout ça!" (pag 8, Annexe)

Jusqu'ici on a vu les angoisses et les difficultés produites chez la maîtresse, par l'analyse du travail fait par les élèves pendant la première séance, mais l'objectif de ces réflexions était la préparation de la prochaine séance, et la recherche de réponse à une question précise:

comment utiliser les productions des enfants?

3.3.2.3 "Solution" adoptée pour le développement de la deuxième séance

Conditionnée par la mise en commun des classifications des élèves, déjà commencé dans une des deux classes - la classe B -, mais aussi par le contrat habituel de travail avec les élèves, la maîtresse décide

- de continuer la séance comme prévue, avec la mise en commun des différents apports des enfants et
- de demander des formulations, des raisons pour lesquelles ils ont procédé comme ça.

- de ne pas toucher aux classifications "évidentes"

"M.- Je peux, pour la classe B donc, faire cette mise en commun qui me semble intéressante, quand même...

P.- La mise en commun des différentes classifications?

M.- Oui, des différentes classifications, et puis demander à chaque groupe de parler de sa classification et de dire pourquoi, s'ils peuvent le dire. Ensuite, leur demander quand même ce qu'ils pensent, est-ce que ça vaut le coup de demander à chaque groupe ce qu'il pense de chaque classification?, pourquoi ils sont d'accord?, pourquoi ils ne sont pas d'accord?...

P.- Je pense que...

M.- ça peut être intéressant d'affiner un peu, en posant des questions, bon leur demander ça.

Et dans la classe A, alors je peux leur demander pourquoi effectivement ils ont fait ce type de classifications; voir que les classifications évidentes elles sont là, on touche plus.

Et leur demander alors, pourquoi ils n'ont pas classé mousse, lichen, et tout ça dans la catégorie des fruits (pour la classification du groupe B)." (pag 14, Annexe)

Au niveau de la forme à adopter, pour cette mise en commun, la maîtresse hésite entre la réalisation d'un panneau collectif de réponses ou la redistribution par groupe de leur travail; et aussi entre l'utilisation "intéressée" (d'accord avec les objectifs visés), ou la révision méthodique de toutes les classifications. (pag 1, Annexe)

Mais en définitive, ces questions de forme cachent un autre problème:

- est-ce que la maîtresse peut "corriger" toutes les erreurs, ou incorrections logiques ou mathématiques (par rapport à la classification), ou même à la botanique, que les enfants ont commises, pendant la

première séance? c'est possible matériellement (a-t-elle le temps, les moyens)? c'est son objectif?

- et si elle ne les corrige pas, est-ce que ces erreurs ne peuvent pas rester fixées, institutionnalisées d'une certaine manière, avec un statut d'acceptation et de reconnaissance publique et collective?

3.3.2.4 Conclusions pour la recherche

C.1.- L'entretien analysé montre, à titre d'exemple, différents aspects que le paradoxe fondamental de la dévolution (BROUSSEAU, 1986) peut générer:

- il y a chez la maîtresse une volonté d'appel, de mobilisation, de la pensée de l'enfant: la déduction naturelle, la mobilisation personnelle de ses connaissances, etc. (pag 9, Annexe) pour pouvoir réaliser la dévolution de la connaissance visée, c'est-à-dire, la prise en charge par l'élève de cette connaissance.

Dans notre situation, les modèles naturels présents dans la classification sont mis en jeu par les élèves: les groupements (et non les "classes"), la confusion du tout et des parties, le primat du positif, les critères "évidents", pas pertinents en botanique, etc...

- mais, elle vise un objectif scientifique déterminé, la classification botanique selon la reproduction, avec ses règles de formation et de fonctionnement propres, et que ne coïncident pas forcément, avec ces modèles spontanés, même elles sont parfois contradictoires.

D'autre part, cet objectif visé par la maîtresse

- doit rester caché pour les élèves, si celle-ci veut qu'il soit "découvert", ou reconstruit par les enfants: les enfants ne savent pas le type de classification qui intéresse la maîtresse

- mais, si les enfants n'ont pas les renseignements, ou le cadre de référence botanique, pour réaliser leurs

classifications alors ils peuvent faire une classification quelconque.

Tous ces aspects paradoxaux, dont la maîtresse n'était pas consciente avant le déroulement de la séance et dont elle a "touché" les conséquences, ont généré les différentes difficultés manifestées dans l'entretien, et que nous venons d'analyser; même la décision sur l'organisation de la leçon qui devrait suivre cette première séance est basée sur un paradoxe: travailler ou pas sur les productions naturelles des élèves

- si on travaille là dessus, tous les problèmes concernant le développement de la P.N. de l'enfant sont mis en jeu à nouveau, et on s'éloigne de l'objectif visé

- si on ne travaille pas sur un travail incorrect, qui est exposé publiquement, on risque de perpétuer ces erreurs, ces incorrections.

C.2.- L'entretien a mis en évidence, pour la maîtresse, certains de ces aspects dont elle n'était pas consciente, mais elle en a subi les conséquences: les difficultés exprimées et son angoisse devant les travaux des élèves, en sont un reflet.

Cette entretien montre jusqu'à quel point cette maîtresse ignorait le type de risques que l'invocation de la pensée naturelle des enfants peut déclencher dans le déroulement des classes.

Nous pensons que cette ignorance peut être un exemple d'autres ignorances qui seraient à l'origine de beaucoup de situations semblables que nous avons connues, même vécues en tant qu'enseignants.

3.3.3 ANALYSE DE L'OBSERVATION DE LA DEUXIEME SEANCE

2ème séance: "Travail réflexif sur les classifications trouvées par les différents groupes pendant la première séance, et recherche de précisions sur la reproduction"

La coexistence de différents types de raisonnements - argumentations naturelles et raisonnements formels et/ou botaniques -, dont la formulation elle aussi est diverse, est constante pendant toute la deuxième séance, aussi bien chez les élèves que chez la maîtresse.

Nous allons faire d'abord, l'analyse du travail de la maîtresse, donc des raisonnements et formulations utilisés, ce qui permettra à la fois: de montrer ceux des élèves et les difficultés de gestion qu'ils produisent chez la maîtresse.

Les stratégies adoptées par la maîtresse, pendant la conduite de la mise en commun du travail fait par les élèves au cours de la séance précédente, ont été les stratégies de base suivantes:

- s1.- acceptation du raisonnement de l'élève tel qu'il est produit
- s2.- dévolution sous forme de question des affirmations faites par les élèves
- s3.- reformulations diverses des interventions des élèves
- s4.- renoncement à éclaircir les argumentations naturelles des élèves, après plusieurs essais en utilisant les autres stratégies

Nous établirons aussi une correspondance entre les faits observés dans cette séance, et les prévisions réalisées par la maîtresse pendant la préparation (exprimées dans l'entretien, déjà analysé).

En dernier, nous présenterons les conclusions, aussi bien au niveau scolaire qu'au niveau de notre

recherche, que nous avons extrait après l'analyse de l'observation de cette deuxième séance.

3.3.3.1 Les stratégies de la maîtresse

Les différents types de stratégies de la maîtresse que nous allons présenter ici, ont comme but de considérer les références utilisées dans l'analyse de l'observation de la chronique de la leçon.

il ne s'agit pas d'une classification exhaustive des conduites de la maîtresse, simplement une présentation systématique de celles-ci, qui puisse nous permettre à la fois:

- de comprendre un peu mieux les remarques de l'observation et
- d'avoir ici une vision d'ensemble du comportement de la maîtresse pendant la séance.

Ces stratégies sont:

s1.- Acceptation du raisonnement de l'élève tel qu'il est produit

Différentes variantes de cette stratégie peuvent être observées, selon la nature du raisonnement fait par l'élève:

a) si le raisonnement de l'enfant est correct et coïncide avec les objectifs de la séance visés par la maîtresse, alors celle-ci reprend le raisonnement de l'enfant, et en profite

- pour dire ce qu'elle voulait dire, mais avec l'EXPRESSION utilisée par l'élève

- pour avancer dans le débat en s'appuyant - comme "vérités admises" -, sur les assertions que l'enfant vient de prononcer

dans les deux cas, qui parfois sont simultanés, l'utilisation faite par le maître signifie une volonté d'institutionnalisation implicite de ce raisonnement, de la part du maître; mais la dynamique de la séance montre que cette institutionnalisation n'est pas acceptée par les élèves: les enfants continuent à

remettre en question tout, même ce que pour la maîtresse était déjà éclairci.

Cette variante nous l'avons résumé comme

s.1.1.- La maîtresse reprend le raisonnement de l'enfant comme étant son propre discours, en l'utilisant pour avancer dans la discussion

b) Si le raisonnement de l'élève n'est pas correct, la maîtresse utilise deux variantes différentes de cette stratégie:

s.1.2.- La maîtresse demande à l'enfant des précisions, ou des explications sur les aspects qu'elle veut corriger

L'objectif visé: que ce soit l'enfant lui même qui découvre ses erreurs ou imprécisions.

s.1.3.- La maîtresse reprend le discours de l'enfant, mais en explicitant que c'est le raisonnement de l'élève qu'elle reproduit, et en demande aux enfants les conséquences

C'est-à-dire, en partant du raisonnement de l'élève, avec lequel la maîtresse prend ses distances, quelles conséquences en déduirait-on s'il était accepté. Cette demande n'est pas faite d'une manière explicite, mais avec des questions dont les réponses devraient entrer en contradiction avec le raisonnement initial accepté.

s2.- Dévolution sous forme de question des affirmations faites par les élèves

Cette stratégie, pourrait être interprétée parfois comme étant la variante s.1.3., puisque souvent les réponses au questionnement sur le raisonnement fait par l'enfant supposent l'apparition des contradictions avec celui-là.

Malgré la possible difficulté de classification que l'introduction de cette nouvelle stratégie pourrait supposer, si nous faisons une analyse exhaustive de toutes les interventions de la maîtresse, nous avons

voulu établir cette différence, étant donné l'utilisation fréquente que la maîtresse réalise de cette stratégie s2, pendant toute la séance: ce comportement de la maîtresse est le plus habituel quelque soit la catégorie que nous voulons considérer.

s3.- Reformulations diverses des interventions des élèves

Le travail de reformulation est, en fait, la stratégie de base de l'intervention de la maîtresse pendant toute la séance: elle est présente aussi dans toutes les autres stratégies présentées.

Les reformulations constantes de la maîtresse sont faites dans toutes les directions possibles, et produisent les variantes suivantes:

s.3.1.- Reformulation des termes botaniques en langue courante: faite habituellement par la maîtresse pour rendre compréhensible, ou accessible au niveau collectif du groupe classe, une connaissance botanique privée exprimée par un des élèves.

s.3.2.- Reformulation de la langue courante en termes botaniques: des précisions "savantes" de la maîtresse en introduisant ou rappelant des concepts botaniques que les enfants décrivent en langue courante.

s.3.3.- Reformulation des termes botaniques.

s.3.4.- de la langue courante en langue courante: des modifications ou corrections de la maîtresse, des erreurs de forme ou de contenu produits par les enfants dans leurs formulations, aussi bien en termes botaniques, que en langue courante; les corrections pertinentes sont faites dans la même formulation que celle utilisée par l'enfant .

Il faut remarquer les différents sens d'un même terme, surtout dans le domaine botanique, mobilisés par les élèves et par la maîtresse pendant leur utilisation: ces différents sens sont pour nous un

exemple de l'utilisation du terme dans un raisonnement naturel, ou dans un raisonnement formel ou scientifique, chacun des deux avec leurs propres règles de fonctionnement et que parfois rendent leur compréhension très difficile, même impossible.

Le terme "fruit" est un exemple de ces différentes utilisations:

- chez la maîtresse le fruit est synonyme de reproduction et implique nécessairement l'existence des graines

- chez les élèves, les implications précédentes ne sont pas nécessaires: fruit n'implique obligatoirement avoir des graines et le caractère de "comestible" est beaucoup plus représentatif du terme fruit que le caractère "avoir le même type de reproduction".

Nous y reviendrons.

s4.- La maîtresse renonce à éclaircir les argumentations naturelles des élèves, après plusieurs essais en utilisant d'autres stratégies.

L'utilisation du reste des stratégies ne répond pas toujours à l'objectif visé par la maîtresse, c'est-à-dire la clarification des incorrections, doutes et erreurs produites par les enfants dans les classifications faites pendant la première séance.

Alors la maîtresse, face à certaines argumentations et certains jugements naturels des enfants (ne coïncidant pas toujours avec les raisonnements scientifiques en jeu), et qui se présentent d'une manière très persistante - ce qui montre, la "résistance" de ce type d'argumentations; "résistance" déjà mise en évidence dans différents travaux, notamment chez VIENNOT (VIENNOT, 1987) -, est obligée de renoncer à clarifier ces raisonnements-là.

Les manières dont la maîtresse manifeste ce renoncement sont diverses, nous avons les variantes suivantes:

s.4.1.- La maîtresse change de sujet, d'une manière indirecte, en posant des nouvelles questions

s.4.2.- La maîtresse exprime ses doutes, ses réserves, par rapport à ce qui vient d'être dit

s.4.3.- La maîtresse montre son désaccord avec les réponses des élèves et change de sujet, explicitement.

3.3.3.2 Les prévisions et les données

P1. Les classifications "évidentes"

La maîtresse a traité ces classifications comme prévu: elle n'a fait aucune remarque à leur propos (elles étaient correctes d'après la consigne, même si elles n'avaient rien à avoir avec les intentions botaniques de la maîtresse) et les enfants non plus. Elles ont été acceptées mais ignorées pendant le reste de la séance; elles n'ont pas posé de problèmes à la maîtresse, mais leur caractère non-pertinent en botanique, n'a pas été clarifié non plus.

P2. Les "erreurs"

Comme nous l'avions déjà signalé, plutôt de que parler d'erreurs il faudrait parler de difficultés logiques des enfants, intrinsèques au stade évolutif associé à leur âge.

Mais ces difficultés logiques font produire aux enfants des "erreurs" ou des incorrections en tant qu'élèves dans le système scolaire et qui impliquent le maître dans sa gestion, comme nous allons le mettre en évidence au cours de l'observation de cette deuxième séance. C'est pour cette raison scolaire que nous avons utilisé l'appellation "d'erreur" pour désigner ce type de conduite.

La deuxième séance nous a permis aussi, de vérifier la persistance de ce type d'erreurs produites par les élèves pendant la séance précédente, - remarqué déjà dans l'analyse de celle-ci -, et la difficulté, même l'impossibilité de gestion de la maîtresse devant ces

erreurs -comme on l'avait déjà entrevu dans l'entretien avec elle..

Nous allons les revoir dans cette nouvelle séance.

eI. La confusion entre "le tout" et "les parties".

La confusion a été constante pendant toute la séance, malgré les éclaircissements et institutionnalisations que la maîtresse faisait à partir des interventions "correctes" (ou presque) de certains élèves.

Cette confusion peut être constatée dans l'analyse de la chronique de la séance, dès les premiers moments (pag.1 de la transcription: la bogue est considérée déjà indépendamment de la châtaigne, "...Mais les bogues, elles piquent aussi..."), jusqu'à la fin de la séance où la maîtresse signale le besoin de se mettre d'accord dans les débats (pag 39?: "...Elle dit que la bogue c'était un fruit, c'est d'accord!...mais nous l'avions séparé de la châtaigne...").

Dans les formulations observées relevant ce type d'erreur, nous voulons signaler

- les formulations en langue courante
- les expressions de concepts botaniques, tels que les rapports: fruit/graines et plante/fruit

Présentés dans la formulation des argumentations /raisonnements des enfants (même du maître), nous avons trouvé toute une liste d'expressions de la langue courante dont leur assimilation et en conséquence leur maîtrise, était la condition nécessaire pour garantir la correction de ces raisonnements.

Cette maîtrise de la langue courante n'était pas assurée par tous les enfants, ce qui produisait un premier type d'erreurs: l'incorrection dans l'utilisation d'expressions de la langue courante qui expriment les rapports entre les objets et leurs éléments constitutifs, entre le "tout" et les "parties".

Sans vouloir être exhaustifs et en guise d'exemple, nous allons donner une liste de certaines de ces expressions, que les enfants (ou même le maître) ont utilisé, en précisant le traitement (la "correction"?) fait par le maître.

Expressions en langue courante

- * ça va ensemble
ça fait ensemble
- * être attaché
- * être/pousser sur
être/pousser dans
- * être de la même famille

Gestion du maître

* retraduit/précise, en langue courante, l'EXPRESSION entière utilisée par l'élève:

"E.- ... graines de la fraise.

M.- Vous me dites des choses, mais je ne suis pas sûre. Il faudra revoir ça.

E.- ...Dans la pêche il y a le noyau, mais dans la fraise il y a des graines."

- la centration sur la composante c.c.2 "pousse sur les arbres" est à l'origine des argumentations des élèves qui l'ont utilisée

- explicitement comme un critère positif pour certains des objets à classer (notamment pour les plantes à fruits); la formulation employée a été principalement faite en langue courante, avec les expressions "être attaché", "pousser ou être, sur ou dans", que les enfants ont utilisées dans ces argumentations.

C'est ici donc, où nous pouvons classer les difficultés ou les polémiques suscitées avec l'utilisation, parfois incorrecte, de ces expressions

dans les différents rapports le tout et les parties (la bogue et la châtaigne, le fruit et la branche, etc):

"Sandra.- Le gland , il pousse sur la branche, on les a mis ensemble, pour la pigne c'est pareil, mais la bogue..."

Marie.- C'est vrai que la bogue est attachée à la branche, même la châtaigne...

M.- Mais la châtaigne est dans la bogue!...

E.- Nous avons mis les fruits avec les fruits, mais nous n'avons pas mis la châtaigne parce que l'ensemble n'est pas un fruit, je veux dire qui pousse dans les arbres, mais la bogue..."

"Marie.- La pomme de pin est sur la branche du pin, d'accord!, mais c'est un peu pareil pour la bogue et la châtaigne; elles sont aussi attachées comme la pomme du pin sur la branche..."

M.- Mais, dis moi, la châtaigne et la bogue, elles ne sont pas attachées aussi quelque part,

E.- A la branche?

M.- Sur les branches aussi."

- ou bien indirectement comme un critère négatif (objets qui ne poussent pas sur les arbres) mais avec sa formulation positive "pousse par terre", "pousse sur la mousse", etc.

"M.- Ah! Vous avez mis tout ceux qui étaient de la même famille ensemble, alors le champignon et la mousse..."

E.- (en continuant la phrase de la maîtresse), le champignon pousse sur la mousse.

M.- Ah!, Parce que les champignons poussent sur la mousse?

E.- Oui!, Oui!

M.- Ah!

Mélanie.- Quelque fois, pas toujours!

M.- Quelque fois, pas toujours...; qu'est-ce que ça veut dire ceci? Mélanie!

Mélanie.- Il y en a même qui poussent par terre.

M.- Qu'est-ce il y a, qui pousse dans la terre?

Mélanie.- Des champignons.

E.- Et la mousse.

E.- Les cèpes poussent sur l'herbe...

M.- Les cèpes poussent sur l'herbe?

E.- Sur la terre!

M.- Sur la terre. Et la mousse où est-ce qu'elle pousse?

E.- Sur les arbres.

M.- Sur les arbres. C'est tout?

E.- Où par terre.

M.- Alors, vous avez mis champignon et mousse ensemble parce que vous avez pensé que c'était de la même famille? ou parce que les champignons poussaient sur la mousse?

E.- C'est ça!."

Pour finir ce paragraphe sur les modèles naturels que nous avons observé chez les élèves, nous présentons un extrait de la chronique, comme exemple du caractère amalgamé du prédicat fruit.

Il s'agit d'un des derniers moments de la leçon, où toutes les argumentations avaient été déjà faites par les enfants, avec toutes les précisions et remarques précises aussi, de la part de la maîtresse, mais nous retrouvons à nouveau toutes les composantes principales présentes et "amalgamées":

"M.- Ce que j'aimerais savoir, puisque vous parlez des fruits: qu'est-ce-que c'est un fruit?

D'où il vient?

E.- De l'arbre..."

M.- Ils poussent dans les arbres...

E.- Il y en a qu'on mange...

M.- Il y en a qu'on mange et d'autres qu'on ne mange pas...

E.- Elle dit que la bogue c'était un fruit, c'est d'accord, mais nous, nous l'avions séparé de la châtaigne...

M.- Alors..., la châtaigne n'est pas un fruit?

E.- Oui, oui, c'est un fruit!

E.- Mais non, c'est comme l'écorce

M.- Moi, je crois qu'il va falloir se mettre d'accord, parce que vous n'avez pas tous la même idée de qu'est-ce-que c'est un fruit".

e2. Le primat du positif.

L'observation de cette deuxième séance, nous a permis de vérifier de nouveau le fonctionnement de ce trait caractéristique de la pensée pré-logique de l'enfant, que nous avons déjà aperçu dans les classifications faites pendant la première séance de travail: le primat du positif.

La chronique montre comment toutes les argumentations des élèves sont basées sur des critères positifs; rarement une négation est utilisée pour définir ou caractériser un classement, ou un objet.

Un exemple caractéristique, nous pouvons le trouver dans la résistance des enfants à considérer le critère "pas fruit", pour désigner tous les objets qu'ils avaient déjà considérés comme n'étant pas des fruits:

Après les explications que les enfants donnent pour la classification qui laisse d'un côté les fruits, d'un autre l'écorce de l'arbre avec le lichen et la mousse, et la branche de fraigon isolée, le maître est obligé de retraduire la classification

"M.- ...Vous avez bien voulu séparer tout ce qui était fruit; ensuite tout ce qui poussait sur l'arbre, et ensuite ce qui était branche, séparée du reste."

Toujours il s'agit des critères positifs. Même quand la maîtresse essaie de reconduire cette classification plus loin du côté de la reproduction, et elle explicite la négation

"M.- D'accord, c'est parce que vous avez décidé de classer en mettant les fruits d'un côté et de l'autre côté tout ce qui n'était pas fruit,... c'est ça?"
ou quand elle demande clairement pourquoi ils n'ont pas fait la négation

"M.- ... Mais alors, pourquoi vous n'avez pas mis l'écorce avec le lichen et la mousse et puis la branche et les feuilles de fraigon, si vous avez décidé de mettre d'un côté les fruits et de l'autre côté le reste?"

Pourquoi vous n'avez pas mis tout ça (ce qui n'est pas fruit) ensemble?"

la maîtresse trouve chez les enfants, une absence totale de réponse dans le sens envisagé, et le rejet le plus complet à son intervention (voir Chronique pag 29/33)

e3. La validation

Une difficulté non prévue dans la préparation de la séance a été observée: la validation des assertions formulées.

Cette difficulté a été provoquée par la coexistence dans le débat

- de diverses formes d'attribution de valeur de vérité d'une assertion et
- de différents domaines de validité

L'attribution d'une valeur de vérité en logique formelle, propositionnelle, est une opération axiomatique, binaire, avec les résultats "juste", ou "faux" quand elle agit sur une proposition formellement correcte. C'est l'attribution qui d'une manière implicite est utilisée par le maître en situation

scolaire, donc par la maîtresse pendant toute la séance.

La pensée naturelle est dans ce sens pré-logique et elle ne suit pas les axiomes logiques du fonctionnement de l'attribution de vérité: elle n'est pas "non-contradictoire" (donc la P.N. peut admettre la contradiction dans ses argumentations) et elle ne suit forcément, "el tercio excluso" (la P.N. peut trouver ou admettre d'autres critères de validité différents du "juste" ou "faux").

L'EXPRESSION "on s'arrange pour que ..." utilisée par les élèves est un exemple:

"E.- On s'arrange pour que l'écorce soit un fruit".

Les efforts de la maîtresse pour reconduire la validité dans le domaine de la logique et de la botanique sont évidents, mais ils ne peuvent pas être explicites, il faut que la maîtresse utilise son autorité morale "c'est comme ça, c'est tout":

"E.- Parce que c'est la bogue qui protège la châtaigne, comme l'écorce protège l'arbre.

M.- Bon d'accord!. Mais est-ce-que c'est un fruit? Même "si on s'arrange", est-ce-que c'est un fruit?

E.- Si tu enlèves la décoration de la bogue, tu arriveras à une écorce...

M.- Ah! Tu pourras enlever ce que tu veux, que ça (la bogue), jamais ça ne sera une écorce et ça sera jamais un fruit!"

La coexistence des différents domaines de validité, ou de référence pour les argumentations a commencé à être envisagée dans l'exemple précédent:

- la P.N. avec ses prédicats amalgamés et ses argumentations naturelles: la métaphore, l'analogie, l'attribution de vérité non-binaire, etc

- la logique formelle et ses axiomes de définition

- la botanique et ses lois universelles: chaque concept a sa définition dans le cadre de référence botanique.

Il y a aussi d'autres domaines de validité, utilisés en différents moments de la séance, comme par exemple, la contingence: le recours au milieu matériel comme preuve ou vérification de l'assertion faite

"E.- Parce que les champignons et la mousse sont ensembles, les champignons sont sur la mousse...

M.- Alors au départ, quand je vous les ai donnés, ils n'étaient pas ensembles, il n'y avait pas de champignon sur la mousse..."

Tous les domaines cités peuvent être repérés dans les différents moments du débat, ainsi que leur coexistence.

Nous avons voulu présenter cet aspect pour montrer l'influence décisive de la pensée naturelle dans les procédés de validation, et qu'il faut le prendre en compte aussi bien dans les situations spécifiques de validation, -travail déjà commencé dans la communauté didactique-, que dans les situations plus ouvertes de débat, de phase de découverte, etc., parce que c'est là, dans ces situations apparemment ouvertes à l'initiative de l'élève, que les différents domaines de validité s'élargissent aussi, mais attention!, seulement en apparence: le maître ne peut accepter que les domaines de référence académiques, et le conflit apparaît.

P3. Les classifications "visées"

La gestion des travaux des élèves contenant les classifications les plus proches de celles visées par la maîtresse, n'a pas été facile, non plus, pour la maîtresse.

Les classifications où le critère "fruit" était pris en compte par les élèves, malgré leur adéquation aux

objectifs du maître sur la leçon, n'ont pas pu être travaillées, ni acceptées plus facilement que le reste: nous avons analysé déjà quelques difficultés associées au fonctionnement du concept "fruit" chez les enfants:

- son caractère de prédicat amalgamé a été mis en évidence

- pour certains élèves le concept "fruit" fonctionne seulement au niveau de théorème en acte: ils l'utilisent, mais ils ne sont pas capables de formuler leur actions

- le caractère de nécessité du fruit, dans son rôle dans la reproduction est accepté seulement par un nombre très réduit d'élèves

- l'impossibilité des enfants d'accepter la négation comme un critère de classification, n'a pas permis à la maîtresse de "profiter" de la présence du critère fruit, pour avancer dans la présentation de la classification botanique, selon la reproduction, objectif visé dans les séances observées

- le concept "fruit" a fonctionné en tant que connaissance privée de chaque élève; même la référence faite, par une élève, à la reproduction comme une connaissance publique pour le groupe-classe, n'a pas donné lieu à une discussion commune dans le débat.

Ce fonctionnement privé, l'absence d'un cadre de référence commun et public, a rendu énormément difficile le travail de clarification, de validation des affirmations soutenues par les enfants, mais aussi par la maîtresse, pendant toute la séance.

3.3.3.4 CONCLUSIONS POUR LA RECHERCHE

C.1.- Confirmation du paradoxe de la dévolution.

Les constants renoncements de la maîtresse à continuer le débat en cours, dans cette deuxième séance, montrent l'impossibilité que celle-ci avait à gérer toute les difficultés soulevées dans le débat:

- chaque fois que la maîtresse essaie d'éclaircir un erreur, ou une difficulté apparus pendant la première séance, s'ouvre tout un éventail de réponses - pleines à leur tour d'incorrections ou de difficultés -, qui poussent la maîtresse davantage dans d'autres domaines, qui l'éloignent chaque fois plus de son objectif botanique visé, mais aussi de son objectif plus immédiat qui est la possibilité d'éclaircir le doute, ou l'erreur, commis pendant la première séance.

En conséquence, nous avons constaté que la maîtresse s'installe dans le paradoxe, elle est attrapée: elle n'a rien éclairci (ou très peu) par rapport au travail de la séance précédente et par contre elle a élargi la quantité de doutes, même d'incorrections exprimées publiquement dans cette deuxième séance et qui n'ont pas obtenus la clarification ou réponses adéquates, donc le risque d'institutionnalisation, d'installation, des ces erreurs ou incorrections augmente.

Au niveau scolaire, la maîtresse a reconduit la situation, comme une situation de motivation pour la recherche de documentation botanique qui puisse éclaircir les concepts visés par la maîtresse: fruit-graine-reproduction; donc pour ces concepts les élèves trouveront des réponses scolaires institutionnalisées,

mais ces réponses prendront-elles en compte et pourront-elles expliquer toute la richesse et la complexité entrevues pendant ces deux séances? .

C.2.- Les difficultés de gestion de la pensée naturelle des enfants, en situation scolaire.

Une grande quantité des doutes, difficultés ou erreurs des raisonnements des enfants pendant les deux séances ont été analysés et expliqués ici comme le résultat du développement de la pensée logique de l'enfant dans le stade pré-formel correspondant à son âge, notamment:

- les difficultés des rapports d'inclusion, et du primat du positif, décrites par PIAGET et ses collaborateurs

- les modèles spontanés, non-formels, représentés par WERMUS à travers sa formalisation de la P.N. à partir des prédicats amalgamés

Nous avons signalé déjà quelle a été la difficulté spécifique dans la gestion de la maîtresse de chacun des problèmes rencontrés.

Seulement il nous reste à conclure en disant que:

- malgré l'information et la préparation que la maîtresse avait sur la nature des difficultés à traiter pendant cette deuxième séance, ceci n'a pas suffi pour les éviter, ni pour les surmonter - son impuissance est explicite face aux élèves -

- que la maîtresse n'avait pas les moyens pour réaliser la tâche proposée

- que c'est la nature même de la séance - la prise en compte de la pensée naturelle des enfants, en situation scolaire -, qui est à l'origine des difficultés rencontrées par la maîtresse

C.3.- La représentation de la pensée naturelle de WERMUS, un modèle pertinent dans la recherche.

Le caractère des séances, avec l'absence de contenus ou des concepts concrets qu'auraient dû s'approprier explicitement les enfants, et le travail presque exclusif sur les productions des élèves, à propos d'un concept qui scolairement n'a pas été traité depuis la maternelle - la classification -, a rendu assez difficile l'observation et son analyse.

Nous avons décidé de prendre la modélisation de WERMUS de la pensée naturelle, pour compléter le modèle piagétien, et essayer avec elle de mettre en évidence d'autres aspects de la pensée appelée "naturelle" chez l'enfant qui ne semblaient pas suffisamment détaillés chez PIAGET et ses collaborateurs.

Après l'observation des deux séances et de leurs analyses, nous avons constaté la pertinence de cette modélisation:

- pour représenter les raisonnements et les argumentations des enfants que nous n'aurions pas pu décrire autrement: le concept fruit en tant que prédicat amalgamé, certains types d'argumentations naturelles, l'attribution de la validité, etc.

- mais aussi pour expliquer le travail du maître, où nous avons rencontré la coexistence de ces types d'argumentations naturelles, avec d'autres raisonnements dont les domaines de référence sont logiques, scientifiques, etc.

CHAPITRE 4. LES RAPPORTS PERSONNELS ET LE RAISONNEMENT
DANS LA RELATION DIDACTIQUE

4.1 LES RAPPORTS PERSONNELS AUX RAISONNEMENTS, SELON LES DIFFERENTES INSTANCES DE CONTROLE INDIVIDUEL DE LA SITUATION

Dans l'analyse de l'expérience que le sujet établit avec la connaissance à l'intérieur d'une situation, ROUCHIER dans sa thèse identifie la situation comme "un lieu de décision du sujet".

Nous avons montré précédemment, comment le sujet mobilise des ressources différentes dans l'action, la formulation ou la validation, en fonction de la nature de la situation à laquelle il se trouve confronté: nous avons parlé de "Raisonnement-action" ("R-action"), "R-formulation", ou "R-validation", et le terme Raisonnement inclut aussi, l'aspect de prise de décision dans ce processus de production personnelle des réponses du sujet, de leur communication ou de leur jugement.

La considération des différents niveaux de structuration du milieu (BROUSSEAU, 1988) qui caractérisent les divers types de fonctionnement de la situation dans la relation didactique (objectif, de référence, a-didactique, didactique, métadidactique), marque aussi différents fonctionnements du Raisonnement personnel (privé ou public).

Les décisions engagées dans les raisonnements des divers types de situations analysées, varient aussi selon la fonction particulière que le raisonnement joue dans chacune de ces situations déjà analysées.

Mais pour mieux identifier les rapports entre la prise de décision du sujet et le contrôle de la situation que cette décision génère, nous allons

utiliser le modèle de G.BROUSSEAU¹, où les diverses modalités de prise de contrôle de la situation correspondent à "des états successifs possibles de l'interaction de l'individu et de la situation²", et elles sont classées en ordre croissant de dépendance du sujet.

Nous allons faire fonctionner ce modèle, pour analyser quels sont les divers fonctionnements du raisonnement à partir des caractéristiques assignées à chacune de ces modalités de contrôle de la situation, établies par BROUSSEAU:

1. La situation elle-même
2. Les savoirs
3. Les connaissances publiques
4. Les connaissances privées
5. La décision elle-même
 - Décision sous le contrôle de la rationalité
 - Le hasard

4.1.1 LA SITUATION ELLE-MEME

"Elle ne dépend pas de l'individu, elle s'impose à lui avec un milieu, des acteurs, des contraintes. Ces instances fixent une règle du jeu sur laquelle l'individu n'a aucun contrôle³."

Il s'agit d'une instance sur laquelle l'élève en tant que sujet ne peut pas contrôler, seulement accepter ou rejeter le défi proposé par la situation, c'est-à-dire rentrer ou pas dans la situation comme une

1. Ce modèle de G.BROUSSEAU a été mentionné pour la première fois, dans le texte de son cours de l'école d'été de 1990, et dans la thèse de ROUCHIER où nous trouvons une formulation plus explicite de ce modèle.

2. Ibid, Thèse de ROUCHIER, 1991, pag 42.

3. Ibid, pag 42.

occasion d'apprendre; mais dans les deux options, la possibilité de modifier la situation est nulle.

4.1.2 LES SAVOIRS

"En second lieu, on rencontre les savoirs, la culture, auxquels il est possible de faire appel sous forme d'algorithmes, d'énoncés, de jugements pouvant entrer dans la composition de stratégies adaptées pour la prise en contrôle de la situation. A partir du moment où il décide de recourir à des éléments de savoir, le sujet n'en a pas la libre disposition, il ne peut les utiliser qu'en respectant les normes et les usages qui les définissent, normes et usages qui sont fixés et déterminés dans la culture sous la forme usuelle sous laquelle s'énoncent et se reconnaissent les savoirs. Les éléments de savoir convoqués sont convertis en connaissances opératoires, c'est-à-dire susceptibles de lui permettre d'établir le contrôle nécessaire dans la situation et de prendre les décisions qu'il juge adaptées'."

En termes de raisonnement comme savoir, le sujet agissant dans la situation ne peut avoir le recours qu'aux raisonnements mathématiques (les démonstrations) et/ou les raisonnements logiques ou bien aux algorithmes, forme sous laquelle les savoirs mathématiques ont pu être transformés (et nous avons déjà signalé, que dans la relation didactique cette algorithmisation est très fréquente).

4.1.3 LES CONNAISSANCES PUBLIQUES

Nous allons prendre ici le terme "savoir pragmatique" ("un savoir-faire avec la situation")

4. Ibid, pag 42.

utilisé par F.CONNE⁵, (que ROUCHIER considère comme proche des "connaissances publiques") pour pouvoir différencier le "savoir-faire" du "savoir-réfléchi"⁶:

- les concepts de "savoir-faire": savoir pragmatique considère du seul point de vue des produits objectifs résultant de la transformation d'une situation donnée", c'est-à-dire "une connaissance utile en regard d'une situation donnée et du produit qui résulte de l'interaction"

- le "savoir-réfléchi": "est une connaissance utile en regard de la représentation à l'oeuvre dans cette interaction. Un tel savoir lie, autrement que par simple transfert de connaissance, la situation donnée à d'autres situations de référence, réelles ou simplement évoquées, mais ne "pense" pas nécessairement l'organisation de ces liens'. Ceci opère un dégagement du savoir par rapport à la dynamique de la situation et de son aboutissement."

Cette distinction nous semble tout à fait pertinente pour pouvoir distinguer les deux fonctions attribuées normalement au raisonnement: le processus et le résultat (dans l'élaboration d'une nouvelle information à partir des informations données):

i) le résultat d'un raisonnement peut être rapproché du "savoir-faire", puisque celui-ci "identifie l'action d'une connaissance sur la situation par la simple reconnaissance de l'effet de cette action"); il faut prendre aussi en compte dans le savoir-faire une autre

5. CONNE F.: "Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique". Article à publier, dont la deuxième partie a déjà été publiée sous le titre "Un grain de sel à propos de la transposition didactique" dans les cahiers du Séminaire sur la Représentation, n° 37 du CIRADE, en Février 1989.

6. Ibid, 5. Nous allons reprendre dans ce paragraphe les expressions et les définitions données par F. CONNE, en les utilisant entre-guillemets.

7. C'est l'auteur qui souligne.

identification proposée par l'auteur entre "le produit objectif" de l'interaction avec l'usage des outils".

Toutes ces identifications et différenciations faites, nous amènent à considérer aussi dans le raisonnement personnel, le "savoir-faire" dans la situation, c'est-à-dire le résultat de la transformation de l'information opérée dans la situation et les outils utilisés dans cette transformation (associés aussi à la situation concrète). Les algorithmes semblent être les outils les plus "identifiables"⁸ dans le raisonnement du sujet et parfois leur utilisation arrive à être plus importante que le résultat à obtenir:

"Ainsi il est connu que le savoir-faire une division en colonnes tient plus à l'usage de l'algorithme, qu'à l'obtention du résultat, à tel point même que beaucoup d'élèves semblent ne pas se soucier du résultat qu'ils obtiennent, et que seul paraît compter pour eux le fait de parvenir à épuiser leurs données."⁹

D'autre part, l'échec semble être associé aux savoirs-faire: "...rater quelque chose, identifier un échec impliquent des savoirs-faire au sens où ils sont définis ci-dessus¹⁰. Les données psychologiques qui tendent à montrer le primat des affirmations sur les négations expliquent sans doute que les savoirs-faire associés à des réussites soient plus facilement identifiables".

ii) Le processus, ou la démarche de transformation, d'un raisonnement peut être rapproché du "savoir-

8. Nous avons déjà parlé dans le Chapitre 2, du rôle de l'algorithmisation dans l'enseignement.

9. Ibid, 5.

10. C'est l'auteur qui souligne. Ibid, 5.

réfléchi", dans le sens où celui-ci cherche à identifier comment la transformation de la situation a été faite, sans s'arrêter au résultat obtenu.

Ce savoir-réfléchi, par sa "nature représentationnelle" met en rapport les situations, même si ce rapport n'est pas nécessairement un objet de réflexion pour le sujet:

"Un tel savoir lie, autrement que par simple transfert de connaissance, la situation donnée à d'autres situations de référence, réelles ou simplement évoquées, mais ne pense pas nécessairement l'organisation de ces liens."¹¹

Cette aspect relationnel du savoir-réfléchi est une des fonctions caractéristiques associées par les enseignants au raisonnement des enfants: c'est une des compétences que le professeur considère chez les enfants, quand il exige, par exemple, la reconnaissance d'un problème comme étant "du même type" que celui qu'il (ou les élèves) vient de corriger ou de faire précédemment. Les remarques sur la ressemblance qu'habituellement les professeurs font dans leur classe ("C'est le même problème que l'autre!", "Il faut le résoudre pareil!", ...), sont un reflet de ce qu'implicitement ils supposent:

a) que non seulement la connaissance ou le savoir mathématique en jeu est le même, mais aussi "la démarche de résolution" du problème

b) que le fait que la démarche de résolution ait fonctionné une fois, impose qu'elle doit être "reconnue" ("relationnée" avec la première) et appliquée à nouveau. Il est bien connu que l'étonnement et l'incompréhension d'un échec dans un deuxième problème (une fois réussi le premier), chez les professeurs, est plus fort que si l'échec est produit dans le premier problème.

11. Ibid, 5.

Mais le "savoir-réfléchi", nous l'avons déjà signalé, n'assure pas nécessairement ce type d'organisation des liens.

Par rapport à l'échec, il est assez habituel qu'il soit associé à ce "savoir-réfléchi", plutôt qu'au "savoir-faire": "Il paraît moins bizarre d'associer un savoir-réfléchi à un échec, que d'associer un "savoir-faire" au même échec. Ceci tient au fait qu'un savoir-réfléchi peut être anticipateur".

Une fois établie la distinction entre les deux types des savoirs pragmatiques, revenons aux connotations que la dénomination "connaissances publiques" ajoute à son tour, à celles de "savoirs pragmatiques", dans la relation didactique.

De la considération des savoirs pragmatiques comme connaissances publiques, dans la relation didactique, découlent les réflexions suivantes:

- Les savoir-pragmatiques seront liés à l'histoire de chaque classe: il y aura aussi bien des savoir-faire que des savoir-réfléchi qui seront des connaissances publiques dans une classe déterminée avec un professeur déterminé et pas dans d'autres classes avec d'autres professeurs. Certains algorithmes, des règles de comportement dans la recherche des solutions, ou des instruments de résolution des problèmes, peuvent être donnés ou privilégiés par l'enseignant, ou être communs par l'habitude établie dans une classe: il s'agit des savoirs-faire "publics"; du même il est possible (même habituel), qu'il y ait des savoirs-réfléchis "publics": la façon d'aborder un problème, de présenter la solution, de formuler les résultats ou les processus de recherche, de vérifier les calculs ou les recherches...

C'est la l'imitation et la coutume¹² qui semblent régir le fonctionnement public de tous ces différents

12. Coutume dans le sens de

aspects du raisonnement qui constituent les savoirs pragmatiques.

4.1.4 LES CONNAISSANCES PRIVEES

"En quatrième lieu, le sujet peut engager dans le contrôle de la situation une seconde catégorie de connaissances. Elles traduisent une prise en compte d'une série de régularités (qui peuvent être des régularités anciennes, déjà observées) qui lui permettent de reproduire toute une série d'effets. Leur utilisation s'effectue sous la seule responsabilité du sujet¹³. Ces connaissances privées ne sont pas sous le contrôle d'un savoir et ne seraient pas reconnues à ce niveau parce que, par exemple, elles peuvent utiliser des moyens et des mises en relation non légitimes au regard de la culture. Elles ne sont pas pour autant erronées, peuvent être renforcées par la réussite et ne sont pas abandonnées dès lors qu'elles conduisent à quelques échecs."¹⁴

Nous ajouterons comme connaissances privées à prendre en compte, celles que WERMUS représente avec l'expression "Pensée naturelle": cette représentation semble être un bon modèle pour pouvoir analyser le fonctionnement de ces connaissances privées des élèves en tant que sujets agissants dans une situation.

L'imitation et la contumace sont deux caractéristiques signalées par le groupe "Apprentissage du raisonnement", comme habituelles pour "l'apprentissage" du raisonnement dans l'enseignement

13. Note de l'auteur: "On pourra ranger dans cette catégorie les modèles implicites et les théorèmes en actes", connaissances qui relèvent du seul sujet. Elles sont opératoires dans certains domaines de problèmes et peuvent cesser de l'être quand certaines variables du problème sont modifiées."

14. Ibid, pag 42-

Les prédicats amalgamés, les préfoncteurs, l'attribution d'une valeur de vérité, le rôle du contexte, les jugements naturels... sont seulement quelques-uns des éléments proposés par WERMUS pour représenter ce qu'il appelle Pensée naturelle, mais que nous pouvons identifier en tant que connaissances privées du sujet, puisque:

- il s'agit des connaissances qui ne sont pas des savoirs, puisqu'elles ne coïncident pas avec les connaissances culturelles logiques (les propositions, les foncteurs, les raisonnements formels,...)

- c'est avec elles que le sujet réalise les interactions avec la situation, elles sont sous la complète responsabilité du sujet

- donc ce ne sont pas non plus des connaissances que puissent être considérées comme publiques, puisque quand le sujet les utilise (toujours) il ne peut pas être jugé en fonction de ces connaissances qui à aucun moment n'ont eu un statut public.

4.1.5 LA DECISION ELLE-MEME

Deux parties différenciées dans cette décision, une partie contrôlée par la rationalité du sujet et l'autre celle qui peut être attribuée au hasard.

"En cinquième lieu, on trouve le niveau de la décision elle-même. Une partie de cette décision est sous le contrôle de la rationalité du sujet, composée en l'occurrence par les connaissances mobilisées ou encore constituées à cette occasion¹⁵. Une autre partie de cette décision n'est pas sous ce contrôle et paraît

15. Note de l'auteur: "Elles sont composées à partir des trois niveaux précédents (savoirs, connaissances publiques, connaissance privée) dans l'interaction avec la situation.

pouvoir être attribuée au seul hasard. C'est à ce niveau que le sujet paraît le plus libre¹⁶."

Pour la partie de la décision qui correspond au hasard, le sujet est totalement libre, il ne dépend de rien, le raisonnement ne rentre absolument pas dans cet aspect de la décision: c'est le hasard qui décide. Mais c'est seulement dans le cas où le sujet n'a aucune connaissance (ou qu'il renonce à les utiliser) que c'est le hasard qui décide; dans les autres cas c'est la rationalité du sujet qui contrôle la prise de décision, à partir des connaissances qu'il possède et qu'il assume consciemment, avec les règles du fonctionnement (culturel, public, ou privé) que chacune de ces connaissances comporte, ce qui réduit sa liberté à la fois qu'il augmente le degré de contrôle de la situation.

C'est le choix des connaissances à utiliser et de l'articulation (ou l'organisation) de ces instances de contrôle citées précédemment, ce qui dépend de la rationalité du sujet dans la prise de décision pour arriver à trouver une solution de la situation: c'est le raisonnement personnel et privé du sujet qui est engagé dans cette prise de décision, c'est celui qui juge sur l'adéquation ou l'efficacité des différentes connaissances qu'il possède par rapport à la situation.

16. Note de l'auteur: "On peut dire qu'à ce niveau l'entropie de la décision est maximum. Si le sujet se place consciemment sous le contrôle d'une des connaissances, il réduit l'entropie de sa décision. C'est quand il ne sait rien que l'entropie est la plus grande. L'entropie exprime ici la "quantité" de hasard avec laquelle la décision est prise. Notons que plus on descend dans les niveaux, plus la liberté augmente et la surdétermination (de la décision) diminue. Enfin, nous pourrions remarquer que dans ce modèle on confère à l'assujettissement public un poids supérieur à l'assujettissement privé".

4.2 LE QUESTIONNAIRE SCHTROUMPHS: ETUDE A PRIORI

Le Questionnaire SCHTROUMPHS a été conçu comme un vrai instrument de recherche, tel que nous l'avons présenté dans le Chapitre de Méthodologie, en nous permettant une utilisation multiple de cet outil selon les différents objectifs poursuivis.

* Le questionnaire SCHTROUMPHS: un exemple du caractère a-didactique et didactique de l'ingénierie proposée.

Les situations didactiques que nous allons proposer doivent nous permettre, de changer le contrat didactique habituel entre le maître et les élèves, à propos du raisonnement (logique et/ou naturel), et pouvoir observer parmi ces modifications, certaines des difficultés analysées dans le Chapitre précédent.

L'analyse a priori du questionnaire Schtroumphs, va nous fournir les exemples des connaissances que nous avons identifiées comme intrinsèques aux situations didactiques que nous voulions présenter, donc - dans ce cas-là - le questionnaire va fonctionner comme situation didactique de base des raisonnements de la pensée sur la logique et de l'attitude réflexive des élèves sur la logique.

Ces exemples extraits du questionnaire vont nous servir aussi, à montrer le type d'agrégation de données qui nous intéresse, ainsi que ses rapports avec la logique mathématique et/ou la pensée naturelle.

* Le questionnaire comme moyen d'obtention d'information.

A) Par rapport aux élèves

Pendant la pré-expérimentation nous l'avons utilisé, précisément, pour vérifier que le tableau - choisi comme le moyen de changement de contrat - pouvait fonctionner chez les élèves, pour obtenir des informations complémentaires sur son fonctionnement.

Comment faut-il le présenter? A quel type de questions les enfants peuvent répondre en l'utilisant?

Le questionnaire a été utilisé pendant l'expérimentation pour obtenir d'autres types de renseignements. Il a servi comme pré et post-test en rapport avec les situations d'enseignement proposées, pour essayer d'évaluer les variations des connaissances dites logiques, chez les élèves.

B) Par rapport aux maîtres

Le questionnaire est aussi un moyen de communication avec les maîtres, qui va être utilisé dans la recherche, comme un instrument de détection des attitudes - généralement non explicitables - des maîtres, vis à vis du raisonnement des élèves, et de leurs difficultés.

* Le questionnaire comme instrument phénoménotechnique.

L'observation de la correction du questionnaire avec les élèves, permet la mise en évidence de certains traits de la pensée naturelle (par ex. les pré-foncteurs logiques), qui font obstacle au fonctionnement de la logique formelle.

Cette observation est possible par l'utilisation du tableau comme métaphore, dans le questionnaire, qui offre une même forme de représentation aux deux types des logiques présentés dans la situation: formelle et naturelle, en donnant au maître un outil pour pouvoir en parler; ce qui n'est pas le cas, par exemple, avec un autre questionnaire "piagétien" de logique, passé aussi par les élèves et corrigé aussi en classe.

4.2.1 PRESENTATION DU QUESTIONNAIRE "SCHTROUMPHS".

Un questionnaire a été proposé à des élèves de CM1-CM2 appartenant à diverses écoles de Talence - MICHELET et autres - pendant la pré-expérimentation (année

scolaire 85/86). C'est celui-ci que nous allons analyser par la suite.

Une variante de ce premier questionnaire, a été développée, pour être passée par des élèves de CM2, pendant l'année 88/89. Le groupe de l'expérimentation devait viser les élèves de l'école J. MICHELET - qui auraient travaillé les situations didactiques en classe, comme situations d'enseignement -, et un autre groupe d'élèves témoin, avec des effectifs semblables au premier, mais appartenants à une autre école, où les situations didactiques n'auraient pas été enseignées.

Le questionnaire est composé d'un tableau ("Les réponses des SCHTROUMPHS", dimensions 20 x 15), d'une consigne et de dix-huit questions posées aux élèves (feuilles Q1 et Q2) (ANNEXE-QSCHT)

Pourquoi utiliser les schtroumphs dans le questionnaire? Parce que ceux-ci permettent la mise à distance du raisonnement de l'enfant sur les questions posées dans le questionnaire, pour éviter que celles-ci portent sur les opinions mêmes de l'enfant.

Ce fait va permettre de parler sur le raisonnement; il va être la base du raisonnement de la pensée sur la logique, de l'attitude réflexive des élèves sur la logique, visée par l'ensemble des situations didactiques.

Il faut distinguer trois niveaux de questions liées à ce questionnaire:

1.- les questions posées par le Grand Schtroumph aux Schtroumphs: elles sont dans la matrice sur les lignes: ex.: "est-ce que tu aimes les films d'aventures?"

(Le tableau des réponses des SCHTROUMPHS. Graphique-1)

les réponses faites par chaque schtroumph A, B, C, etc. à cette enquête: elles sont en colonne et remplissent le tableau et elles sont codées (1=oui, 0=non).

- ANNEXE.Q1SCHT -

Consigne et Tableau des réponses des SCHTROUMPHS (Graphique-1)

CONSIGNE

11.11.1986

Le grand SCHTROUMF a fait une enquête auprès des SCHTROUMPHS pour connaître les types de films qu'ils aiment bien.

Voici, dans le tableau que vous avez, les réponses des SCHTROUMPHS et les questions de l'enquête.

- à gauche, c'est la liste des questions posées à chaque SCHTROUMF

Exemple: "Est-ce que tu aimes les films d'humour?"

- chaque lettre A, B, C..., c'est le nom d'un SCHTROUMF

Exemple: "Le SCHTROUMF A".

A chaque question, il est répondu par oui ou par non.

Dans le tableau: 1 signifie oui, 0 signifie non.

On va essayer d'aider le grand SCHTROUMF à tirer les conclusions de son enquête.

Voici ce que le grand SCHTROUMF voudrait savoir (feuilles Q₁ et Q₂). Vous allez lui répondre par écrit en vous servant du tableau.

LES REPONSES DES SCHTROUMPHS

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	Est-ce que tu aimes les films d'humour ?	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
2	Est-ce que tu aimes les films d'horreur ?	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
3	Est-ce que tu aimes les films d'aventure ?	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	Est-ce que tu aimes les films de mystère ?	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0
5	Est-ce que tu aimes les films romantiques ?	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
6	Est-ce que tu aimes les films de dessins animés ?	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	Est-ce que tu aimes les films historiques ?	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1
8	Est-ce que tu aimes les films sur les animaux ?	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	Est-ce que tu aimes les films de guerre ?	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10	Est-ce que tu aimes les films avec des enfants comme héros ?	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	Est-ce que tu aimes les films de l'espace ?	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0
12	Est-ce que tu aimes les films de pirates ?	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	Est-ce que tu aimes les films de musique ?	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
14	Est-ce que tu aimes les films de western ?	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0
15	Est-ce que tu aimes les films sur un conte classique ?	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1

1 = oui

0 = non

GRAPHIQUE 1

- Annexe.Q1-Q2 -

Questions posées aux enfants: à répondre à l'aide du Tableau de l'Annexe.Q1SCHT.

Code	Code (*)	Q2-
1	MYSH	3 Trouve un couple de SCHTROUMPHS qui aime les mêmes types de films.....
2	ROMA	Est-ce que les SCHTROUMPHS R et N ont répondu pareil partout.....
3	AMQ	Combien de types de films le SCHTROUMPH Q aime-t-il ?.....
4	ATOU AUTR	Trouve un type de film aimé par tous les SCHTROUMPHS..... Y-en-a-t-il d'autres ?..... Si oui, lesquels ?.....
5	AUCU	Existe-t-il un SCHTROUMPH qui n'aime aucun type de film ?..... Si oui, écris la lettre de son nom.....
6	HOUC	Est-ce que les SCHTROUMPHS préfèrent les films historiques ou les films sur un conte "classique" ?.....
7	AIMT	Existe-t-il un SCHTROUMPH qui aime tous les types de films ?..... Si tu en trouves un, écris son nom.....
8	WEST	Y-a-t-il un type de film plus aimé que les "westerns" ?..... Si tu en trouves un, écris lequel..... Explique ta réponse.....
9	WEST WESTR	Est-ce que les SCHTROUMPHS H et O aiment les mêmes types de films ?..... Explique ta réponse.....
	AHIO AHIR	Les choix de SCHTROUMPH I se rapprochent-ils plus : - de ceux de P ?..... - de ceux de T ?.....
		Les SCHTROUMPHS aiment-ils le film de musique ?..... Explique ta réponse.....

(*) Le code utilisé avec l'ordinateur pour le traitement des données est ajouté ici pour repérer les questions dans la matrice explicative (page 1.5)

ANNEXE 1 -

ANNEXE 2 -

2.- les questions posées aux enfants, par le Grand schtroumph qui voudrait tirer les conclusions de l'enquête: elles sont dans les feuilles Q1 et Q2 (Voir Annexe.Q1-Q2): ex.: "Combien de types de films le SCHTROUMPH Q aime-t-il?"

les réponses seront faites par les élèves à l'aide du tableau "réponses des SCHTROUMPHS".

3.- les questions que nous nous posions nous mêmes à propos des réponses des élèves (questions didactiques). Nous les précisons par la suite, avec nos propositions de solutions.

Il faut préciser que les questions posées aux enfants ont été légèrement modifiées pour la deuxième passation, pour des raisons liées au caractère de "mesure" (pré et post test) que le questionnaire était devenu, au lieu d'un instrument de recherche de réponses aux questions didactiques suggérées dans le dernier niveau (niveau-3).

4.2.2 LE CARACTERE A-DIDACTIQUE DU QUESTIONNAIRE.

4.2.2.1. Connaissances mises en oeuvre par le questionnaire et par la situation fondamentale.

Les problèmes posés à l'élève pendant les différentes situations didactiques, variantes de la situation fondamentale, sont liés à la décision didactique de se servir des tableaux des données - utilisés dans l'analyse typologique -, comme moyen de représenter différents types des raisonnements (la pensée naturelle, la classification, la logique, les jugements, etc.), avec des règles de manipulation diverses, mais portant sur des tableaux semblables.

En conséquence, les connaissances mises en oeuvre pour résoudre ces problèmes sont aussi liées à l'utilisation des tableaux, et à leur fonctionnement dans l'agrégation de données, mais en gardant à la fois leur propre identité.

En prenant en compte les considérations faites, nous avons considéré parmi les connaissances envisagées, trois grands groupes:

- * A.- Les connaissances des notions logiques
- * B.- Les connaissances des comparaisons et de proximité (de variables ou d'éléments)
- * C. Les connaissances des classifications hiérarchiques.

A.- Les connaissances des notions logiques.

Dans ce groupe, nous trouvons des notions qui sont assez simples et du point de vue logique formelle, assez faciles et d'autres qui sont des notions avec des difficultés logiques, assez "classiques" (avec des connecteurs, des quantificateurs, d'implication, etc..).

Nous rappelons que pour répondre à une question posée à l'élève, sur le tableau, celui-ci doit considérer une connexion de variables (non, et, ou,...) et son extension, et effectuer éventuellement une tâche simple (faire une liste, dénombrer, etc.).

Nous remarquons que dans le tableau, chaque ligne correspond à un prédicat. Ex. dans le questionnaire Schtroumphis: ligne 7, (x) (aime les films historiques)

Chaque colonne aussi. Ex. colonne 6, (y) (est un choix du Schtroumph F).

Les différentes notions mises en jeu sont:

a) Lecture et compréhension du tableau:

- trouver une case: conjonction d'une ligne et d'une colonne (Q1)
- repérer une ligne: trouver une variable donnée et les valeurs réelles qu'elle prend pour les différents éléments (Q4)
- repérer une colonne: trouver un élément donné et les valeurs réelles qu'il a pour chaque variable (Q7)

- calculer les effectifs des lignes ou des colonnes: calculer les marges de chaque variable et de chaque élément (Q2, Q3)

- détermination d'une partie du tableau, en particulier un couple: quelques variables ou quelques éléments; ou bien une sous-matrice, quelques valeurs de la variable pour un nombre donné d'éléments (Q6, Q(, Q10)

b) Reconnaissance d'un objet:

- attribution de propriétés (Q1, Q2, Q3, Q5)
- appartenance à un ensemble, (Q1, Q2, Q3, Q5)

c) Connecteurs logiques/opérations avec des ensembles:

- négation (Q5, Q16)
- quantificateurs: existentiels, universels (Q5, Q7, Q8, Q4, Q15)
- conjonction, disjonction (Q14, Q11, Q9, Q16)
- implication et inclusion. (Q15)

Mais la formulation des questions peut mobiliser d'autres sens des mots : Ex.: dans la question "Est-ce que les Schtroumphis préfèrent les films d'aventures ou les films d'humour?", là: "ou" n'a pas le sens de la logique. Et même elles peuvent combiner les connecteurs de façon complexe, "Existe-t-il un Schtroumph qui aime tous les types de films?".

Ce type de questions rentrerait plutôt dans la prochaine catégorie de notions, celles qui sont relatives à la pensée naturelle.

d) Logique naturelle

Nous avons mis dans ce groupe les notions dont la formulation peut être discutable (au niveau de la logique formelle) mais qui ont du sens dans la pensée naturelle.

Cette logique naturelle peut être présente aussi dans tout le travail logique décrit dans ce paragraphe, mais adoptant les manifestations propres de la pensée naturelle de l'enfant et de ses opérations.

Un analyse plus approfondie de ce groupe des notions est réalisée dans le Chapitre correspondant - sur la pensée naturelle -, nous allons ici rappeler seulement

- les prédicats amalgamés (P.A.) (Q6, Q8, Q18)
 - les opérations sur les P.A.: centration, décentration, etc. (Q14, Q15, Q16)
 - les préfoncteurs
 - les raisonnements naturels: les jugements, les valuations, les argumentations, etc.
- peuvent fonctionner même quand les enfants font un travail considéré par l'adulte comme de logique formelle, ou "classique".

B.- Les connaissances des comparaisons et des proximités (de variables ou d'éléments).

Ces notions nous intéressent de façon particulière pour notre travail. Pour éviter d'aborder directement la pensée naturelle de l'enfant juste à l'endroit où les conflits sont plus abondants (l'implication, la disjonction, etc.). nous allons démarrer dans les situations didactiques sur ces questions de proximité, qui sont les plus éloignées des questions logiques traditionnelles.

Cependant, cette décision n'empêche pas d'y arriver, mais on ne veut pas que ça soit une occasion de blocage, de contradiction; au contraire nous allons essayer de faire une place, dans l'enseignement, à la pensée naturelle de l'enfant et en même temps la confronter, sur le même plan à la logique mathématique.

Voici alors quelques unes de ces notions:

- la mesure d'une partie (Q6, Q8): la mesure est tout simplement le cardinal.

- les modèles de la distance ou la proximité: coïncidences positives, coïncidences négatives, coïncidences, différences... (Q10, Q11, Q12, Q17, Q14)

- les différents types de calcul des distances: dénombrement, opérations, opérations logiques (Q14, Q15, Q16)

- l'identité: coïncidence de toutes les valeurs de la variable (Q10, Q11)

- la ressemblance: coïncidence "presque complète" (pas plus de deux ou trois différences) entre toutes les valeurs de la variable (Q12, Q13)

- les proximités/distances: proximité avec une norme, distance entre un modèle de relation (entre deux variables ou deux éléments) et la contingence (Q12, Q17)

- la modélisation des relations entre deux variables ou deux éléments: modèle d'indépendance, modèle d'inférence... (Q10, Q11, Q13)

C.- Les connaissances des classifications hiérarchiques.

Ce dernier groupe de connaissances envisagées par les situations didactiques, n'a pas la même considération que les deux groupes précédents.

Premièrement, il n'est pas traité d'une manière explicite dans le questionnaire SCHTROUMPHS - même s'il pouvait l'être -, et deuxièmement, c'est un groupe qui relève à la fois de connaissances déjà considérées, dans les catégories décrites précédemment.

Mais nous avons décidé de l'explicitier comme groupe autonome par les raisons suivantes:

- * Les connaissances logiques mises en jeu dans les classifications hiérarchiques, les concepts de partie, partition, arbre, recouvrement, et les relations d'inclusion entre les parties et de finesse entre partitions ou recouvrements, en leur reconnaissant leur nature logique, sont beaucoup plus

complexes que celles que nous avons considérées dans le groupe A des notions logiques, et que maintenant nous pourrions redéfinir comme des "notions logiques basiques".

* Dans une des situations didactiques, "La classification des plantes", la classification hiérarchique est la connaissance visée, comme objet d'enseignement; c'est-à-dire que les élèves apprennent à classer, ils reconnaissent un arbre comme une représentation d'une classification, ils interprètent cet arbre, etc.

Donc, il fallait bien reconnaître la différentiation de ce dernier groupe, en partant de la spécificité logique de ses connaissances, ainsi que son caractère explicite comme objet d'enseignement.

4.2.2.2 Les variables didactiques

Il faut se rappeler le caractère le plus spécifique, "d'un questionnaire", c'est-à-dire sa présentation sous forme d'enquête pour obtenir des renseignements en partant de l'analyse des réponses, et en conséquence, considérer que le questionnaire SCHTROUMPHS comme situation didactique avec ses variables, ses variantes, etc. peut être jugé prétentieux, tout au moins artificiel.

Mais, la particularité didactique du questionnaire que nous avons construit pour obtenir des renseignements réside, dans l'outil de travail donné pour produire ces renseignements, réside dans le tableau des données à analyser pour produire des réponses.

Et en faisant fonctionner la définition opérative de variable didactique donnée par G. BROUSSEAU (cours D.E.A. 88/89), "nous rappelons que ce sont des variables dont le maître peut choisir la valeur, et qui changent qualitativement les méthodes optimales de réponses, c'est-à-dire la connaissance nécessaire pour la

produire", nous pouvons penser déjà, à une variable au moins, que le maître ou le chercheur peuvent modifier dans le questionnaire et que, en faisant ceci, se produisent des changements qualitatifs des différentes connaissances nécessaires chez les élèves, pour produire les réponses cherchées. L'outil donné dans le questionnaire, le tableau, va conditionner tout le travail réflexif de l'élève.

Donc nous avons trouvé un premier paquet de variables (VD1), que nous avons appelées "les variables liées au tableau".

Nous pouvons considérer aussi un deuxième paquet de variables (VD2), celles que déterminent les types des questions posées aux enfants, donc le type de travail réflexif demandé: "les variables liées aux questions".

Avec ces deux groupes de variables, nous avons caractérisé (ou conditionné) le travail individuel de chaque élève, face au questionnaire.

Mais si nous voulons utiliser la correction collective du questionnaire par le maître, dans cette nouvelle situation didactique nous trouverons encore les variables VD1 et VD2, mais aussi un nouveau groupe VD3, celles qui détermineront, a priori, le travail du maître: "les variables liées à la gestion du maître".

Par la suite, nous allons développer chacun des trois groupes de variables envisagées:

VD1. "les variables liées au tableau"

- la dimension du tableau: - nombre de lignes
- nombre de colonnes
- les lignes: nombre des types de films différents
- les colonnes: nombre de SCHTROUMPHS
- les données du tableau: les réponses des SCHTROUMPHS à l'enquête du Grand SCHTROUMPH
- nombre des SCHTROUMPHS avec les mêmes réponses
- les profils des réponses:
nombre des oui (1)

nombre des non (0)
position des 1 et des 0, dans la
colonne
- position relative des SCHTROUMPHS ayant donné
les mêmes réponses (avec le même profil)

VD2. "les variables liées aux questions"

- sur les connaissances/le contenu:
 - lecture du tableau: - ligne
- colonne
 - inférence-déduction: - logique formelle
- prélogique, P.N.
 - connecteur logique: - négation
- conjonction
- disjonction,
 - quantificateurs: - universel
- existentiel
 - foncteurs modaux¹⁷: - épistémiques
- déontiques
- éthiques
- pragmatiques
- sur la formulation de la question:
 - grammaticale:
 - q. interrogative
 - q. énonciative: affirmative,
négative
 - type de langage
 - langue courante
 - langue formelle: logique, mathématique
- sur la valeur de vérité des énoncés: - e. vrais
- e. faux

17. Les Foncteurs modaux, ou les valuations naturelles des propositions ("C'est juste que...", "C'est malhonnête...", "Il n'a pas les droit!...") étaient envisagés initialement, mais dans le questionnaire définitif ils n'ont pas été considérés. Un exemple de la possible utilisation des foncteurs à partir de QSCHTROUMPHS, dans l'annexe "Exemples".

- sur le type de réponse demandé:
 - réponse binaire:
 - sur la validité: vrai-faux
 - affirmer ou nier: oui-non
 - réponse fermée:
 - un choix parmi les données de la question
 - réponse ouverte:
 - un cardinal: un nombre
 - une explication
 - une classe d'éléments
 - d'autres
 - sur le type de travail à réaliser par les enfants, pour y répondre:
 - dénombrement: - possible
- obligatoire
 - comparaison: - prédicats (lignes/ colonnes)
- nombre : deux, trois,
plus, ...
 - position dans le tableau
 - entre un prédicat et un modèle
 - chercher dans toute la matrice.

La concrétisation des valeurs attribuées à chacune des variables considérées et l'équilibre entre elles, vont déterminer le contenu, la structure du questionnaire - voir la matrice a priori du questionnaire SCHTROUMPHS (Annexe M-Exp).

Mais pour la mise au point définitive du questionnaire, un nouveau sous-groupe des variables est nécessaire (VD2b), qui est aussi lié aux questions, et en dépend, mais qui surtout, va déterminer la forme du questionnaire: "les variables liées à la structure du questionnaire".

VD2b. "les variables liées à la structure du questionnaire"

- le temps prévu pour la passation
- le matériel à donner
 - nombre de feuilles
 - présentation
 - des questions
 - du tableau
 - de la consigne
- nombre total de questions du questionnaire
 - nombre de questions sur chaque connaissance
- forme des questions
 - choix des connaissances
(à mettre sous formes diverses)
 - nombre de questions demandant une connaissance déterminée, sous formes diverses

VD3. "les variables liées à la gestion du maître"

- sur les objectifs de la séance
 - quelles questions travailler plus spécifiquement?
 - à quel niveau: d'action, de formulation, preuve?
- sur le déroulement
 - les acteurs de chaque réponse/correction
 - quels élèves?
 - à quel moment?
 - le temps
 - sur chaque question
 - de chaque phase sur chacune des questions
 - d'action: donner la réponse
 - de formulation, ou reformulation
 - de débat avec tout le groupe
 - le moment de changement de phase / question
(limite du travail à réaliser, en fonction des objectifs de la séance)

-Annexe.M-Exp-

Matrice a priori du questionnaire Q-SCHTROUMPH (Variante n° 1)

Matrice explicative

N° lignes : 14
N° colo. : 23
(Fichier ordinateur)
(code : MIMPRI)

	MYSH	ROMA	AIMQ	ATDU	AUTR	AUGU	HOUC	AIMP	WEST	AIRO	AIHR	COUP	RETN	CETE	ROAN	PIRA	MINI	PROJ	LOGA	LOGC	LOGE	LOGD
ETMI : Etudié à MICHELET	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
LOGI : Connecteurs logiques	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
IDEQ : Identité/Equivalence	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
REPR : Ressemblance/Proximité	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
DENO : Calcul avec dénombrement obligatoire	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0
DENP : Calcul possible dénombrement	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
FORM : Formulation/réponse ouverte	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LTAB : Lecture de tableau	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LIGN : Travail sur les lignes	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
COLO : Travail sur les colonnes	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
CODE : Comparer 2 à 2	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
TOTH : Chercher dans toute la matrice	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
JUGP : Qui porte jugement sur une population	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
INDE : Interpréter/Décider	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0

MATRICE EXPLICATIVE : CODAGE

CODE	CARACTERES DES QUESTIONS
ETMI	Etudié à l'école J. MICHELET
LOGI	Il y a des connecteurs logiques
IDEQ	Sur l'identité des choix ou l'équivalence entre les élèves
REPR	Ressemblance entre lignes ou colonnes (Proximité)
DENO	Calcul obligatoire avec dénombrement
DENP	Calcul possible (mais pas obligatoire) avec dénombrement
FORM	Demande de formulation (ou explication)
LTAB	Lecture de tableaux : - trouver la réponse de "a" à "i" - trouver toutes les réponses oui (ou non) à "g" - trouver toutes les réponses oui (ou non) à "x"
LIGN	Travail sur les lignes
COLO	Travail sur les colonnes
DODE	Comparer deux à deux (lignes ou colonnes)
TOTH	Chercher dans toute la matrice : - sujets identiques à un patron complet donné - pour comparer avec un patron donné.
JUGP	Qui porte jugement sur une population
INDE	Interpréter les données (pas lecture immédiate d'un tableau, pas non plus demande d'effectifs).

4.2.2.3. Les variantes

Nous avons déjà annoncé, dès l'introduction de ce paragraphe, deux variantes de ce questionnaire base, celle de la pré-expérimentation - qui a été analysé précédemment - et une deuxième, comme un instrument de mesure des effets possibles du travail des situations didactiques, sur les élèves, et comme un instrument phénoménotechnique pour la recherche. (Graphique-4, Annexe-3 et Annexe-4 (questionnaire 88/89) peuvent constituer l'ANNEXE-2.3.1).

Mais, bien sûr, nous pourrions imaginer d'autres variantes possibles, en changeant les différentes valeurs de la variable, en fonction de l'objectif marqué.

Pour notre part, nous avons suggéré déjà aussi, une autre variante du questionnaire, en tenant compte de la troisième catégorie des connaissances envisagées par les situations, mais pas encore par les questionnaires élaborés.

Il s'agirait d'un questionnaire, qui en utilisant la métaphore des SCHTROUMPHS, travaille sur la classification hiérarchique. Un exemple de ce type de travail se trouve fait, dans les situations didactiques de l'expérimentation, aussi bien sous la forme du "jeu de l'agence de voyages", que sous celle de "la classification botanique".

Nous avons élaboré aussi une possible utilisation de la métaphore des SCHTROUMPHS, pour montrer à titre d'exemple, quel serait le type de travail d'inférence protologique et du fonctionnement des foncteurs modaux, propres à la pensée naturelle - d'après WERMUS - , que les enfants pourraient faire.

C'est-à-dire, que nous avons préparé quelques exemples, de transductions, transpositions, transitions, et généralisations (WERMUS, 1984), ainsi que de foncteurs épistémiques, déontiques, éthiques et pragmatiques (WERMUS, 1986), qui peuvent illustrer -

toujours dans le sens de notre métaphore - quelques aspects du raisonnement naturel.

Ces exemples sont dans les Annexes 5 et 6. Il ne s'agit pas des questions du questionnaire, parce qu'ils ne forment pas une question, et nous n'avons pas fait non plus, un analyse de la possibilité de le faire, mais nous croyons que ce travail serait aussi une autre variante possible de notre questionnaire et pour cela nous les avons examinés dans les variables sur les connaissances (sur le contenu) avec la marque (*).

En résumé, nous avons envisagé les variantes suivantes:

VAR.1. "le questionnaire SCHTROUMPHS base"

- moyen d'obtention d'informations sur l'élaboration et la faisabilité des situations didactiques à proposer.

Il a été passé pendant la pré-expérimentation

VAR.2. "le questionnaire SCHTROUMPHS modifié"

- instrument de mesure des effets, chez les élèves, des situations didactiques

- moyen de communication avec les maîtres: obtention d'information sur l'épistémologie des maîtres à propos de la P.N. et la P.F. des élèves

- instrument phénoménotechnique, pour la recherche, dans l'utilisation didactique du questionnaire.

Il a été passé pendant l'expérimentation

VAR.3. "la classification avec le questionnaire SCHTROUMPHS"

- travail possible, semblable à celui fait dans les situations didactiques "le jeu de l'agence de voyages" et "la classification botanique".

Il n'a pas été expérimenté avec la métaphore SCHTROUMPHS, mais il l'a été sous la forme des situations didactiques,

VAR.4: "Le questionnaire SCHTROUMPHS, exemple de la P.N"

- exemples d'inférences protologiques et des foncteurs modaux, d'après WERMUS, propres à P.N.
- dans les annexes 5 et 6, mais sans expérimentation

A) VAR.1. "Le questionnaire SCHTROUMPHS base"

Cette variante, étant considérée comme la situation de "base", a été déjà analysée précédemment dans l'analyse a priori présentée.

B) VAR.2. "Le questionnaire SCHTROUMPHS modifié".
Présentation.

La variante n°2 du questionnaire présente les contraintes suivantes: elle est construite après l'utilisation de la variante n°1 de la pré-expérimentation, et son but est de mesurer les effets possibles de l'ingénierie proposée, principalement en rapport avec le travail fait à l'aide de la grille, aussi bien de lecture que d'interprétation.

Ces contraintes vont déterminer la structure de la deuxième variante du questionnaire: il faut qu'il soit moins ouvert que le précédent - qui cherchait à obtenir le maximum d'informations, avec un nombre raisonnable de questions -, puisque maintenant nous voulons des mesures; et en conséquence il est nécessaire de "fermer" du côté des contenus et aussi, de la forme des questions.

Ainsi donc nous nous sommes bornés, par rapport aux contenus, à un minimum de questions sur ce que nous avons appelé "la lecture du tableau" - pour nous assurer que la métaphore est comprise par les élèves et que ceux-ci savent la faire fonctionner correctement - et, sur l'interprétation du tableau nous avons choisi:

- ANNEXE. Q2SCBT -

QUESTIONNAIRE SCHTROUMPHS n° 2: (VARIANTE 2). Consigne et Tableau des réponses des SCHTROUMPHS.

CONSIGNE

Le grand SCHTROUMF a fait une enquête auprès des SCHTROUMFS pour connaître les types de films qu'ils aiment bien.

Voici, dans le tableau que vous avez, les réponses des SCHTROUMFS et les questions de l'enquête.

- à gauche, c'est la liste des questions posées à chaque SCHTROUMF
Exemple: "Est-ce que tu aimes les films d'humour?"

- chaque lettre A, B, C..., c'est le nom d'un SCHTROUMF
Exemple: "Le SCHTROUMF A".

A chaque question, il est répondu par oui ou par non.
Dans le tableau: 1 signifie oui, 0 signifie non.

On va essayer d'aider le grand SCHTROUMF.

Voici ce que le grand SCHTROUMF voudrait savoir (feuilles Q₁ et Q₂). Vous allez lui répondre par écrit en vous servant du tableau.

LES REPONSES DES SCHTROUMPHS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1 Est-ce que tu aimes les films d'humour ?	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0
2 Est-ce que tu aimes les films d'horreur ?	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
3 Est-ce que tu aimes les films d'aventure ?	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4 Est-ce que tu aimes les films de mystère ?	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0
5 Est-ce que tu aimes les films romantiques ?	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0
6 Est-ce que tu aimes les films de pirates ?	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1
7 Est-ce que tu aimes les films de musique ?	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
8 Est-ce que tu aimes les films de dessins animés ?	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9 Est-ce que tu aimes les films de guerre ?	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0
10 Est-ce que tu aimes les films avec des schtroumphs ?	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
11 Est-ce que tu aimes les films de l'espace ?	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1
12 Est-ce que tu aimes les films sur les animaux ?	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13 Est-ce que tu aimes les films historiques ?	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1
14 Est-ce que tu aimes les films de western ?	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0
15 Est-ce que tu aimes les films avec des enfants ?	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1

1 = oui
0 = non

- ANNEXE 2. (Q1-Q2) -

Questions posées aux élèves dans Q2SCHTROUMPHS.

Q2

Le grand schtroumph voudrait savoir si les conclusions qu'il a tirées de l'enquête sont vraies, ou fausses, est-ce que tu peux l'aider ?

Conclusions

	vrai	faux	ne sais pas
C1. Le schtroumph F n'aime pas les films de l'espace.....			
C2. Le schtroumph B aime les films romantiques.....			
C3. Tous les schtroumphs qui aiment les films d'aventures, aiment les films de pirates.....			
C4. Tous les schtroumphs qui aiment les films de pirates, aiment les films d'aventures.....			
C5. Les schtroumphs préfèrent les films sur les animaux que les films romantiques.....			
C6. Les schtroumphs préfèrent les films avec des schtroumphs comme héros que les films de dessins animés.....			
C7. Ce n'est pas vrai que le schtroumph G aime les films d'horreur.....			
C8. Le schtroumpheste H et le schtroumph O aiment les mêmes types de films.....			
C9. Tous les schtroumphs aiment les films avec des schtroumphs comme héros.....			
C10. Les schtroumphs R et T sont d'accord sur dix questions de l'enquête.....			

Q1

1. Le schtroumph H aime-t-il les films de mystère ?

2. Combien de schtroumphs aiment les films romantiques ?

3. Combien de films le schtroumph Q aime-t-il ?

4. Quel est le schtroumph qui aime le plus le cinéma ?

6. Ecris le nom de quatre schtroumphs que nous pourrions rencontrer au cinéma, le jour où l'on passe un "western"

7. Est-ce que tous les schtroumphs aiment les films avec des schtroumphs comme héros ?

8. Quel couple de schtroumphs j'ai le plus de chances de trouver ensemble au cinéma : (H-I) ou (M-N) ?

9. Si le grand schtroumph veut programmer seulement trois films, écris les types de films que toi, tu lui proposerais de choisir ?

Pourquoi ?

- la formation et comparaison de classes, c'est-à-dire, l'attribution d'une propriété (ou de sa négation); la généralisation de cette propriété ou caractère; la proximité, la ressemblance, et l'inclusion de classes

- le jugement sur une population, et la prise de décision à partir de ce jugement ou interprétation.

Ces deux aspects, nous allons les observer sous une double perspective, celle de la pensée formelle (le travail logique classique sur les classes, et leurs distances ou indices de distance), et celle de la pensée naturelle (en utilisant la terminologie de WERMUS).

En ce qui concerne la forme, nous avons voulu fermer les questions, en choisissant la modalité vrai/faux/ne sais pas, pour obtenir une mesure plus "concrète" (juste / pas juste / ne savent pas) du fonctionnement logique (attribution des propriétés et opérations logiques avec elles); ce sont les questions C1, C2....C10.

Mais, toujours en nous laissant un certain degré de liberté, nous voulons comparer les réponses à certaines de ces questions, avec celles que l'élève peut produire devant des questions ouvertes, et aussi, comment il prend des décisions et établit des jugements, à propos des questions dont la réponse n'est pas exclusivement logique, même si cette réponse logique n'est pas la plus adéquate si on prend en compte l'aspect subjectif de la question (certainement relevé par l'élève).

C'est pour cela que nous avons mis dans le questionnaire une autre dizaine de questions, dites ouvertes: elles sont simplement numérotées en partant de 1; les trois premières touchent à la lecture du tableau, et le reste peut être considéré comme des questions d'interprétation du tableau en demandant un jugement de la part de l'élève.

Analyse a-priori.

La structure que nous avons donnée au questionnaire, était établie afin de trouver des réponses aux questions didactiques suivantes, prises en compte en deux temps supposés didactiquement différents (avant et après les situations didactiques):

I) Est-ce que les enfants savent lire la grille?

- au minimum, savent-ils:
 - trouver une case donnée (Q:1)?
 - calculer les effectifs des lignes et des colonnes (Q:2,3)?

Comparaison des résultats à ces questions avec les résultats aux questions C1, C2, C3

- attribuer une propriété (ou sa négation), ou pas (C1, C2, C7)?
- savent-ils, aussi, rechercher dans toute la matrice les "cas évidents" (Q:4,5)?

II) Est-ce que les enfants savent interpréter la grille?

- si la lecture de la grille demande aussi:
 - une prise de décision (Q:6,8,9)?
 - une prise de décision + généralisation d'un caractère ou jugement sur une population (Q:4,7)?

Comparer avec C9, où nous pouvons trouver l'effet des "cas rares", dans la généralisation suggérée par la question.

- si les notions de proximité ou ressemblance interviennent, en demandant aux enfants de:
 - comparer à deux, lignes ou colonnes (C5, C6, C8)?
 - calculer le nombre de coïncidences positives ou négatives (C10), + prise de décision (Q:8)?
 - quand il y a un travail logique avec des opérations formelles à réaliser:

- sur l'implication de caractères: en considérant séparément les deux sens d'une implication (C3, C4)?

- sur la double négation (C7)?

III) Est-ce que la P.N. des enfants s'oppose à la P.F. sur:

- la formation des classes
 - l'attribution des propriétés ou caractères: Q4, Q5, C1, C2, et C7
 - la généralisation des propriétés à toute une classe: Q7, C4
 - le rôle des "cas rares" dans la généralisation: Q7, C9
 - la notion de distance/proximité entre classes
 - la comparaison à deux: C5, C6, C8, C10, Q8
 - la ressemblance, l'identité: C8, C10
 - la formation des "constructs" (opérations inter-classes avec des préfoncteurs)
 - la négation:
 - qu'est-ce que signifie pour les enfants "qu'un objet n'a pas un certain caractère"?
 - c'est équivalent à "que l'objet a la négation de ce caractère"? (C1)
 - est-ce que fonctionne de la même façon la négation d'une affirmation fausse, et la négation d'une affirmation vraie? (C1, C2, C7)
 - l'inclusion des classes: C3, C4

Les valeurs des variables choisies pour cette variante n°2 du questionnaire SCHTROUMPHS, sont concrétisées dans la matrice a priori de l'annexe-9.

C) Var.3. "La classification avec le questionnaire SCHTROUMPHS"

A titre d'exemple, nous allons présenter quelques possibilités de travail classificatoire avec les enfants, en utilisant la métaphore des SCHTROUMPHS et les mêmes valeurs des variables liées au tableau, que nous avons utilisées dans la VAR.2. du questionnaire.

Il faut bien comprendre les conditions qui accompagnent ces exemples, parce que celles-ci vont limiter la faisabilité de ces exemples proposés; donc nous voulons remarquer le caractère "exemplaire" de notre proposition, et pour cela son impossibilité de transposition d'une manière automatique, dans une situation didactique.

Nous sommes conscients qu'un grand travail de transposition reste à faire, pour convertir nos exemples en situation didactique. Il faudrait commencer par changer - et bien choisir - les valeurs des variables sur les données du tableau, pour pouvoir trouver dans les classifications possibles: des classes ou bien plus équilibrées (critères qui déterminent des ensembles avec des cardinaux semblables), ou bien plus fines chaque fois, (selon la relation mathématique de finesse entre classes), à partir de caractères qui s'impliquent entre eux.

Il faudrait aussi réviser le sens de la métaphore dans la possible situation didactique, et peut-être le modifier pour donner un sens aux classifications par rapport à la situation de référence.

En définitive, la situation didactique de cette variante reste à faire, même dans le cas où l'on veut utiliser seulement le questionnaire comme questionnaire pour obtenir des renseignements à propos de la classification.

Nous allons présenter deux exemples différents de travail possible, sur la classification.

Le premier exemple vise un travail de recherche d'ensembles avec un certain nombre de critères communs et en conséquence l'obtention de deux classes complémentaires, par rapport à la conjonction ou non de ces critères communs. Il admettrait à son tour, des variantes possibles, selon les critères donnés (leur nombre, le choix des critères selon les valeurs des variables...), et le type de travail demandé, c'est-à-dire les conditions imposées dans le jeu aux éléments pour appartenir à une classe (avoir tous les caractères donnés, avoir tous les caractères sauf un, avoir un nombre minimum de caractères parmi les caractères donnés...).

EXEMPLE N°1

Consigne: "Trouver les SCHTROUMPHS qui peuvent s'abonner, et ceux qui ne peuvent pas, à chacun de ces cycles de films:

- Cycle de films "comiques" (Co), avec des films:
 - d'humour
 - avec des Schtroumphs
 - de dessins animés
 - avec des enfants
- Cycle de films "d'action" (Ac), avec des films:
 - d'aventure
 - de pirates
 - de guerre
 - westerns
- Cycle de films "instructifs" (In), avec des films:
 - historiques
 - sur les animaux
 - sur l'espace
 - de musique
- Cycle de films de "suspense" (Su), avec des films:
 - d'horreur
 - de mystère
 - de l'espace
 - avec des enfants

La condition nécessaire pour s'abonner à un cycle c'est d'avoir répondu oui dans l'enquête à tous les types de films compris dans ce cycle."

Travail logico-mathématique associé à cet exemple: Il s'agit de repérer certaines colonnes d'une sous-matrice dans la matrice générale des données.

La sous-matrice, à chaque coup est déterminée par la totalité des colonnes (les Schtroumpfs), et la sélection des lignes correspondantes aux types des films sélectionnés dans chaque cycle.

Les colonnes à repérer, dans notre exemple, sont celles qui ont toutes les valeurs de la variable affirmative.

Donc, la réponse consiste à obtenir deux sous-matrices complémentaires de la sous-matrice donnée, celle qui est déterminée par les colonnes dont toutes les valeurs sont affirmatives, et l'autre comprenant les colonnes qui restent.

- Tableau-4 -

Sous-matrice du cycle comique, avec les SCHTROUMPHS qui peuvent s'abonner.

	A	B	C	D	D	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Films d'humour	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0
Films avec des SCHTROUMPHS	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Films dessins animés	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Films avec des enfants	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1

- ANNEXE.EX.1(Rep) -

Les réponses au travail proposé dans l'EXEMPLE N°1. de la classification avec le questionnaire SHTROUMPHS.

* Cycle de films "comiques" (Co), avec les films:

- d'humour
- avec des Schtroumpfs
- de dessins animés
- avec des enfants

RÉPONSE: Co = < A,B,C,E,H,I,L,M,O,Q,S >

N-Co = < D,F,G,J,K,N,T,P >

* Cycle de films "d'action" (Ac), avec les films:

- d'aventure
- de pirates
- de guerre
- westerns

RÉPONSE: Ac = < A,E,G >

N-AC = < B,C,D,F,H,I,J,K,L,M,N,O,P,Q,R,S,T >

* Cycle de films "instructifs" (In), avec les films:

- historiques
- sur les animaux
- sur l'espace
- de musique

RÉPONSE: In = < K,Q,T >

N-In = < A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,L,M,N,O,P,R,S, >

* Cycle de films de "suspense" (Su), avec les films:

- d'horreur
- de mystère
- de l'espace
- avec des enfants

RÉPONSE: Su = < P,Q >

N-Su = < A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,R,S,T >

Remarque: On voit bien, qu'il faudrait changer les valeurs des variables didactiques liées au tableau (les

données du tableau), pour obtenir des classes plus équilibrées.

On pourrait changer aussi, les cycles et les types de films de chaque cycle.

EXEMPLE N° 2

Il s'agit de représenter, en utilisant le diagramme d'arbre, les partitions successives de l'ensemble de référence, en classes chaque fois plus fines, à partir de l'introduction progressive de critères discriminants, "aimer tel type de films".

La discrimination réelle des critères - d'après les valeurs de la variable dans le tableau -, va être une variable très importante de cette situation, puisqu'elle va déterminer le cardinal de chaque classe obtenue, en partant de celui-ci; il peut même arriver que le critère ne soit point discriminant ("aimer les films de dessins animés" dans notre cas), ou qu'il le soit très peu ("aimer les films avec des Schtroumpfs", "aimer les films d'horreur").

La dynamique à suivre dans cet exemple est la suivante:

Nous partons de l'ensemble de référence des Schtroumpfs et nous cherchons un critère qui soit vraiment discriminant, c'est-à-dire, qui puisse établir une partition, de cet ensemble, en deux classes complémentaires presque équipotentes. Et ainsi successivement, avec deux ou trois critères.

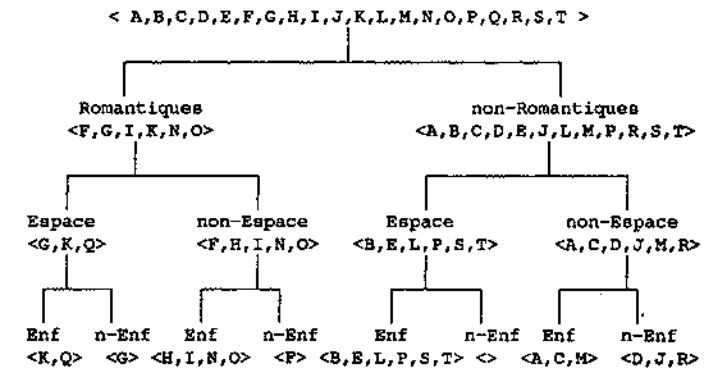
L'introduction de ces critères qui ne sont pas du tout discriminants, et l'observation et le commentaire du résultat obtenu peuvent être intéressants, à un moment donné.

Nous allons présenter un exemple de cette démarche et les résultats qu'elle produit.

EXEMPLE: Nous avons pris les critères "aimer les films romantiques", "aimer les films de l'espace" et "aimer les films avec des enfants", qui sont assez

discriminants mais qui introduisent aussi le cas d'obtention d'une classe vide comme résultat d'application du dernier critère.

L'arbre de classification que nous allons obtenir en partant des critères donnés, est le suivant:



La considération des critères "aimer les films romantiques", "aimer les films de l'espace" et "aimer les films avec des enfants", produit une classification - dans l'ensemble des SCHTROUMPFS -, selon qu'ils aiment ou pas les types des films proposés.

La classification obtenue est composée par les classes suivantes:

Cl.1.- "Les SCHTROUMPFS qui aiment les films romantiques, les films de l'espace, et les films avec des enfants"

Cl.1. = <K,Q>

Cl.2.- "Les SCHTROUMPFS qui aiment les films romantiques, et les films de l'espace, mais qui n'aiment pas les films avec des enfants"

Cl.2. = <G>

Cl.3.- "Les SCHTROUMPFS qui aiment les films romantiques, et les films avec des enfants, mais qui n'aiment pas les films de l'espace"

Cl.3. = <H,I,N,O>

Cl.4.- "Les SCHTROUMPHS qui aiment les films romantiques, mais qui n'aiment ni les films de l'espace", ni les films avec des enfants"

Cl.4. = <F>

Cl.5.- "Les SCHTROUMPHS qui aiment les films de l'espace, et les films avec des enfants", mais qui n'aiment pas les films romantiques"

Cl.5. = <B,E,L,P,S,T>

Cl.6.- "Les SCHTROUMPHS qui aiment les films avec des enfants, mais qui n'aiment ni les films romantiques, ni les films de l'espace"

Cl.6. = <A,C,M>

Cl.7.- "Les SCHTROUMPHS qui n'aiment ni les films romantiques, ni les films avec des enfants, mais qui aiment les films de l'espace"

Cl.7. = <>

Cl.8.- "Les SCHTROUMPHS qui n'aiment ni les films romantiques, ni les films de l'espace, ni les films avec des enfants"

Cl.8. = <D,J,R>

4.2.3 LE CARACTERE DIDACTIQUE DU QUESTIONNAIRE

L'utilisation en classe du questionnaire, soit comme correction du travail fait individuellement ("correction"), soit comme une séance de cours de type maître-élève, va lui offrir une dimension didactique, qui en étant observée et analysée, va être pour notre recherche l'instrument phénoménoteknique annoncé.

Nous avons réalisé l'observation des deux séances de la correction (transcriptions dans les annexes: ANNEXE-2.3.2 (CM2A) y ANNEXE-2.3.3(CM2B)), déroulées à l'école J. MICHELET pendant l'année scolaire 88/89), faites après la deuxième passation du questionnaire qui, à son tour, avait été passée après la réalisation des situations didactiques.

Nous présenterons les résultats de cette observation dans le paragraphe de l'analyse a-posteriori du questionnaire (paragraphe 4.3.2, sous-paragraphe 4.3.2.3).

A priori, ce que nous attendons de ces séances, comme instrument phénoménoteknique de recherche, c'est:

- l'introduction d'un changement de contrat didactique entre le maître et les élèves, en partant de l'outil "tableau" comme moyen d'objectivation et de représentation des différents types de raisonnements à produire pendant la séance, aussi bien par le maître que par les élèves, en réponse aux questions du questionnaire.

- l'information sur les différentes possibilités didactiques de l'outil "tableau" pour le maître, et de son fonctionnement pour les élèves

- repérer dans la situation, "voir apparaître", la P.N. de l'élève et du maître, en rapport (ou pas) avec la pensée formelle, dans les différents types de connaissances présents dans le questionnaire (logique, proximité, jugements...).

La préparation a priori de cette séance, de cette situation, a été faite en fonction de la recherche, mais un certain choix des variables que nous avons considérées comme des variables liées à la gestion du maître, peut permettre au maître de l'utiliser de la façon qu'il considère adéquate, au moment où il trouve intéressant le type de travail sur le raisonnement proposé dans la séance.

A ce moment-là, une préparation plus élaborée de la situation didactique serait nécessaire, en fonction des objectifs cherchés par le maître.

4.2.4. LE QUESTIONNAIRE: MOYEN DE REFLEXION ET DE COMMUNICATION AVEC LES MAITRES

Nous voulons rappeler l'hypothèse que nous faisons, - empruntée à G. BROUSSEAU dans son article sur "Les différents rôles du maître" (BROUSSEAU, 1987) - au départ de notre travail, en considérant que, le raisonnement de l'élève est un point aveugle de la didactique "naïve", parce que son traitement exige une modification du contrat didactique. Si ce changement de contrat ne se produit pas, le maître se trouve dans l'impossibilité d'accepter les représentations naturelles des enfants, même s'il y fait appel; dans un contrat "classique": le maître, dans la relation didactique, ne prend en charge que des connaissances reconnues dans son propre domaine.

Cette attitude fait partie de l'épistémologie des professeurs que BROUSSEAU signale, dans ce même article, comme étant difficile à assumer et contrôler de la part de ces derniers, et par exemple, il dit, "qu'il est fréquent que les erreurs de l'élève soient interprétées par le professeur comme des signes d'une incapacité à raisonner en général ou au moins comme une erreur de logique".

Les travaux de M.H. SALIN (1976), sur le rôle de l'erreur dans l'apprentissage des mathématiques à l'école primaire et de N. MILHAUD (1980) sur le comportement des maîtres face aux erreurs des élèves, se révèlent aussi très instructifs.

En conséquence nous avons pensé qu'il serait très difficile de parvenir à connaître l'attitude des maîtres, par rapport à la pensée naturelle des élèves, en partant des entretiens comportant des questions directes sur le sujet visé et en sachant aussi que nous ne pouvons pas opposer leurs opinions à l'observation directe des classes, non plus, puisque sans changer le contrat, très peu ou rien pourrait être mis en

évidence: il n'y a pas de place pour cette P.N. dans un contrat didactique ordinaire.

Cette brève analyse, plus développée dans le Chapitre précédent de cette PARTIE-III, sert à montrer les raisons par lesquelles nous avons été menés à chercher une autre façon de pouvoir en parler avec les maîtres, en changeant - au moins d'une manière métaphorique - le contrat qu'ils sont habitués à remplir, sans pourtant les obliger à expérimenter les situations didactiques de l'expérimentation (fait par ailleurs, souvent impossible).

Le questionnaire SCHTROUMPHS va nous servir à créer avec les maîtres cette situation différente de celles dans lesquelles ils travaillent habituellement en classe et de cette façon-ci, leur faire imaginer les difficultés des élèves (peut-être aussi les leurs?), les possibilités de travail, etc., en utilisant les différents types de questions.

Donc, la passation du questionnaire aux élèves, nous offre aussi la possibilité d'en parler avec leurs maîtres, et éventuellement, même d'examiner et analyser avec eux les réponses données par les élèves et de comparer ces résultats, avec les prévisions que les maîtres avaient faites.

L'analyse a-didactique, du questionnaire que nous avons présenté, montre à la fois les possibilités et les limites, a priori - du questionnaire et le type des renseignements que nous allons pouvoir tirer des données obtenues.

En résumé, les renseignements que nous voulons obtenir des maîtres grâce au questionnaire portent sur:

- le fonctionnement du questionnaire chez les maîtres mêmes. Comment vont-ils répondre? Quelles difficultés vont-ils trouver?

- l'anticipation des maîtres, par rapport aux réponses des élèves au questionnaire: évaluation sur la faisabilité des questions, sur leur difficulté

- le jugement et l'évaluation des maîtres sur l'intérêt du questionnaire peut-il faire fonctionner le raisonnement, chez les élèves? Toutes les questions ont-elles le même intérêt? Quel type de raisonnement font-elles fonctionner? Le tableau, offre-t-il un support adéquat aux raisonnements des élèves?

- l'identification ou la reconnaissance (ou pas), du travail ou de la difficulté de certaines des questions, dans la relation didactique habituelle: existe-t-il un rapport entre les questions et le travail fait en classe avec les élèves? A quel moment? Dans quelles questions, ou connaissances?

- les différentes possibilités et l'intérêt de l'utilisation dans la classe, du questionnaire: la correction?, pour travailler quelques unes des questions?, pour travailler sur d'autres types de questions?, pour travailler avec le tableau? de quelle façon?

Pour essayer d'obtenir ces renseignements nous avons élaboré, pendant l'année 87/88, un premier questionnaire (Annexe-7), que nous avons passé comme pré-expérimentation, à deux maîtresses, pour voir s'il était compris, s'il servait à ce que nous avions prévu. Pour l'année 88/89, nous nous en sommes servi encore, mais pas d'une façon stricte, simplement comme guide de référence dans le cas où l'entretien n'offre aucune possibilité de continuité, ou de communication avec le maître.

4.3 ANALYSE A POSTERIORI DU QUESTIONNAIRE SCHTROUMPHS: APPROCHE EXPERIMENTALE.

4.3.1. LE QUESTIONNAIRE COMME MOYEN D'OBTENTION D'INFORMATION AUPRES DES ELEVES:

DONNEES ET REPOSES OBTENUES EN UTILISANT LE QUESTIONNAIRE SCHTROUMPHS (VARIANTE N°1), DANS LA PRE-EXPERIMENTATION.

L'acceptation d'un modèle (le tableau avec des objets et des critères), qui pourrait servir comme un paradigme (ou une métaphore) pour les élèves, va nous permettre d'organiser diverses situations didactiques où nous allons le faire fonctionner et observer des résultats.

Mais avant la préparation de ces situations nous avons essayé de trouver quelques réponses aux questions suivantes:

- est-ce que cette métaphore générale peut fonctionner pour les élèves?

- comment faut-il qu'elle se présente?

- A quel type de questions les enfants peuvent-ils répondre en l'utilisant?

L'élaboration et passation de la var.1 du questionnaire SCHTROUMPHS - présentation et analyse, faites dans le paragraphe 2.3.1.1. - ont pour objet d'obtenir ces réponses. Mais nous avons reformulé ces questions générales précédentes, en essayant de les transformer en questions didactiques, dont les réponses en pourraient être déduites à partir des données obtenues avec le questionnaire passé aux élèves.

A.- Questions didactiques

1) Pour pouvoir savoir si la métaphore générale peut fonctionner chez les élèves, les premières questions que nous nous sommes posées sont:

- est-ce que les enfants qui n'ont pas été formés sur ce sujet, pourraient utiliser le tableau général?
 - est-ce qu'ils donnent un sens aux phrases du questionnaire? regardent-ils le tableau pour y répondre?

- ont-ils besoin d'un cours là-dessus?

II) Pour l'élaboration des situations didactiques il faut aussi connaître, avant l'enseignement, qu'est-ce qui peut être compris ou non par les élèves:

- est-ce seulement ce qui est de nature logique ou pas?

- est-ce qu'il y a des questions qui les dépassent?

III) Etant donné que nous voulons travailler sur les notions de ressemblance, de distance, avec les enfants, les questions du questionnaire portant sur ces concepts sont fondamentales:

- est-ce qu'ils vont savoir y répondre?

- s'ils répondent, avec quoi et comment vont-ils savoir le faire?

Nous avons des moyens mathématiques pour caractériser la ressemblance entre deux variables, avec l'aide des indices de proximité (ou de distance) que nous connaissons bien, l'indice de SOKAL et MICHENER (cardinal de la différence symétrique sur le cardinal de la réunion), l'indice de LERMAN, etc..., mais les enfants...?

-ont-ils une intuition des ressemblances, des distances?

-quels sont les "indices" qu'ils utilisent de façon spontanée?

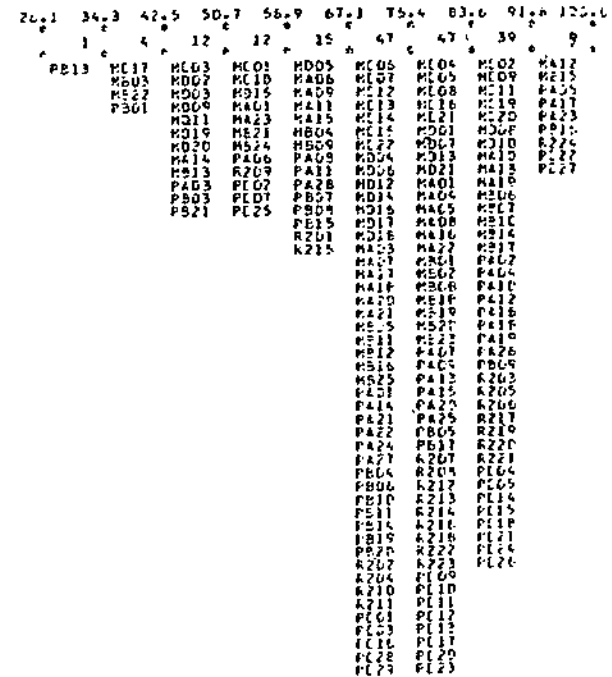
B.- Les résultats

(histogramme des élèves. Graphique-5)(2)

I) Une première analyse des résultats généraux obtenus par les élèves sur l'ensemble des questions nous permet de répondre, d'un façon générale, au premier groupe des questions didactiques (I), sur le

Graphique-5
 Histogramme des élèves sur le questionnaire SCHTROUMPHS, pendant la pré-expérimentation (Variante n° 1)

Les résultats
 Histogramme des élèves.
 MOYENNE = 74.7 ECART-TYPE = 14.7 EFFECTIF = 186



Graphique-5

fonctionnement, chez les élèves, de la métaphore générale:

-La moyenne de réussite générale: 74.7%, est une valeur habituelle pour des questions en cours d'apprentissage, et la dispersion faible de 1.07, indique une distribution relativement homogène des élèves par rapport au questionnaire.

- L'étendue entre 26.1% et 100% indique qu'il n'y a pas que des questions faciles ou des questions difficiles pour les élèves.

- Le fait que le minimum de réussite aux questions traitées par tous les élèves soit de 26% indique que même les élèves faibles ont réussi, au moins, le quart des questions.

- Le mode aux environs de 75%, avec la moitié des effectifs qui l'entoure, indique le caractère raisonnable des questions du point de vue scolaire.

Une analyse plus détaillée des résultats concernant certaines questions nous apporte de nouveaux renseignements sur la lecture du tableau par les élèves.

Les réponses aux six questions de caractère "lecture du tableau" sont justes à plus de 81%. Alors les enfants savent "lire un tableau" (et il n'y a pas eu de cours là-dessus).

Mais lorsqu'il y a un connecteur logique, savent-ils le lire aussi?

La réponse à cette question fournit, en même temps, des réponses à celle du groupe II, questions sur "qu'est-ce qui peut être compris par les élèves?"

II) Pour pouvoir répondre à la question ci-dessus, nous avons posé quelques questions avec des connecteurs, sans tableau, pour pouvoir les comparer aux autres, et nous allons regarder si le tableau perturbe beaucoup ou pas. (Questions log A, B, C, D. Annexe-8).

Ces nouvelles questions, portent sur des figures géométriques, du genre utilisé pour le travail avec le matériel Dienes. Il y a eu un moment où l'école primaire a prétendu enseigner la logique à l'aide de ce matériel, et nous voulons voir la différence qu'il y a entre les deux façons de traiter la logique pour voir ce qu'on doit faire.

Les résultats montrent une différence assez significative des comportements des élèves face à des questions équivalentes, du point de vue logique, mais portant sur des objets différents: le tableau comportant des figures de type Dienes.

(Voir tableaux connecteurs et quantificateurs avec et sans tableau. Tableaux- 2 et 3)

L'échec des élèves aux questions contenant un connecteur ou un quantificateur et portant sur le tableau, peut être attribué à un facteur de complexité, mais la complexité ne vient pas d'un problème de logique: les élèves réussissent à plus de 83% sur des questions qui ont les mêmes connecteurs; elle réside dans le fait que c'est un tableau et pourtant ils savent lire le tableau (plus de 80%), et ils savent bien compter (questions sur dénombrement plus de 73% de réussite), donc c'est bien le traitement stochastique de la relation logique qui constitue l'obstacle.

Par contre, la réussite très forte de ce même type de questions mais, sur les figures géométriques, peut être expliquée parce que dans ces questions la reconnaissance du nouveau prédicat avec des connecteurs ou des quantificateurs, a fonctionné sur des prédicats "connus" (non-décantés) par les élèves, et qui sont associés à un objet précis (figures blanches et carrées...). Les autres questions avec tableau, portent sur des classes, sur des objets non-précisés, qui exigent que les élèves les construisent ou les trouvent pour pouvoir reconnaître les nouvelles catégories demandées (ex: "les Schtroumpfs qui aiment à

LECTURE "TABLEAU" > 81 X : SAUF (Q 4 b)

	1	2	3	4	4b	5	7
%	96.3	96.2	90.9	81.7	71	88.2	83.9

TABLEAU 2

CONNECTEUR	AVEC TABLEAU		SANS TABLEAU	
	QUESTION	%	QUESTION	%
^ (d)	14	38.5	LOG A	41.9
			LOG D	46.2
^ (7) et (m)	16	38.7	LOG B	83.3
→ conditionnel	15	21.3	LOG C	46.8

TABLEAU 3

	lecture tableau				interprétation			sans tableau	
	4	4b	5	7	8	11	16	C	D
V	81.7	70.9	-	83.8	-	91.9	86.3	96.8	-
Z	-	70.9	88.1	83.8	88.7	-	-	-	46.6
Vron	-	-	88.1	-	-	-	-	-	-

TABLEAU 4

DENOMBREMENTS > 73 X : SAUF Q₁₄ - Q₁₆

	2	6	12	14	16	17
%	96.2	78	76.3	26.5	38.7	73.7

LOGIQUE

TABLEAU 5

la fois les films romantiques et les films sur les animaux").

En conclusion nous pouvons affirmer que les enfants savent "lire le tableau", mais qu'il y a une différence assez forte entre la lecture et l'interprétation du tableau, surtout quand il y a des opérations logiques à réaliser.

III) Les questions posées aux enfants sur la ressemblance, sur la proximité, est-ce qu'ils vont savoir y répondre?

(Graphique-3)

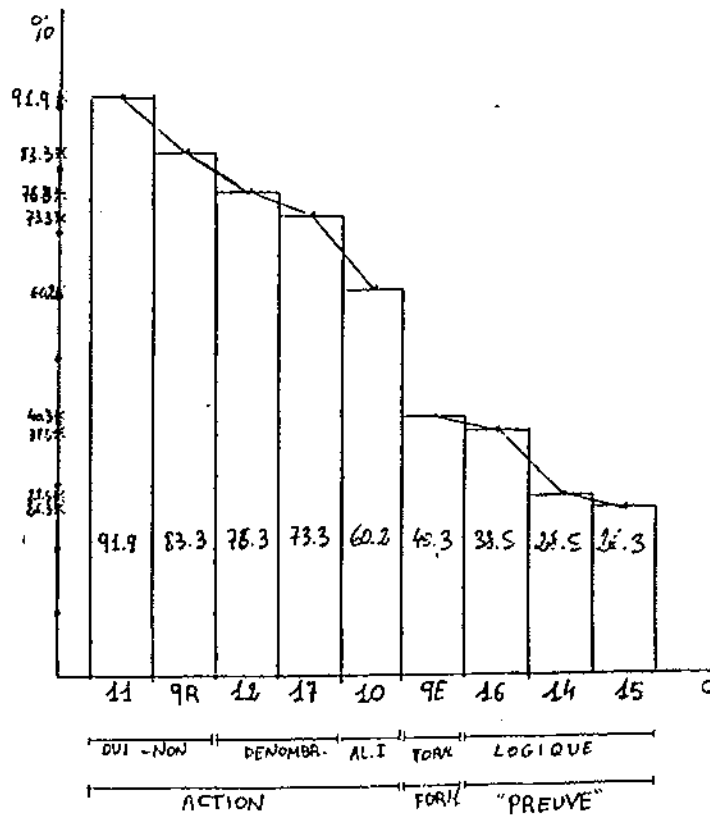
Explication du graphique.

Les pourcentages de réponses justes aux questions de proximité/identité, présentent une diminution progressive de 91.9% dans la question à la quelle ils ont le mieux répondu, jusqu'à 26.3% pour la question où ils ont le moins bien répondu (en prenant en considération les questions logiques, dont nous pensons qu'elles portent aussi sur la proximité). Mais cette diminution est tout à fait cohérente avec les autres caractères des questions qui explicitent ce que les enfants savent sur ces concepts et à quel niveau.

Remarques: - Les questions utilisées en ce qui concerne la situation de "preuve", n'exigent pas, ni ne constituent pas pour l'instant, une preuve. Mais les réponses et les méthodes employées pour répondre à ces questions-là, fourniront des preuves aux raisonnements sur des jugements, des prises de décisions etc. sur les données du tableau.

- Nous en avons déjà parlé, mais il faut indiquer comment elles portent aussi sur la proximité, sur la ressemblance et ce sera ce caractère-ci qui va nous permettre de travailler ces questions logiques dans nos situations didactiques.

Graphique 3
Histogramme des élèves sur la question de la ressemblance



Graphique 3

- La question qui demande une formulation (Q 9E), représente une véritable rupture dans la diminution progressive qui se produisait dans les situations d'action

Il faut remarquer qu'elle exige aussi en fait, des élèves, un raisonnement, une sorte de preuve par rapport à la réponse donnée.

En résumé, nous avons trouvé que les enfants ont au niveau implicite les concepts de ressemblance, identité, etc. lesquels fonctionnent dans les situations d'action (plus de 73.7%), qui exigent des élèves qu'il s'agisse bien d'une confirmation ou d'une négation, ou l'utilisation d'un algorithme connu (dénombrement de coïncidences, ou de différences). Quand il faut avoir une stratégie, pour appliquer l'algorithme, les élèves commencent à avoir des problèmes (60.2% de réussite), qui vont en amont quand ils doivent formuler (40.3%), et encore plus quand ils doivent "prouver" (jusqu'à 26.3%).

En conclusion, nous pouvons répondre "oui" à la question posée - c'est-à-dire que les enfants savent répondre aux questions sur la ressemblance et la proximité - au niveau des items qui portent sur des situations d'action; et apparemment "non" au niveau des items qui exigent une formulation, ou une preuve.

Et même au sein des situations d'action nous distinguons une diminution de la réussite en fonction de la complexité de la tâche à accomplir par les enfants pour répondre aux questions, selon qu'elles sont binaires, qu'elles exigent des dénombrements, ou qu'elles demandent une stratégie de résolution (algorithme à découvrir par les enfants).

En conséquence nous avons trouvé que l'acquisition de ces concepts, qui ne sont pas travaillés en classe, révèlent déjà des obstacles divers, liés aux différents types de situations (action-formulation-validation)

analysées par la Didactique des Mathématiques. Donc il faudra en tenir compte pour gérer ces obstacles dans l'élaboration de nos situations didactiques.

Mais avec quoi et comment les enfants vont-ils savoir y répondre?

* Nous allons commencer par répondre à la question quels sont les "indices" qu'ils utilisent de façon spontanée?

L'analyse de la formulation utilisée par les élèves dans les explications demandées montrent la référence des enfants aux coïncidences ("même réponses", "même codification"...), ils établissent des comparaisons en utilisant des cardinaux ou pas, en se référant à la totalité, utilisant des quantificateurs etc.

* Si on continue, l'analyse de la formulation utilisée par les élèves dans les explications faites, montre une primauté très forte: (Voir Tableau-6)

- des références positives (le oui, le "un", le fait d'avoir un caractère...), sur les négatives (le non, le zéro...).

- et aussi des arguments dits spontanés (ex.: avoir "les mêmes réponses" -des Schtroumphs-) dans 88% des réponses justes des élèves, sur les raisonnements plus techniques (ex.: avoir "même codification aux mêmes endroits" - dans le tableau des "Schtroumphs"-) présents seulement dans 28% des réponses justes des élèves.

* Les réponses données à l'item (Q 10) montrent le début d'une certaine stratégie de recherche, qui commencerait à comparer systématiquement les colonnes, de gauche à droite.

- Parmi les 60.2% de réussite à cette question (Q 10), la distribution des réponses a été la suivante:

(H-O)	(B-L)	(B-P)	(L-P)	(B-L-P)	n±2
58%	18%	9%	8%	3%	4%

Notre explication de ces résultats est la suivante:

Le pourcentage, assez élevé, 58% des réponses (H-O), peut être expliqué par le fait d'avoir travaillé déjà sur ce couple dans la question précédente, même si les deux questions sont posées dans des séances différentes.

Le deuxième couple (B-L) choisi, avec 18%, tandis que le suivant par ordre de préférence a été (B-P) avec 9%, mais encore (B-P) est légèrement plus choisi que (L-P), malgré une proximité plus forte entre "L" et "P", que entre "B" et "P", ce qui peut être attribué à une stratégie de comparaison entre les colonnes, en commençant de la gauche vers la droite.

* Pour connaître comment les enfants construisent quelques uns de leurs jugements nous allons analyser les questions (Q 13) et (Q 18).

Elles ne demandent pas de réponses justes ou fausses. En les utilisant nous voulions connaître les jugements des enfants sur un certain "degré" de ressemblance entre deux colonnes, - six valeurs d'entre elles, sur quinze coïncidaient - ("Par leurs choix, les SCHTROUMPHS H et I se ressemblent: un peu, beaucoup, pas du tout?"); et sur la façon d'attribuer une propriété à une population ("Les Schtroumphs aiment-ils les films de musique?")

Les réponses à (Q 18), (Voir Tableau-7) étant donné leur caractère ouvert, ont été plus diversifiées. A signaler: le choix majoritaire, le "oui", environ de 60%; suivi du "non", environ de 15%, avec d'autres réponses moins précises, "un peu", "pas beaucoup", "oui-non" (à la fois), pour le reste et une abstention environ de 10%.

C.- Conclusions.

L'analyse des résultats du questionnaire nous a permis d'observer que les enfants savent lire un tableau, donc la métaphore générale utilisée ne pose de

problèmes; par contre la manière de s'en servir va les faire travailler, sur des concepts où ils vont devoir à la fois utiliser la logique implicite qu'ils ont et la préciser, la formaliser.

On a vu aussi, qu'il y a des problèmes concernant la logique formelle et qu'il n'y a pas de statut dans l'enseignement qui permette de la travailler, de la faire fonctionner. Que le maître, dans une situation "classique" d'enseignement, n'a pas de moyens pour traiter ces problèmes: ou bien il fait un cours de logique, ou bien il est obligé de la laisser de côté.

Par contre, le modèle dans lequel nous proposons de donner à la logique ce statut, va pouvoir la faire fonctionner, sans être un objet direct d'enseignement. On a vu, comment la logique formelle pouvait être abordée, les enfants ont travaillé avec des connecteurs logiques, avec des quantificateurs..., sans connaître les tables de vérité, mais en les faisant fonctionner au moment de donner un sens aux réponses, en les construisant implicitement et partiellement.

Et en même temps le modèle proposé prenait en compte la logique spontanée de l'enfant. Nous avons vu comment nous pouvions faire rentrer, en utilisant le même modèle que pour la logique formelle, la pensée naturelle de l'enfant, aussi bien en faisant fonctionner les pré-connecteurs logiques que certains jugements spontanés.

Donc, nous pensons grâce aux indices observés, que la métaphore va permettre aux enfants:

de travailler, dans les situations didactiques proposées:

- avec des prédicats amalgamés: de reconnaître les composantes contextuelles de ces prédicats, en les utilisant pour réaliser des centrations et des décentations

- va permettre aussi de faire fonctionner et évoluer les préconnecteurs logiques de la pensée

naturelle, vers les connecteurs de la logique formelle, tout au moins de constater leurs différences

- sur les jugements spontanés, en les comparant si c'est nécessaire, aux raisonnements formels

Par rapport aux maîtres, nous pensons que ce même modèle va leur permettre:

- d'avoir un outil, un moyen de reconnaissance de la pensée naturelle, dans la relation didactique, en pouvant lui faire une place et en lui donnant un statut, mais aussi en pouvant la différencier de la pensée formelle, laquelle peut être à la fois reconnue et abordée.

Mais sur cet aspect, nous n'avons pu rien constater encore, puisque le questionnaire dans la pré-expérimentation n'a pas été utilisé dans des situations didactiques collectives, donc: sur la gestion du maître nous ne pouvons que signaler ce que nous prévoyons comme possible, à partir du travail individuel que nous avons observé chez les élèves et de l'analyse a priori que nous avons faite du questionnaire et de ses possibilités.

Le rôle du questionnaire en ce qui concerne le maître sera abordé dans les paragraphes 4.3.3 et 4.3.4. à partir de la correction collective du questionnaire, et des entretiens avec les maîtres, dans ce même CHAPITRE.

4.3.2 LE QUESTIONNAIRE COMME INSTRUMENT D'EVALUATION DES SITUATIONS DIDACTIQUES

Cette utilisation du questionnaire est présentée dans le Chapitre 6 de la deuxième partie, pour montrer "les effets produits par les situations didactiques".

4.3.3 LE QUESTIONNAIRE QSCHTROUMPH COMME INSTRUMENT PHENOMENOTECHNIQUE

4.3.3.1 OBSERVATION: Correction collective du Questionnaire "SCHTROUMPHS" N° 2: ANNEXE-Obs.QSCHT.C.C

Voir la transcription de ces deux séances aux CM2A et CM2B de l'école J.MICHELET (ANNEXE-Obs.QSCHT.C.C)

La lecture de la totalité de l'observation est nécessaire, pour pouvoir comprendre l'analyse qui vient à la suite, mais nous l'avons mise en Annexe pour ne pas alourdir davantage le texte.

4.3.3.2 L'analyse de l'observation

La correction collective du questionnaire QSCHTROUMPHS, nous a permis d'observer:

- Que le déroulement de la situation a été tout à fait semblable dans les deux classes: la situation a produit les mêmes effets, les mêmes types de débats (à l'exception des interventions directes de la maîtresse de la classe CM2B, qui a introduit des nouvelles questions à propos des interventions des enfants), chez les élèves dans les deux classes.

- Les phénomènes mis en évidence, dans les deux classes, nous les avons groupés dans les catégories suivantes:

- lecture-interprétation des données du tableau
- la proximité: coïncidences, co-présence-co-absence.
- la logique formelle:- l'attribution de vérité

- quantification
- la pensée naturelle:- le subjectivisme
- les préjugés
- les inférences contextuelles
- les préfoncteurs

i) Lecture-interprétation des données du tableau

Ce sont les premières questions des deux feuilles du questionnaire: dans la correction, les stratégies utilisées par les enfants dans la recherche des réponses (très bien réussies dans les tests), peuvent être observées, ainsi que les interprétations subjectives produites¹⁸ chez les élèves, même avec ces questions aussi précises.

ii) la proximité: coïncidences, co-présence-co-absence.

Les deux notions de proximité "naturelle" chez les élèves, les coïncidences et les co-présences, ont été confrontées dans la discussion des réponses des trois questions qui demandaient la comparaison des colonnes (Q8-C8-C10): le débat a permis d'observer les argumentations des enfants sur ce qui était convenable ou non, la prise en compte des co-absences; c'est-à-dire quelles sont les différences d'interprétation produites par les diverses expressions:

- formulation probabiliste: "Quel couple de SCHTROUMPHS j'ai plus de chances de trouver ensemble au cinéma?" (Q8)

- formulation courante:

- "aimer les mêmes types de films" (C8)

- "être d'accord sur questions de l'enquête" (C10)

iii) la logique formelle

En gardant les précautions nécessaires, sur ce terme quand il est appliqué au travail des enfants de 10-12 ans, et la difficulté de le distinguer du travail analysé dans la catégorie suivante - celle de la pensée

18. Voir la catégorie P.N.:le subjectivisme.

naturelle -, nous avons considéré dans cette catégorie de "logique formelle", le travail avec les questions qui portent sur l'attribution de la vérité et sur la quantification.

Le travail de reconnaissance de la nature vraie ou fautive d'une proposition -toutes les questions de la deuxième feuille du questionnaire-, est résumé dans les commentaires des enfants pendant la correction de C1, C2 et C7:

- reconnaître juste une proposition contenant une négation (C1): "c'est vrai qu'il est faux, donc c'est vrai!"

- reconnaître fautive, une proposition affirmative (une assertion) (C2).

- la double négation (C7): "C'est vrai, que c'est pas vrai qu'il aime!"¹⁹

Divers aspects du fonctionnement de la généralisation ont pu être observés:

- L'utilisation du quantificateur universel, du généralisateur "tous", comme réponse possible à une question sur le cardinal d'un ensemble (Q3), ("Combien de SCHTROUMPHS aiment...") a été utilisé spontanément par plusieurs enfants, dans les deux classes: la réponse concrète, du cardinal de tout l'ensemble de référence n'a pas été reçue par ces enfants, comme la réponse juste, qui aussi explicite une quantification "tous"

- L'interprétation d'une question "aimer le plus le cinéma", comme une généralisation des différentes valeurs de la variable "type de film" ("aimer tous les types de films" (Q4)) a été observée chez les enfants - dans les réponses à cette question Q4-; mais aussi il y a eu la demande, de la part d'autres élèves, d'une variable concrète - la question: "aimer le cinéma"- sur laquelle ils auraient pu se prononcer.

19. Formulation d'un enfant de CM2A.

- L'effet contraire a été aussi observé: pour la question Q7 "Tous les SCHTROUMPHS aiment les films avec des SCHTROUMPHS comme héros": une variable concrète, donc il fallait répondre par oui ou par non en jugeant sur une ligne (variable) et il y a eu des enfants qui ont généralisé et ils ont cherché et jugé sur tout l'ensemble des variables.

iv) la pensée naturelle

Divers aspects de la pensée naturelle de l'enfant, ont pu être observés dans cette séance de correction collective: le subjectivisme, les préjugés, les inférences contextuelles et les préfoncteurs.

Le subjectivisme de l'interprétation des questions a été observé constamment chez les enfants, comme il a pu être déjà remarqué dans les réponses que nous venons de signaler. Mais nous voudrions remarquer encore certains de ces traits de subjectivisme montré:

- dans la proposition des élèves, au grand SCHTROUMPH pour sa programmation de films, réponse à question Q9, les enfants ont interprété la question des trois manières différentes:

▪ "réponse objective juste": en fonction des goûts des SCHTROUMPHS

▪ "réponse subjective explicite": en fonction des goûts personnels de l'enfant, et explicitement reconnu de la part l'enfant

▪ "réponse subjective fautive"="réponse subjective implicite, déguisée d'objectivité": les enfants qui ont exprimé leurs propres goûts, en ajoutant que ceux sont les types de films préférés par les SCHTROUMPHS", ce qui est objectivement faux.

Ces trois types de réponses et de justifications ont été observées pendant la correction de Q9.

Les préjugés, l'existence des "a priori" chez les élèves a été remarquée lors de la correction de la question C8, où la présence de "la SCHTROUMPHETTE" H et

la comparaison de ses goûts avec ceux du SCHTROUMPH O, suppose pour certains enfants, un traitement de la question et de la réponse différent du traitement qu'ils auraient fait pour deux SCHTROUMPHS.

Les préjugés, en fait supposent un cas particulier des types d'inférences naturelles décrites par WERMUS, où le rôle de l'affectivité (des sentiments, désirs, craintes, etc..) est signalé comme un aspect déterminant de l'activité inférentielle de la Pensée Naturelle de l'enfant, où les inférences contextuelles sont aussi observées.

Les questions de comparaison de deux colonnes, nous montrent bien le rôle du contexte, dans la prise en compte ou non des co-absences; les expressions "couple", "être d'accord", "aimer les mêmes choses", évoquent le contexte "réel des couples", ou des personnes qui sont d'accord, ou qui sont ensemble: c'est un amalgame des prédicats, qui est lié au contexte du mot "couple". Dans les trois questions de comparaison (Q8-C8-C10) ces différentes composantes contextuelles des coïncidences, ont été présentes dans l'observation.

Le fonctionnement de divers pré-foncteurs²⁰, notamment la négation et la conditionnelle (et l'implication), a été aussi observé.

La négation a été présente pendant presque toute la séance: la référence aux "non" comme stratégie, la reconnaissance des différentes possibilités de l'attribution des valeurs de vérité sur des propositions vraies ou fausses, formulées affirmativement ou négativement, et même pour la double négation (C7)etc.

20. Nous préférons pour les enfants de 10-12 ans cette expression, à celle de foncteur, parce que nous pensons que les enfants sont encore dans des pré-logiques (de différents niveaux, selon les enfants), et non dans la logique formelle.

L'implication nous a fourni l'observation du phénomène le plus intéressant de toute l'observation: l'émergence d'une valeur de vérité de la proposition conditionnelle. Autrement dit, nous avons pu observer comment les enfants construisaient la table de vérité de la conditionnelle, par le simple fonctionnement de la situation et le débat entre les élèves, sans aucune intervention du maître.

Les questions C3 et C4, demandaient l'attribution de vérité sur deux conditionnelles réciproques généralisées (sur tous les valeurs des variables, donc sur la validité des deux implications -conditionnelles tautologiques- réciproques):

C3: Tous les SCHTROUMPHS qui aiment les films d'aventures, aiment les films de pirates. (C'est faux)

C4: Tous les SCHTROUMPHS qui aiment les films de pirates, aiment les films d'aventures. (C'est vrai)

Les enfants ont répondu bien sur la fausseté de C3, mais en réalité quand l'enfant "justifie" sa réponse, il observe les couples 1-1 sans prendre en compte vraiment l'ordre des lignes, donc la table de vérité de référence était celle de la conjonction de ces lignes et pas celle de l'implication.

C'est le préfoncteur conjonction²¹, dans une prélogique de niveau 2: la prise en compte seulement des valeurs affirmatives de la première proposition, dans ce cas la table de vérité de la conjonction et de la conditionnelle coïncident:

21. Dans le sens de WERMUS (1978).

X	Y	$X \wedge Y$	$X \rightarrow Y$
1	1	1	1
1	0	0	0
0	1	*	*
0	0	*	*

Prélogique d'ordre 2: préfoncteurs conjonction, et conditionnelle

Dans la correction de C4 la réponse, presque unanime et automatique des enfants: "C'est la même chose!, c'est faux!.

Cette considération relève encore d'une prélogique, -de coïncidence avec la conjonction-: les valeurs 1-1, ou la commutativité de la conjonction ou les propositions conjonction 1-0 et 0-1 sont toujours 0.

Mais l'intervention d'un enfant en renvoyant au sens de la question: "Si -Tous ceux qui aiment les films de pirates, aiment....- alors il faut regarder d'abord ceux qui aiment les films de pirates, et après s'ils aiment les films d'aventures" met en évidence le saut informationnel qu'il faut faire pour dépasser cette coïncidence pré-logique.

A ce moment-ci la question de l'ordre dans la recherche des valeurs de vérité est devenue la clé de la réponse, ainsi que la non considération des valeurs négatives de l'antécédent ("ils ne comptent pas"):

- il s'agit bien de ceux qui aiment, donc d'abord l'antécédent positif, et après le conséquent aussi positif: "C'est pas la même question si tu changes l'ordre..., alors si tu as (0,1) (l'enfant lit d'abord pirates et après aventures), ça veut dire qu'il aime pas les pirates et il faut le sauter!"

Il s'agit en définitive de la construction de la table de vérité de la conditionnelle, différenciée de

celle de la conjonction, et de celle la conditionnelle réciproque:

X	Y	$X \wedge Y$	$X \rightarrow Y$	$Y \rightarrow X$
1	1	1	1	1
1	0	0	0	1
0	1	0	1	0
0	0	0	1	1

Les commentaires des élèves et l'air de surprise et de découverte des visages des enfants, montraient qu'ils avaient "compris", "découvert" quelque chose de surprenant: Ah!. Alors, dans un sens ça marche et dans l'autre ça ne marche pas...!

Le fait que ce même processus se soit répété dans les deux classes, que se soit la discussion des enfants à partir du sens de la situation et la question posée avec le tableau de référence qui aient régi cette découverte et l'absence de l'intervention du maître, nous montre bien que c'est un effet produit par la situation créée par le débat collectif du questionnaire.

4.3.4 LE QUESTIONNAIRE MOYEN DE COMMUNICATION AVEC LES MAITRES

Nous avons profité de la passation des deux questionnaires aux enfants, pour parler avec les enseignants, pour connaître leurs avis sur les questions en tant que moyen d'évaluation des enfants (allaient elles être faciles ou pas pour les enfants? bien comprises? bien répondues? ou bien, les enfants allaient-ils trouver des difficultés, avec quelques questions? etc.) mais nous voulions connaître aussi leurs propres réponses aux questions, leur façon de répondre, leur difficulté, etc.

Nous avons prévu, au niveau méthodologique, de profiter du moment de la passation pour donner un caractère plus "spontané" aux réponses du maître, qu'elles soient plus naturelles que celles qu'il puisse donner dans une entretien individuel et spécifique à tel sujet.

Cette décision, nous a permis effectivement de constater que les deux questionnaires (et particulièrement le questionnaire Schtroumphis) nous permettaient facilement un dialogue intéressant (et qui intéressait aussi le maître), mais qui était difficile à mener, à gérer d'une manière continue, précisément à cause des conditions choisies (pendant la passation, avec les élèves, le contrôle, etc.) pour l'entretien.

Cette caractéristique (faible fiabilité des conditions de l'entretien), plus des effectifs très faibles (6 maîtres), ne nous permettent pas de présenter des résultats explicites, seulement nous pouvons offrir quelques morceaux d'entretiens que nous avons pu récupérer, et exprimer notre croyance (basée sur quelques indices obtenus pendant les entretiens, ou dans les morceaux des transcriptions faites) sur la possibilité d'une utilisation du questionnaire, et même sur l'adéquation de ce moyen de communication.

Une nouvelle expérimentation pourraient vérifier cette hypothèse dont nous n'avons que quelques indices de validité.

PARTIE-II

**UNE PLACE, DANS LA
RELATION DIDACTIQUE, POUR LE
RAISONNEMENT NATUREL DE
L'ENFANT: RECHERCHE D'UNE
INGENIERIE**

INTRODUCTION PARTIE-II

Dans la première partie nous avons soulevé un problème de contrat didactique que le maître, étant donné son caractère paradoxal, ne peut pas résoudre: il n'a ni moyens, ni instruments pour aborder la gestion du Raisonement naturel de l'enfant, mais il est obligé d'y faire appel constamment, pour que l'élève s'approprie les problèmes, les situations mathématiques qui lui sont présentées.

Si c'est bien un problème de contrat didactique, il faudra agir sur celui-ci, le modifier pour pouvoir sortir de la situation paradoxale.

La proposition que nous étudions consiste à:

- agir sur la pratique des professeurs au moyen de l'ingénierie didactique: proposer des types de leçons et des situations qui permettent d'agir sur le sens des acquisitions des élèves.

- faire que ces situations conduisent à une négociation sur le statut des connaissances spontanées des élèves.

Pour développer cette proposition, nous avons besoin, chez les élèves, de "distinguer", de reconnaître au moins une différence entre:

1. La logique utilisée dans les mathématiques.
2. Et la pensée naturelle, le raisonnement spontané, utilisés par les élèves et les maîtres en faisant des mathématiques, mais qui ne sont pas du domaine des mathématiques.

Dans la relation didactique, d'habitude, si on parle de l'une, la logique mathématique, l'autre reste un point obscur.

Donc nous avons besoin de distinguer, et non seulement de distinguer, mais de représenter, de la même manière, le champ sur lequel elles se distinguent.

Nous n'allons pas donner une théorie de la pensée naturelle, mais un statut, en dessinant son mode de fonctionnement; pour cela nous allons le modéliser,

pour les élèves, avec le fonctionnement de l'agrégation des données, de l'analyse, de l'analyse typologique.

Les tableaux de données, utilisés dans l'analyse typologique vont être le moyen de représenter différents types des raisonnements (la pensée naturelle, la classification, la logique, les jugements, etc.) avec des règles de manipulation diverses, mais portant sur des tableaux semblables.

Avec le tableau, l'élève va pouvoir reconnaître formellement certaines opérations, certains jugements qu'il faisait spontanément, et c'est ça qui va donner un statut à la pensée naturelle, l'élève va pouvoir représenter ce qu'il pense, le représenter et le discuter avec les autres. Et il va aussi remarquer la différence qu'il y a entre celle-ci et ce qu'on lui demande d'appliquer comme raisonnement logique.

Il va pouvoir aussi classer, et comparer ses classifications avec d'autres classifications déjà existantes.

Nous n'allons pas faire un cours de méthodologie, nous allons donner un instrument, qui aura pour l'élève un caractère métaphorique, de référence et qui pour le maître, sera un moyen de négociation didactique avec les élèves, sur leur raisonnement spontané, en lui faisant une place dans l'enseignement.

Les situations d'étude que nous avons retenues illustreront l'usage extrêmement répandu de l'agrégation des données.

CHAPITRE 1. L'ANALYSE TYPOLOGIQUE.

UNE SOLUTION AU PROBLEME?

1.1 L'ANALYSE TYPOLOGIQUE: UN OUTIL MATHEMATIQUE

1.1.1 PRESENTATION DE L'OUTIL:

DE L'ACTIVITE CLASSIFICATOIRE A L'ANALYSE TYPOLOGIQUE

Classer des objets, des individus est une des activités fondamentales de l'être humain: la reconnaissance des objets, leur désignation par un mot, la différenciation de ces objets ou individus à partir de leurs diverses caractéristiques, etc. sont des activités de classification qui sont le fondement de l'appréhension et l'interprétation de la réalité, et du langage qui nous permet de communiquer cette compréhension.

Tout traitement de l'information, oblige aussi à établir des catégories qui rassemblent les objets ou individus qui possèdent des traits, des caractéristiques communes, en les opposant aux autres objets ou individus qui n'ont pas ces caractéristiques, ou qui ont des caractéristiques différentes.

La première utilisation de la classification comme méthode scientifique appartient aux domaines de la Biologie et de la Zoologie: c'est la taxonomie. Différents travaux de classification sont réalisés dans d'autres domaines, par exemple la psychiatrie (ZUBIN, 1938,...), mais c'est à partir de 1960 que l'utilisation de ces méthodes est généralisée dans tous les domaines.

Les ordinateurs et leur capacité de gestion des grands volumes d'informations ont rendu opérationnelle cette méthode d'analyse. La relation: importance des calculs/prix, est devenue raisonnable; et aujourd'hui elle est un moyen de travail, de traitement d'information et d'aide à la décision, utilisée dans

tous les domaines autres que les domaines scientifiques: organisation et gestion d'entreprises, psychologie, sociologie, publicité, etc.

L'analyse typologique étudie ces différents fonctionnements de la classification et du traitement de l'information.

1.1.2 DEFINITION, OBJECTIF ET METHODE

L'analyse typologique est aussi désignée par d'autres termes, dont les plus courants sont la classification, ou la classification automatique, et dans des domaines spécifiques, tels que la biologie ou la zoologie, les termes taxinomie ou taxonomie sont aussi très répandus.

Dans leur livre "ANALYSE TYPOLOGIQUE. Théories et applications", CHANDON et PINSON (1981), en s'inspirant de la définition de CANGUILHEM (1972), définissent l'analyse typologique:

"C'est une méthode d'analyse de données qui permet de grouper des objets, caractérisés par un ensemble d'attributs ou de variables, en classes non nécessairement disjointes deux à deux. Ces classes doivent être, d'une part, aussi peu nombreuses que possible et d'autre part, aussi homogènes que possible."

Cette définition met en évidence le double objectif, de caractère antinomique, poursuivi par ce type d'analyse de données, qui doit permettre une interprétation aisée, mais aussi fiable des données:

- simplifier les données: "il s'agit de remplacer des objets très nombreux, par des groupes en nombre restreint"

- obtenir des groupes homogènes: "il s'agit d'obtenir des groupes homogènes constitués d'objets aussi semblables que possible"

Ces deux objectifs ont un caractère contradictoire, qui réside dans le terme "homogènes":

- chaque élément de la collection d'objets est différent des autres, par au moins un aspect, donc respecter l'homogénéité dans chaque groupe, impliquerait un groupe par chaque objet

- simplifier les données et grouper les objets semblables c'est perdre cette homogénéité parfaite, mais gagner en commodité d'analyse et d'interprétation

Selon qu'un aspect (l'homogénéité) ou l'autre (la simplification/groupement), est privilégié, les résultats changent, ils sont tout à fait différents.

La méthode de l'analyse typologique consiste donc, à regrouper les objets "fortement similaires" entre eux dans un même groupe, de telle manière que les objets appartenants à des groupes différents soient "relativement dissemblables" (c'est-à-dire, suffisamment dissemblables pour ne pas appartenir au même groupe).

La différence entre les diverses méthodes d'analyse typologique, réside dans l'interprétation différente aussi, faite des termes "fortement similaires" et "relativement dissemblables".

1.1.3 PLURALITE DES BUTS ET DES APPLICATIONS DE L'ANALYSE TYPOLOGIQUE

L'analyse typologique peut envisager différents objectifs, notamment divers traitements des données: la réduction, l'exploration ou la classification des données.

Mais l'analyse typologique peut aussi contribuer à la méthode scientifique générale, dans les démarches de génération, et de validation d'hypothèses, ou dans l'anticipation des faits (fondée sur la nature des groupes établis).

Toutes les situations, dont l'analyse typologique peut être une solution, ou peut apporter une réponse ont en commun les points suivants⁽¹⁾ :

(1) Pag.3 (CHANDON-PINSON, 1981)

1) Il s'agit de simplifier une réalité complexe par la constitution des groupes d'objets ou d'individus similaires.

2) Il n'existe pas de classification a priori s'imposant d'emblée. Les classes sont inconnues, ainsi que leur nombre et leurs effectifs.

3) Chaque objet ou individu est caractérisé par une multiplicité de variables ou d'attributs mesurables...

4) Dans la recherche des groupes, il ne s'agit pas d'analyser ces données en émettant des hypothèses privilégiant telle ou telle variable au dépens des autres, mais au contraire de rendre explicite la structure interne des données avec le maximum d'objectivité et le minimum d'hypothèses de la part de l'utilisateur

5) On espère que la structure ainsi mise à jour permettra de formuler des hypothèses propres à simplifier une tâche répétitive (fichiers, clients, bibliothèque), à améliorer l'efficacité d'une action entreprise (campagne électorale, campagne publicitaire, traitement médical, régionalisation), en un mot révéler des opportunités profitables liées à une meilleure connaissance des structures."

1.1.4 CARACTERE MATHEMATIQUE DE L'OUTIL

L'analyse typologique est une analyse statistique parmi les différents méthodes d'analyse des données: l'analyse de segmentation, l'analyse discriminante, l'analyse factorielle, l'analyse des correspondances et l'analyse des similarités et l'analyse des implications.

Nous n'allons pas présenter ici, ni ces différentes méthodes ni les différences existant entre celles-ci et l'analyse typologique, simplement signaler que ces distinctions existent, en fonction de la définition et des objectifs propres à l'analyse

typologique, que nous venons d'avancer dans le paragraphe précédent.

La présentation et l'étude des différentes étapes que l'analyse typologique comporte, constitueront la méthode choisie pour présenter la nature mathématique, et la spécificité de ce type d'analyse des données.

1.1.4.1 Les cinq étapes de l'analyse typologique ⁽²⁾

"Toute analyse typologique comporte en général les cinq étapes suivantes:

1) Une étape de collecte des données consistant à décrire chacun des objets retenus, à l'aide de plusieurs caractéristiques.

2) Une étape de calcul des proximités entre toutes les paires d'objets à l'aide d'un indice approprié tenant compte de l'ensemble des caractéristiques de chaque paire.

3) Une étape de constitution des groupes.

4) Une étape d'interprétation des résultats où l'on décrit chacun des groupes formés.

5) Une étape finale de validation des résultats où l'on détermine la qualité de classification obtenue.

Ces cinq étapes sont décrites dans la Figure A.T.1.

Nous n'allons ni étudier ni analyser les différents modèles mathématiques de chacune de ces étapes, nous allons commenter seulement les étapes les plus directement abordées dans notre travail, l'amplitude et le détail accordés sont aussi fonction de l'utilisation dans les situations didactiques.

(2) Pag.25,26 (CHANDON-PINSON, 1981)

- Figure A.T.1.-
Description des cinq étapes de l'analyse typologique (CHANDON-PINSON, 1981, pag. Réproduction de la figure)

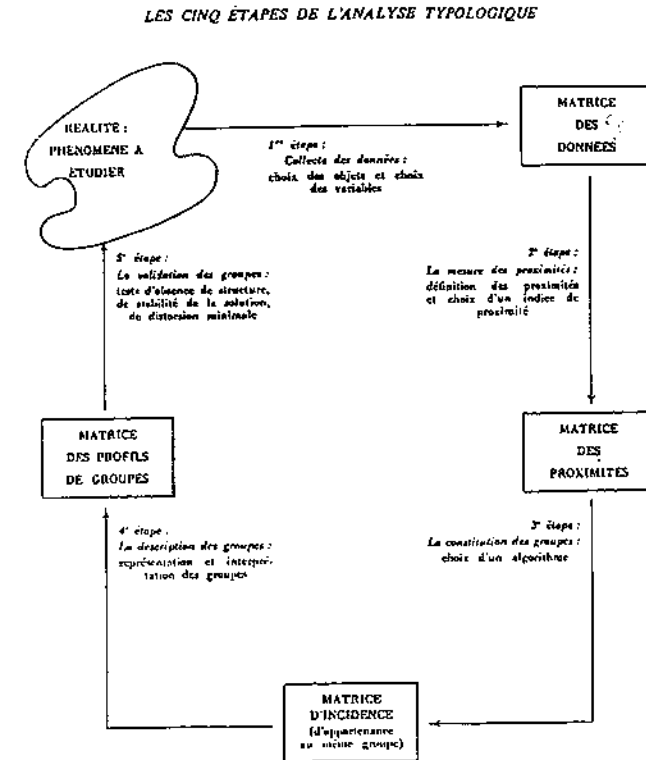


Figure 12. - Les cinq étapes de l'analyse typologique (Chandon & Pinson, 1977).

1) LA COLLECTE DES DONNEES

"Les données", malgré leur nom, ne sont pas données à l'utilisateur, tout au contraire, ils sont le résultat, la conséquence d'une série de choix: sur les objets à analyser, sur les attributs ou caractéristiques (les variables) qui vont les caractériser, sur les échelles pour mesurer les attributs.

Ces choix vont définir différents types de données, qui à leur tour détermineront les résultats des analyses à réaliser.

Nous allons citer différentes possibilités dans chacun des choix, de façon illustrative, non pas exhaustive:

- Sur le choix des objets à analyser: la précision dans la définition des objets, et l'homogénéité de ces objets.

La définition des objets sera facilitée lorsqu'on aura répondu aux questions suivantes:

- 1) Tous les objets auxquels on s'intéresse sont-ils couverts par la définition que l'on s'en est donnée?
- 2) Tous les objets distincts par au moins un aspect sont-ils distingués par la définition?
- 3) Les objets considérés ne sont-ils pas eux-mêmes des catégories agrégeant des objets plus élémentaires et si oui le niveau d'agrégation est-il identique pour tous les objets? (CHANDON-PINSON, 1981).

Les "objets" sont aussi appelés, dans la littérature existante: les "sujets", les "individus", les "éléments", les "objets", les "cas", les "événements"...

- Sur le choix des variables: recherche des variables qui donnent une meilleure caractérisation aux objets choisis

"les variables qui sont les plus pertinentes, vis-à-vis du problème posé

les variables qui véhiculent le plus d'information"

Le chercheur doit aussi prendre en compte la pondération et la corrélation des variables.

Les "variables" sont aussi appelées, dans la littérature existante: "caractéristiques", "attributs", "propriétés".

Les variables que nous allons choisir sont des variables binaires (aussi appelées "dichotomiques", "booléennes", ou variables de "présence-absence").

- Sur le choix des échelles de mesure des variables: échelles nominales, échelles ordinales, échelles d'intervalle, échelles proportionnelles

"Cette classification des échelles résulte de l'étude des différentes transformations mathématiques qui laissent invariantes les variables mesurées sur ces échelles. Les quatre types d'échelle et leurs caractéristiques sont synthétisées dans le Tableau-I". (CHANDON-PINSON, 1981)

Les variables binaires, que nous allons utiliser, sont un sous ensemble des variables nominales:

- elles ont deux modalités: présence-absence de la variable, ou réponse affirmative/négative

- elles sont normalement codées 1 et 0, pour indiquer la présence (ou la réponse affirmative) de la variable, et 0 pour l'absence (ou les réponses négatives)

- les opérations (assez rares) autorisées sont basées sur la relation d'équivalence: comptage des éléments d'une classe (calcul des effectifs), tableaux de fréquence, tableau de contingence (comptage des objets possédant à la fois deux caractéristiques, ou variables)

- elles sont aussi appelées variables de classification, ou variables qualitatives

- Ce sont des variables discrètes: valeurs non-continues, mais elles constituent une partition de l'ensemble des données.

Les différents types des données

Les différents choix des objets, des variables et de leur mesure, déterminent aussi les différents types de matrices de données à analyser:

- matrices de mesure

- matrices d'occurrence
- matrices de rang
- matrices logiques (celles des situations didact.)
- matrices nominales
- matrices mixtes
- matrices de similarité directement collectées

2) LES MESURES DE PROXIMITÉ

2.1) Les indices de proximité et leurs propriétés mathématiques.

Une collection très nombreuse de données est obtenue à partir des choix de l'étape précédente, et l'analyse avec un simple coup d'oeil de la matrice est difficile à réaliser (par exemple la recherche de groupes des objets semblables). Toute cette information devra être synthétisée, résumée pour pouvoir être abordée par l'utilisateur.

Ce travail est fait à partir de la définition d'un indice de proximité opérationnel entre les objets, selon le niveau de proximité des variables entre elles.

"De façon générale, un indice de proximité entre deux objets peut se définir ainsi: c'est un nombre unique qui résume les ressemblances ou les dissemblances existant sur toutes les variables qui caractérisent ces deux objets".

Ces indices de proximité doivent vérifier certaines propriétés mathématiques, ce qui limite leur nombre et leurs possibilités.

Deux grands groupes d'indices sont utilisés:

- les indices de similarité: qui mesurent la ressemblance entre les objets "i", et "j" (s_{ij})

L'expression $s_{ij} > s_{ik}$ implique que l'objet "i" est plus proche (qu'il ressemble davantage) de l'objet "j" que de l'objet "k".

- les indices de dissimilarité: qui mesurent la dissemblance entre les objets "i", et "j" (d_{ij})

L'expression $d_{ij} > d_{ik}$ exprime que l'objet "i" est plus éloigné de (moins semblable à) l'objet "j" qu'à l'objet "k", donc qu'il (i) est plus proche de "k" que de "j".

Voici la définition des différentes propriétés mathématiques que les indices de proximité doivent vérifier:

Propriété 1: non-égalité

$$s_{ij} \geq 0 \text{ ou } d_{ij} \geq 0 \quad \forall i, j \in O \quad O = \{\text{objets}\}$$

Propriété 2: symétrie

$$s_{ij} = s_{ji} \quad \text{ou} \quad d_{ij} = d_{ji} \quad \forall i, j \in O$$

Propriété 3: normalisation

a) "On impose à l'indice de similarité d'atteindre son maximum, arbitrairement fixé à 1, lorsque l'objet est comparé à lui-même, $s_{ij} = 1 \Leftrightarrow i = j \quad \forall i, j \in O$
et $s_{ij} < 1 \Leftrightarrow i \neq j$

b) "On impose à l'indice de dissimilarité d'atteindre son minimum égal à zéro lorsque l'objet est comparé à lui-même: $d_{ij} = 0 \Leftrightarrow i = j \quad \forall i, j \in O$
et $d_{ij} \geq 0 \Leftrightarrow i \neq j$

Propriété 4: inégalité triangulaire

$$d_{ij} \leq d_{ik} + d_{kj} \quad \forall i, j \in O$$

Propriété 5: inégalité ultramétrique

$$d_{ij} \leq \max(d_{ik}, d_{kj}) \quad \forall i, j \in O$$

"Elle requiert que la plus grande des proximités entre l'un des deux objets "i" et "j" d'une paire et un troisième objet "k", soit supérieure ou au moins égale à la proximité des objets de la paire. En d'autres termes, trois objets dans un espace ultramétrique forment un triangle isocèle ou équilatéral (les deux côtés égaux du triangle isocèle sont plus grands que la base)." (CHANDON-PINSON, 1981)

* Similarité normalisée à 1: c'est un indice de similarité qui vérifie les propriétés de non-négativité, de symétrie et de normalisation.

* Indice de distance: c'est un indice de dissimilarité qui vérifie ces mêmes propriétés, de non-négativité, de symétrie et de normalisation.

* Distance métrique: c'est un indice de distance que vérifie l'inégalité triangulaire

* Distance ultramétrique: c'est un indice de distance qui vérifie l'inégalité ultramétrique.

Toute distance qui vérifie l'inégalité ultramétrique vérifie aussi l'inégalité triangulaire, donc toute distance ultramétrique est aussi une distance métrique.

L'analyse typologique est basée sur les distances ultramétriques: elle a comme objectif transformer une matrice de proximités quelconque en une matrice ultramétrique.

2.2) Les différents indices de proximité

Parmi les quatre grands groupes d'indices de proximité (i.p.) définis sur les différents types des matrices des données:

- i.p. sur des matrices de mesure,
- i.p. sur des matrices de fréquence ou d'occurrence,
- i.p. sur des matrices de rang,
- i.p. sur des matrices logiques,

Nous n'allons travailler que sur ce dernier type d'indice.

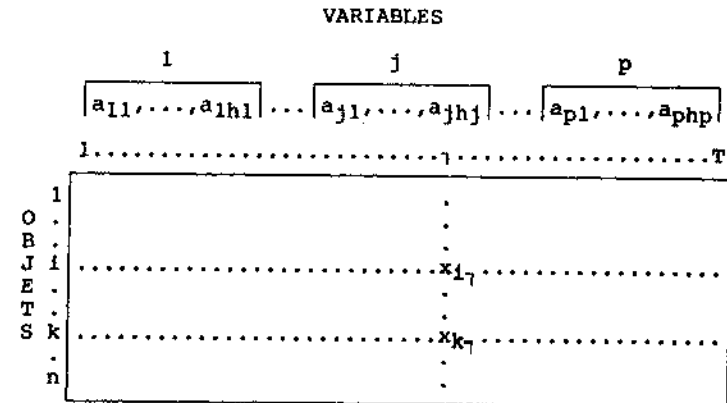
Indices de proximité sur des matrices logiques.

Il s'agit dans les matrices logiques de:

- "n" objets décrits par "p" variables nominales (aussi appelées caractéristiques, ou attributs)
- chaque variable "j" présente un ensemble de modalités $A_j = \{a_1, a_2, \dots, a_h\}$ (cet ensemble peut varier d'une variable à une autre).

$$\text{Le nombre total d'attributs est } T = \sum_{j=1}^p |A_j|$$

- En conséquence le schéma de la matrice logique est le suivant:



(2) Matrice Logique ou Tableau de présences-absences

- un codage des objets: c'est une application de l'ensemble d'objets dans le produit cartésien des attributs. $c: O \longrightarrow \{A_r \times A_s\} \forall r, s \in \{1, 2, \dots, p\}$

Par convention, un objet "i" est codé par une suite des variables a_{ijh} , qui prend le valeur 1, si l'objet "i" possède la modalité "h" du "j"-ième attribut, et le valeur 0 dans le cas contraire.

Si γ représente la modalité "h" du "j"-ième attribut, c'est l'attribut γ du total T d'attributs de l'objet "i", la représentation du codage en termes d'images de l'application serait la suivante:

$$\gamma = (a_h, A_j) \text{ et } (i, \gamma) = x_{i\gamma}, \text{ selon la matrice logique}$$

$$c(i, (a_h, A_j)) = c(x_{i\gamma}) = a_{i\gamma h} = 1 \iff \gamma(i): \text{vrai}$$

$$\text{et } c(i, (a_h, A_j)) = c(x_{i\gamma}) = a_{i\gamma h} = 0 \iff \gamma(i): \text{faux}$$

Nous allons reproduire ici les conditions générales établies par LERMAN (1970), qu'un indice de similarité doit vérifier pour être un indice convenable:

(3) Reproduction de la Figure 10, Cf. pag72

1^o La contribution d'un attribut à la mesure de similarité entre deux objets doit être la même pour tous les attributs.

2^o La contribution d'une association négative, mesurée par la co-absence de deux attributs, doit être au plus égale à la contribution d'une association positive mesurée par la co-présence de deux attributs.

3^o La similarité entre deux objets doit être une fonction croissante du nombre de co-présences d'attributs et une fonction décroissante du nombre de non-coïncidences d'attributs.

4^o La similarité entre deux objets doit être une fonction symétrique du nombre d'attributs exclusifs de chacun des deux objets.

Les formules de calcul des différents indices de proximité sur les matrices logiques, sont exprimées dans le Tableau VII. de (CHANDON-PINSON, 1981).

Dans le paragraphe sur les précisions de l'utilisation faite de l'analyse typologique par notre recherche, dans ce même chapitre, nous analyserons les indices visés par nos situations didactiques.

3) LA CONSTITUTIONS DES GROUPES

La connaissance des similarités entre paires d'objets est aussi difficile à interpréter, à "traduire" que la matrice des données, donc il faut encore reconvertir l'information trouvée en quelque chose de "plus visible", qui simplifie vraiment les informations.

L'analyse typologique, dans cette étape va faire apparaître un petit nombre des groupes d'objets, et les distances (ou les proximités) que nous avons entre les paires d'objets seront traduites en distances entre ces groupes.

- Tableau A.T.2 -

Reproduction du Tableau VII. de (CHANDON-PINSON, 1981): les différents indices de proximité

Tableau VII. - Indices de proximité définis sur des matrices logiques.

DEMONSTRATEUR	NUMERATEUR	
1) Avec co-absences	Sans co-absences	Avec co-absences
a- Eglise pondération des coïncidences et des non-coïncidences	RUSSEL et MAD (1940) (1) $\frac{P}{T}$	SOKAL et MICHEKER (1958) (2) $\frac{P+A}{T}$
b- Pondération double des coïncidences	(3) $\frac{2P}{2(P+A)+N}$	(4) $\frac{2(P+A)}{2(P+A)+N}$
c- Pondération double des non-coïncidences	(5) $\frac{P}{P+A+2N}$	ROGER et TANIMOTO (1960) (6) $\frac{P+A}{P+A+2N}$
2) Sans co-absences	JACCARD (1908) (7) $\frac{P}{P+N}$	non sens
b- Pondération double des coïncidences	DICE (1945) (8) $\frac{2P}{2P+N}$	non sens
c- Pondération double des non-coïncidences	SOKAL et SNEATH (1963) (9) $\frac{P}{P+2N}$	non sens
d- Pondération nulle des coïncidences	BARCZYNSKI (1927) (10) $\frac{P}{N}$	(11) $\frac{P+A}{N}$
e- Pondération des coïncidences par le nombre d'attributs possédés par les 2 objets	KULCZYNSKI (1927) (12) $\frac{1}{2} \left(\frac{P}{N} + \frac{P}{N} \right)$ OCHTAL (1957) (14) $\frac{P}{\sqrt{N_1 N_2}}$	(13) $\frac{1}{4} \left(\frac{P+A}{N_1} + \frac{P+A}{N_2} \right)$

P = co-présences
A = co-absences
N = non coïncidences

N₁ = nombre d'attributs possédés par l'objet X
N₂ = nombre d'attributs possédés par l'objet Y
T = nombre total d'attributs

Les différentes structures mathématiques: partition ou recouvrement, famille (de partitions ou de recouvrements), hiérarchies (de partitions ou d'une famille de recouvrements) et leurs relations possibles: inclusion, finesse, possibilités de différentes classifications, parmi lesquelles il faudra choisir la plus adéquate au problème à analyser.

"La nature de l'information traitée, l'étendue de l'information manipulée et le caractère ordinal ou métrique de l'information utilisée" sont aussi les autres critères qui varient dans la classification;

critères pris en compte par CHANDON-PINSON pour établir une classification des méthodes de classification de l'analyse typologique: Figure 1 (4)(5).

- Figure A.T.3 -

Classification des méthodes d'analyse typologique: (CHANDON-PINSON, 1981)

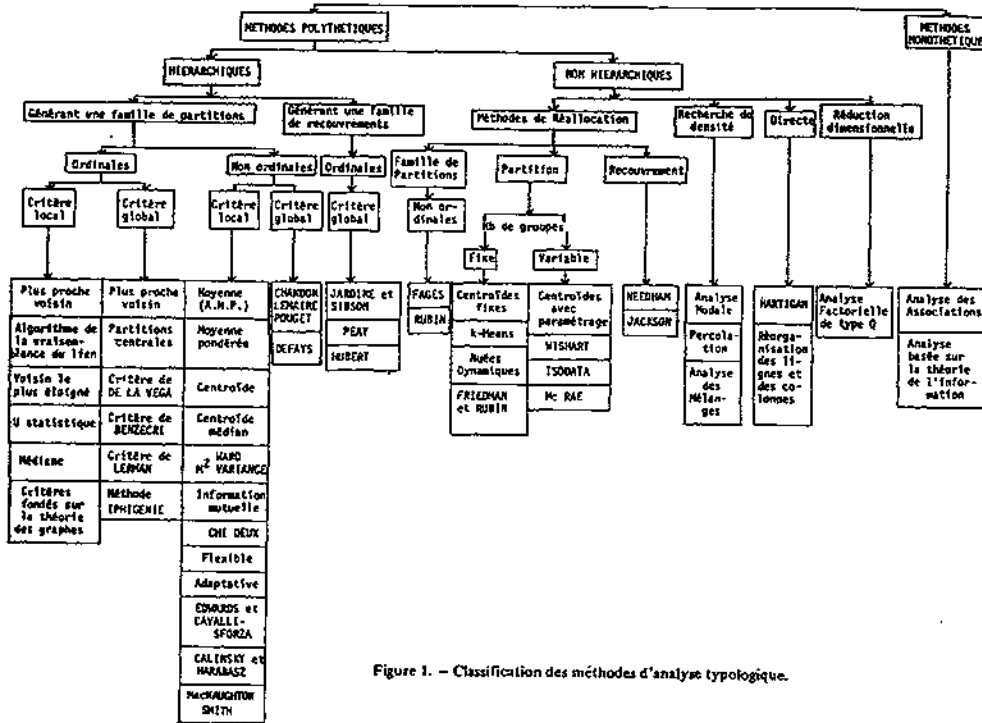


Figure 1. - Classification des méthodes d'analyse typologique.

(4) Cf. Pag.83.

(5) L'inclusion du Tableau I, avec les différentes définitions mathématiques, a comme but faciliter l'interprétation de la Figure 1 et les différences possibles établies à partir de ces définitions.

Définitions et propriétés mathématiques qui peuvent être consultées aussi dans des différents manuels Mathématiques.

- ANNEXE A.T.1 -

Resumée des définitions mathématiques, liées dans les différents méthodes de l'analyse typologique (Figure 1)

TABLEAU I. - DEFINITIONS (suite)

NOTATION	DEFINITION	EXEMPLE
H : Hiérarchie de parties	Arbre H tel que 2 parties h _i , h _j sont ordonnées par la relation d'inclusion ou ont une intersection vide. $\forall h_i, h_j \in H : h_i \subset h_j$ ou $h_i \cap h_j = \emptyset$ $\forall h_i \in H : \exists h_j \in H : h_i \subset h_j$ ou $h_i \cap h_j = \emptyset$	(a,b,c,d) (a,b) (c,d) (a) (b) (c) (d)
R : Recouvrement	Ensemble R de parties C _i de 0 non disjointes et dont la réunion est 0 $\exists C_1, C_2 \in R : C_1 \cap C_2 \neq \emptyset$ $\cup_i C_i = 0$	$0 = \{a, b, c\}$ $R = \{C_1, C_2\}$ $C_1 = \{a, b\}$ $C_2 = \{b, c\}$
F : Famille de recouvrements	Ensemble F de recouvrements h ₁ , h ₂ , ... h _i ordonnés par le nombre de parties	$F = \{h_1, h_2, h_3\}$ $h_1 = \{(a, b, c)\}$ $h_2 = \{(a, c), (b, c)\}$ $h_3 = \{(a, b), (a, c), (b, c)\}$
H' : Hiérarchie de recouvrements	Ensemble H' de recouvrements h ₁ , h ₂ , ... h _i ordonné par la relation de filiation $\forall h_i, h_j \in H' : h_i \subset h_j$ $\forall h_i \in H' : \exists h_j \in H' : h_i \subset h_j$	$H' = \{h_1, h_2, h_3\}$ $h_1 = \{(a, b, c)\}$ $h_2 = \{(a, c), (b, c)\}$ $h_3 = \{(a), (b), (c)\}$
Transformation mathématique	Transformation T des primitives d ₁₃ de primitives (d ₁₃) conservant l'ordre. $\forall i, j, k, l \in 0 : d_{ij} \leq d_{kl} \Rightarrow T(d_{ij}) \leq T(d_{kl})$	

Tableau I. - Définitions

NOTATION	DEFINITION	EXEMPLE
0	Ensemble des objets à classer	$0 = \{a, b, c\}$
P(0)	Ensemble des parties de 0	$\mathcal{P}(0) = \{\emptyset, \{a\}, \{b\}, \{c\}, \{a, b\}, \{a, c\}, \{b, c\}, \{a, b, c\}\}$ $P = \{C_1, C_2\} = \{a, b\}, \{b, c\}$
P	Partition	$P = \{C_1, C_2\} = \{a, b\}, \{b, c\}$ $\cup_i C_i = 0$ $C_i \cap C_j = \emptyset$
F	Famille de partitions	$F = \{P_1, P_2, P_3, P_4\}$ $P_1 = \{a, b, c\}$ $P_2 = \{a, b\}$ $P_3 = \{a, b, c\}$ $P_4 = \{a, b, c\}$
C	Relation d'inclusion entre parties	La partie C ₁ est incluse dans la partie C ₂ si tout élément de C ₁ est aussi élément de C ₂ . $C_1 \subset C_2 \Leftrightarrow \forall x \in C_1 : x \in C_2$
C'	Relation de filiation entre partitions	La partition P est plus fine que la partition P' si toutes les parties de P sont incluses dans les parties de P'. $P \subset P' \Leftrightarrow \forall C_i \in P : \exists C_j \in P' : C_i \subset C_j$
A	Arbre	Ensemble A de parties non vides tel que tout ensemble de primitives de A soit totalement ordonné. $\forall a, b, c \in A : \{a, b\} \subset \{a, c\} \Rightarrow \{a, b, c\} \subset A$

La première grande division des méthodes de classification est faite à partir du nombre de variables utilisées dans chaque étape de la classification:

- les méthodes monothétiques: une seule variable à la fois

"Leur objectif est la recherche d'une hiérarchie de partitions, construite à partir de la matrice des données, par une suite de divisions en deux classes ne tenant compte que d'une seule variable à la fois." (6)

- les méthodes polythétiques: toutes les variables simultanément

"Ces méthodes tiennent compte de toutes les variables simultanément car l'information de base qu'elles manipulent est la matrice des proximités entre paires d'objets ou la préordonnance qui s'en déduit.

... On distingue, par ordre de contraintes décroissantes imposées aux données, cinq structures de classification:

- la recherche d'une hiérarchie de partitions
- la recherche d'une famille de partitions
- la recherche d'une hiérarchie de recouvrement
- la recherche d'une partition
- la recherche d'un recouvrement." (7)

3.1) Les méthodes hiérarchiques: La structure de hiérarchie de partitions

Nous nous sommes intéressés aux méthodes hiérarchiques, et notamment à la hiérarchie de partitions en tant que méthode polythétique, mais aussi monothétique.

"Leur objectif est la recherche d'une famille de partitions telle que les regroupements ou les divisions successives des objets forment une hiérarchie. En

(6) Cf. pag 84.

(7) Cf. pag 85.

d'autres termes, deux groupes sont emboîtés ou ont une intersection vide et tout groupe qui n'est pas réduit à un objet est la réunion de groupes d'un niveau inférieur." (8)

Le vocabulaire associé à cette méthode hiérarchique est le suivant:

- La hiérarchie H de partitions est donc, un ensemble de parties ordonnées par une relation d'inclusion.

- L'arbre représente la relation d'inclusion de la hiérarchie H.

Il est indiqué:

"A chaque partie de H correspond un nombre indiquant le niveau de dissimilarité auquel se produit chacun des regroupements successifs. Ce nombre n'est autre que la distance ultramétrique S_{ij} séparant les objets d'un même groupe." (9)

- Sommet: Chacune des parties de H.
- Sommets minimaux ou terminaux: Sommet de niveau 0, c'est-à-dire les objets eux-mêmes.
- Racine de l'arbre: le sommet de plus haut niveau, c'est-à-dire l'ensemble des objets.
- Aîné et benjamin: les sommets de niveau supérieur et inférieur respectivement, d'un sommet non terminal.
- Arbre binaire: arbre dans lequel chaque sommet non-minimal est la réunion des deux sommets de niveau inférieur.

3.2) La mesure de *classificabilité hiérarchique et les indices de proximité: l'indice de LERMAN.

(8) Cf. pag 86.

(9) Cf. pag 97.

La recherche d'une hiérarchie de partitions oblige les dissimilarités finales entre paires, à vérifier la propriété suivante:

$$\forall i, j, k \in O: S_{ij} \leq \max(S_{ik}, S_{jk}) \quad (*)$$

Cette propriété (*) associée aux autres propriétés que tout indice de distance doit vérifier, définit une distance ultramétrique. BENZECRI (1965) et d'autres ont montré l'équivalence entre distance ultramétrique et hiérarchie de partitions indiquée.

Donc, le processus de la constitution des groupes doit commencer par adapter la matrices des proximités aux contraintes de l'équation (*) (voir page précédente).

Plusieurs critères peuvent être envisagés:

"On peut, par exemple, choisir la hiérarchie qui minimise la somme des carrés des écarts entre les d_{et} et les S_{ij} . On peut également, si l'on désire utiliser un critère non-métrique, choisir la hiérarchie qui maximise le coefficient de corrélation des rangs entre les d_{et} et les S_{ij} ."

Mais, avant de commencer la classification, il reste à analyser le degré de classificabilité hiérarchique de cette matrice des proximités: c'est-à-dire "le nombre de violations des contraintes ultra métriques définies par l'équation (*)".

Ce problème, ainsi que la recherche des indices des similarités les plus adaptés à la classification hiérarchique des partitions a été abordé et résolu par LERMAN (1970) en adoptant divers indices de similarité (basés sur les lois statistiques des distributions hypergéométriques, binomiale, de Poisson).

3.3) Disponibilité de programmes informatiques

Actuellement il existe divers logiciels basés sur les différents indices, et qui donnent automatiquement la classification, donc la constitution des groupes et l'arbre de la hiérarchie résultante.

Nous avons utilisé, en 1988 CLASSIF.DON et CLASGRAS, deux adaptations de GRAS à partir des indices de similarité de LERMAN, et en 1992 le logiciel CHIC, extension du précédent par S.AG MOULOUD, qui combine diverses méthodes d'analyse des données: analyse de similarité selon LERMAN, l'analyse implicite selon GRAS, la hiérarchie implicite des classes selon GRAS et LARHER (en plus d'autres opérations sur les données et le calcul des paramètres: moyenne, écart-type et corrélation).

L'indice de similarité de LERMAN, utilisé comme base de ces programmes est le suivant:

Soient les objets "a" et "b", la similarité $S(a,b)$ entre eux est définie en fonction des présences des variables de chaque objet $n(a)$, $n(b)$, des co-présences $n(a \wedge b)$ et du nombre total de variables "n",

$$S(a,b) = \frac{n(a \wedge b) - \frac{n(a) \cdot n(b)}{n}}{\frac{\sqrt{n(a) \cdot n(b)}}{\sqrt{n}}}$$

Il faut remarquer que cette formule provient de l'idée de LERMAN ⁽¹⁰⁾ sur la similarité:

"Que des individus ayant beaucoup de réponses communes, alors qu'ils répondent SOUVENT positivement n'est pas aussi invraisemblable que lorsqu'ils répondent MOINS fréquemment positivement". (LERMAN, 1970)

Donc, "la simultanéité des 1, quand ils sont rares, est à valoriser dans les critères de similarité". ⁽¹¹⁾

(10) Idée dégagée des 4 conditions générales des indices de similarité, établies par LERMAN, et exposées précédemment. L'idée est reprise par GRAS, pour l'élaboration du logiciel.

(11) Phrase personnelle de R.GRAS synthétisant l'idée de similarité de LERMAN.

Le programme informatique, transforme ces indices de proximité en indices gaussiens (normalisés, entre 0 et 1).

4) DESCRIPTION DES GROUPES

La description des objets des différents groupes, selon leur proximité, est l'objectif de l'analyse typologique, donc l'identification et la description de ces groupes, trouvés dans l'étape précédente reste encore à faire. C'est le but de cette quatrième étape.

Mais normalement, une simple description ne suffit pas à l'utilisateur et se pose alors la question sur l'interprétation de la classification obtenue, ainsi que sur sa validité. L'interprétation sera analysée avec la description des groupes, dans cette même étape, tandis que le dernier aspect, la validité ou validation des résultats, sera abordé dans la 5ème étape.

4.1) Description et interprétation des groupes

La variation des moyens pour décrire les groupes, offre la possibilité, et aussi la convenance, de l'utilisation conjointe de tous ces différents moyens:

- les représentations graphiques: diagrammes de dispersion, les arbres hiérarchiques, la visualisation de la matrice des données, visualisation de la matrice des proximités.

- les profils des groupes: profils sur les variables actives (sous forme de tableau, ou de graphe), profil sur les variables passives ("étiquettes" ou "libellés", qui n'interviennent pas dans l'analyse, mais qui servent à identifier l'ensemble des caractéristiques du groupe représenté).

- la sélection de l'objet le plus représentatif des variables (caractéristiques, ou attributs) du groupe.

5) VALIDATION DES RESULTATS

Juger la signification de la classification obtenue, travail toujours subjectif en tant que jugement, est ici beaucoup plus difficile étant donné l'état actuel de l'analyse typologique:

"- L'analyse typologique assume que la population d'objets est hétérogène, c'est-à-dire que des groupes existent. De ce fait, tout algorithme détectera des groupes même si l'hétérogénéité des objets n'est due qu'au hasard.

- Il n'existe à l'heure actuelle ⁽¹²⁾, ni procédure d'interprétation systématique, ni tests statistiques standard de la qualité de la classification obtenue."⁽¹³⁾

Ces limites sont compensées à l'aide, de la part de l'utilisateur, des prévisions et des hypothèses sur les groupements possibles à obtenir avec cette analyse, et leur interprétation.

"Il est illusoire d'utiliser l'analyse typologique comme substitut à une réflexion préalable. Si aucune hypothèse n'a pu être faite, il sera bien difficile à l'utilisateur de conclure que les groupes détectés par l'algorithme de classification sont le reflet d'une structure existante dans les données, d'autant plus que des groupes différents et tout aussi interprétables pourraient être détectés si la classification était refaite sur un autre échantillon de la population."⁽¹⁴⁾

Les méthodes employées, dans une tentative de validation des résultats, d'après CHANDON-PINSON (1981), sont les suivantes:

(12) Il faut remarquer que cette phrase est écrite en 1981; mais nous n'avons pas, non plus, suivi les dernières informations dans ce domaine, qui pourraient relativiser et même contredire cette affirmation.

(13) Cf. pag 197.

(14) Cf. pag 197.

- "Tester l'hypothèse nulle d'absence de structure en comparant les résultats obtenus avec ceux que l'on obtiendrait si les objets provenaient effectivement d'un groupe unique et homogène.

- Mesurer le degré de distorsion introduit dans les données initiales par la classification retenue.

- Tester la validité convergente entre les diverses classifications: la classification préalable résultant d'un schéma théorique, de travaux antérieurs, du traitement de données comparables, ou bien même de l'application d'un autre algorithme aux mêmes données."

1.2. L'ANALYSE TYPOLOGIQUE: UN OUTIL POUR LA RECHERCHE

1.2.1 L'UTILISATION DE L'ANALYSE TYPOLOGIQUE, DANS LES SITUATIONS DIDACTIQUES: PRECISIONS, LIMITES

L'ensemble des situations didactiques propose de faire fonctionner, au niveau de l'action, les trois premières étapes de l'analyse typologique: collecte des données, mesure des proximités et constitution des groupes.

1.2.1.1 Les étapes visées

Dans le Jeu de Coalition, une introduction à l'identification des groupes et à la recherche des profils, est aussi envisagée: son fonctionnement au niveau de l'action et avec un caractère tout à fait formel, indépendamment du caractère des groupes obtenus.

Il n'y a pas de collecte des données, dans ce Jeu, les données existent déjà au départ de la situation.

Dans le Jeu de Classification des feuilles, les étapes 4ème et 5ème, - représentation, interprétation et validation des classifications obtenues-, sont proposées aux enfants pour leur reconnaissance: à partir de la comparaison de plusieurs types de classifications, celles que les enfants trouveront, et deux classifications botaniques différentes, l'analyse

des différentes représentations et leur interprétations sont attendues, et un début de validation peut être aussi éventuellement envisagé.

Ce Jeu, comporte aussi, les trois premières étapes.

La situation fondamentale, le Jeu du Voyage, situation initiale aussi bien pour le Jeu du Voyage, que pour celui de la Classification des feuilles, est basée principalement sur les trois premières étapes, les deux dernières sont seulement prévues en tant que fonctionnement interne dans le propre groupe-classe, et pour garder le sens de la situation: représenter les groupes par la personne qui les a proposés, ou accepter (valider?) certains groupements pour continuer le jeu.

Mais ces moments ne peuvent pas être identifiés avec le vrai fonctionnement de ces étapes dans l'analyse typologique: ils pourraient être leur caricature.

1.2.1.2 Les données, les indices de proximité, les groupes, les classifications

Dans toutes les situations le tableau des données sera une matrice logique, avec les éléments suivants:

i) les sujets

- des individus: les élèves eux-mêmes, dans le Jeu de Voyage, des élèves fictifs dans le Jeu de Coalition, les Schtroumpfs dans le questionnaire SCHTROUMPHS.

- des objets: les feuilles des diverses plantes, dans le Jeu de Classification des feuilles

ii) les variables: binaires (présence-absence)

- des questions sur les goûts: des élèves pour partir en voyage (Jeu du Voyage), des Schtroumpfs sur le cinéma (Questionnaire).

- des lettres, désignant des questions inconnues, dans le Jeu de coalition.

- des critères observés dans les plantes (Jeu de Cl. de feuilles).

iii) les éléments eux-mêmes de la matrice

- les codes binaires 1 (présence de la variable), et 0 (absence de la variable).

Les variables et les données de la matrice sont cherchées par les élèves dans les Jeux, du Voyage et de la Classification de feuilles, dans les deux autres situations, Jeu de coalition et Questionnaire SCHTROUMPHS, le tableau booléen (individus, variables et matrice logique des données) est donné aux élèves.

Les indices de proximité.

Les élèves ne vont arriver à utiliser aucun indice de distance comme tel: ils font fonctionner les différents éléments qui sont présents dans les diverses formules qui expriment les indices de proximité définis sur des matrices logiques ⁽¹⁵⁾:

- le nombre d'attributs d'un sujet "x": $|X|$
- le nombre de sujets qui vérifie la variable "v": fréquence de la variable
- le nombre total d'attributs (des variables): T
- les co-présences des deux sujets "x" et "y" (coïncidences des présences sur les mêmes variables, chez les sujets "x" et "y": P
- les co-absences des deux sujets "x" et "y" (coïncidences des absences sur les mêmes variables, chez les sujets "x" et "y" : A
- les non-coïncidences: N

Le fonctionnement de l'utilisation de la proximité, prévu a priori, peut être résolu dans les situations à partir des co-présences, des co-absences, et des non-coïncidences. En prenant en compte ces éléments et le nombre total des variables les indices de proximité plus proches, seraient les suivants:

(15) Voir Tableau VII de CHANDON-PINSON, (1981), reproduit dans le paragraphe 1.1.4. (dans les indices de proximité).

$$\begin{array}{l} \text{Indice de RUSSEL et RAO: } \frac{P}{T} \\ \text{Indice de SOKAL et MICHENER: } \frac{P+A}{T} \end{array} \quad \begin{array}{l} \vdots \\ \text{Sur le TOTAL} \\ \text{d'attributs} \\ \vdots \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Indice de KULCZYNSKI: } \frac{P}{N} \\ \text{Indice: } \frac{P+A}{N} \end{array} \quad \begin{array}{l} \vdots \\ \text{Sur les} \\ \text{NON-COINC} \\ \vdots \end{array}$$

$$\text{Indice de JACARD: } \frac{P}{P+N} \quad \begin{array}{l} \vdots \\ \text{Sans CO-ABSENCES} \\ \text{Même pondération coïncid.} \\ \text{et non-coïncidences} \\ \vdots \end{array}$$

Les groupes et les classifications

La recherche des groupes, est limitée à:

- l'identification des sujets, qui vérifient simultanément un certain groupe de variables choisies (4 ou 5 variables, pas plus): dans les Jeux du Voyage, et de la Classification de feuilles.
- la coalition (union) de groupes homogènes des sujets, par rapport à un groupe de variables données, en suivant des normes précises: recherche du groupe plus nombreux, avec maximum de deux non-coïncidences entre ses éléments; recherche des deux groupes les plus équitables possible, avec la même condition de coalition: un maximum de deux non-coïncidences entre ses éléments. Dans le Jeu de coalition.

Des classifications complètes, ne seront travaillées que dans le Jeu de Classification des feuilles, avec:

- i) La recherche progressive de la hiérarchie des partitions générée à partir de trois ou quatre critères
 - des partitions consécutives à partir des deux classes complémentaires définies par chaque critère
 - la recherche initiale de deux classes complémentaires établies chez les sujets, à partir de

quatre caractéristiques choisies (les sujets avec co-présences dans ces quatre attributs et le reste).

- la représentation avec l'arbre hiérarchique, des hiérarchies obtenues et des niveaux d'agrégation des caractéristiques

ii) L'identification et l'interprétation des deux classifications botaniques déjà faites: reconnaissance et comparaison des classes, et des classifications résultantes.

1.2.2 PERTINENCE DE L'OUTIL

1.2.2.1 Un champ commun de représentation pour les différents types de RAISONNEMENTS

Comme la logique mathématique et le calcul des probabilités, l'analyse de données essaye de modéliser - c'est-à-dire de représenter en les simplifiant et en les rationalisant -, nos méthodes de pensée spontanées, personnelles ou collectives.

C'est pourquoi nous voyons intervenir, ces théories en même temps, concurrentes et complémentaires, dans les activités qu'engagent le jugement des élèves. Il existe un moment de la scolarité obligatoire où il faut les considérer ensemble, avant et après leur étude séparée éventuelle.

Mais la théorisation directe des procédés de la pensée naturelle, montre à quel point ces modèles sont grossiers, pour représenter l'activité individuelle des enfants ou des adultes. Nous avons fait l'hypothèse, que cet écart joue un rôle très important dans l'enseignement des Mathématiques.

Il faut s'arrêter un instant sur cette question. Observons comment UNE théorie de la Pensée naturelle (de H. WERMUS) modélise une activité "simple" comme la reconnaissance d'un objet concret et la capacité de raisonner sur ses caractéristiques. Ce qu'elle en déduit pour la genèse de la pensée logique intéresse au plus haut point la didactique.

1.2.2.1.1 Logique et Pensée naturelle ⁽¹⁶⁾

A) Composantes contextuelles: la reconnaissance d'un rectangle.

Les enfants peuvent reconnaître un objet lorsque certaines conditions sont réunies, même si nous ne sommes pas conscients de ces conditions. Si elles ne sont pas réunies l'objet n'est pas reconnu ou il est classé autrement.

Par exemple, un enfant ne classera pas comme "rectangle" les formes dessinées qui ne présenteront pas tous les caractères suivants ⁽¹⁷⁾:

- deux conditions sur la forme:
 - 1ère FR: la figure doit être suffisamment proche d'un rectangle mathématique
 - 2ème FNC: la figure n'est pas un carré
- condition de disposition, Disp.: la figure est disposée "sur la base" par rapport à la feuille
- condition de proportion, prop.: le rapport longueur/largeur n'est pas très grand
- condition de taille, T: la figure n'est ni minuscule, ni très grande.

Par contre il peut reconnaître un rectangle quand toutes ces composantes contextuelles prennent une valeur convenable pour l'objet "x".

B) Prédicats amalgamés

Si nous présentons un carré posé sur la pointe, il le reconnaîtra comme "un losange", et il ne sera pas capable de dire pourquoi il pense que ce n'est pas un rectangle. Les composantes contextuelles (FR, FNC, Disp, Prop, T...) agissent ensemble mais ne peuvent

(16) Les termes et les concepts théoriques sur la Pensée Naturelle, sont empruntés à WERMUS (Voir Bibliographie)

(17) Exemple emprunté à WERMUS (1975), dans l'article "Essai de représentation de certaines activités cognitives à l'aide des prédicats avec composantes contextuelles".

être traitées consciemment (en particulier niées) séparément par l'enfant. Elles forment un prédicat amalgamé (P.A.).

Pour un adulte le prédicat (FR, FNC, Disp, Prop, T...) est analysable, c'est à dire décomposable en "x est un rectangle et carré (ou non), et disposé sur la pointe (ou sur la base) et très allongé (ou peu), et de telle taille", parce que chacun de ces prédicats lui est connu et que la conjonction "et" peut conserver un sens à la phrase, quelles que soient les valeurs attribuées aux prédicats.

C) Evolution des prédicats

Pour arriver à cette aptitude, l'enfant devra progressivement détacher les composantes contextuelles et les transformer en prédicats.

C'est une opération complexe qui comprend plusieurs étapes, et qui implique à la fois la transformation des prédicats (sémantique) et la capacité de les connecter logiquement (syntaxes).

Par exemple l'enfant pourra faire une centration sur la composante "Prop", elle se manifestera par la capacité de distinguer que certains rectangles sont plus allongés que d'autres (indépendamment de leurs dimensions), et en surmontant les difficultés que l'on imagine. Puis une décentration lui permettra de considérer l'allongement comme une propriété "indépendante" qui peut être "appliquée" au rectangle ou à autre chose, par un connecteur logique quelconque. Exemple: "x est rectangle implique que x est allongé", ou "x est un crayon et x est allongé".

D) Evolution des foncteurs logiques

Les foncteurs aussi évoluent. Demandons à des enfants de dire si tel dessin est un rectangle rouge. Il s'agit ici d'une conjonction implicite de prédicats (x est un rectangle) et (x est rouge).

A un certain âge les élèves répondent selon la table ci contre:

R	r	2
1	1	1
1	0	0
0	1	*
0	0	*

2: préfoncteur
Conjonction

*: Absence réponse

Conjonction partielle
Protologique Naturelle, degré 2

C'est-à-dire "oui" si l'objet présenté est un rectangle rouge, "non" si c'est un rectangle bleu ou blanc. Mais si on leur présente un rond rouge ils hésitent et si on leur présente un objet assez différent, une clef à molette par exemple, ils ne comprennent même pas la question.

Ils ne disposent que d'un préfoncteur, qui ne produit pas de valeur dans certaines circonstances. En particulier si deux prédicats amalgamés contiennent des composantes contextuelles contradictoires, certains préfoncteurs bloquent la création de sens.

Le développement de la pensée logique implique une évolution des préfoncteurs vers les foncteurs logiques. Mais il existera toujours un grand nombre de procédés, non strictement logiques, de traitement des prédicats, ainsi qu'un contexte qui échappera au traitement purement logique.

En fait, le développement de la syntaxe ne sera jamais indépendant de celui de la sémantique.

Décanter un prédicat c'est le livrer au traitement logique formel indépendant, donc changer la syntaxe qui opère sur lui, pourtant c'est modifier le champ des composantes qui les déterminent (ou leurs relations). Un même sujet a des champs où il peut exercer selon la logique formelle et d'autres sur lesquels il ne peut raisonner que de façon assez primitive.

1.2.2.1.2 L'analyse typologique: analyse des données, logique formelle et pensée naturelle

Le choix de l'analyse typologique, répond à la nécessité déjà exprimée, de réunir ces trois types d'activités qui engagent le jugement des élèves (l'analyse des données, les activités logiques aussi bien dans l'aspect formel que dans son fonctionnement naturel), dans une même situation, avec un même outil de traitement pour ces diverses modalités de raisonnement.

La classification hiérarchique des partitions, support de l'analyse typologique, nous offre une connaissance mathématique de référence pour nos situations, très riche du point de vue de la théorie des ensembles et de la logique formelle (les partitions, les relations d'inclusion, et de finesse, la hiérarchie, l'arbre; l'attribution des critères, les différentes opérations logiques: la négation, la conjonction, la disjonction, la conditionnelle et l'implication, la biconditionnelle et l'équivalence).

La classification, en tant que méthode de connaissance personnelle et collective, donne un sens global aux situations, qui dépasse le simple fonctionnement du traitement des données.

Elle fait fonctionner à la fois, la reconnaissance des attributs, des critères, travail fondamental de la pensée naturelle (avec la centration et la décentration des prédicats amalgamés), très différent du travail logique et scientifique et les foncteurs logiques que nous venons de citer (avec son fonctionnement propre dans la pensée naturelle).

L'analyse du fonctionnement du Questionnaire SCHTROUMPHS explique la possibilité d'utilisation du tableau des données, pour travailler des opérations de logique formelle, telles que la généralisation, l'implication, la négation, l'attribution d'une variable à un sujet, la conjonction, etc.

L'analyse a priori de certaines questions montrait comment la pensée naturelle de l'enfant était "solicitée" directement par celles-ci, et comment l'analyse a posteriori du Questionnaire et sa correction collective, nous a permis aussi d'observer le fonctionnement de certaines opérations protologiques (le préfoncteur partiel de l'implication, etc.), et des jugements "naturels", différents de l'attribution d'une valeur de vérité dans la logique formelle.

Nous avons décrit aussi le travail sur la proximité et les distances et des exemples des classifications possibles des sujets, à partir de l'agrégation de plusieurs attributs.

Dans ce même chapitre, nous avons expliqué le caractère du Questionnaire SCHTROUMPHS, en tant que pré-expérimentation de la situation fondamentale des situations didactiques. Ceci nous permet d'élargir l'analyse faite du fonctionnement de la logique naturelle, la logique formelle et l'agrégation des données dans le Questionnaire, sur l'ensemble des situations didactiques.

Auparavant, dans le paragraphe sur l'étude mathématique de l'analyse typologique et de l'utilisation faite dans nos situations, nous avons aussi avancé le travail de traitement de données que nous allons demander aux enfants dans les différentes situations didactiques, ainsi que le travail formel sur la classification.

Il nous reste à ajouter que le travail de recherche des variables, les caractéristiques, prévu pour les Jeux du Voyage et de la Classification des feuilles, (et non considéré dans le Questionnaire SCHTROUMPHS) va être le moment privilégié pour "recevoir" la pensée naturelle des enfants.

Les prédicats amalgamés, la pertinence ou non d'un critère, etc. sont principalement visés ainsi que l'objectivation de cette pensée, avec un possible

travail sur la syntaxe et la sémantique, qui pourrait amener à des centrations ou décentrations des caractéristiques, à un langage et un traitement communs dans le tableau des données.

1.2.2.2 L'outil: Une possibilité de changement de contrat?

L'objectif de notre ingénierie:

- "faire une place" à la pensée naturelle dans la relation didactique, permettre au maître de la "recevoir" sans être obligé toujours de la reconvertir, de l'identifier à la logique ou aux mathématiques, mais en gardant la possibilité de le faire si c'est intéressant; et pouvoir, lui aussi, l'utiliser sans craindre qu'elle soit installée ou renforcée par imitation chez les élèves...

- la pensée naturelle et la pensée logique n'étant pas un objet d'enseignement ni l'objet d'un travail direct.

L'analyse typologique, et le travail sur la classification, permet ce double jeu:

- la classification n'est pas une connaissance mathématique à institutionnaliser: c'est l'initiation à une méthode générale d'activité classificatoire et l'étude d'un type de classification concrète, la classification botanique, sur la reproduction.

- les opérations logiques en jeu ne sont pas, non plus, à institutionnaliser.

Mais la possibilité de fonctionner sur des tables avec des valeurs contingentes (les données) et non pas sur le fonctionnement sémantique ou syntaxique des connecteurs, permet de traiter ces opérations en tant que véritables foncteurs logiques (avec tous les cas possibles).

Le travail d'émergence ⁽¹⁸⁾ des valeurs inconnues, "occultes", des préfoncteurs partiels, est favorisé par la présence de cette table de contingence qui fait prendre en compte tous les cas possibles de combinaisons de juste/faux, dans les opérations à réaliser: conjonction, négation, implication...

Le travail de centration et décentration des composantes contextuelles proposées par les enfants en tant que variables, et sa conversion en prédicats peut être provoqué par le maître, en fonction des exigences de la situation (recherche des questions qui peuvent être répondues par oui-non). La présence de prédicats amalgamés, dans les propositions des enfants peut être négocié assez facilement, en facilitant la centration et la décentration publique de ces composantes.

Ceci ne veut pas dire qu'au niveau personnel des élèves, ce travail soit acquis: c'est la négociation de sa difficulté qui est l'objectif de la situation, et non pas la maîtrise individuelle de celle-ci (bien que nous prétendions y contribuer aussi).

1.2.3 FONCTIONNEMENT DE L'OUTIL

Si l'analyse typologique n'est pas à institutionnaliser, ni la méthode générale de classification non plus, alors quel statut donnons nous à l'outil proposé? Quel va être le fonctionnement prévu pour l'analyse classificatoire, dans nos situations?

Au niveau concret nous avons déjà expliqué nos exigences, dans chaque situation proposée, sur l'analyse des données et sur le fonctionnement du tableau, mais si ce fonctionnement ne doit pas être institutionnalisé, quel est son rôle dans l'enseignement proposé?

(18) "L'opération E d'émergences peut aussi transformer une occultation par (*) en une valeur déterminée." (WERMUS, 1978)

Notre hypothèse de départ, fondée sur l'analyse didactique que nous avons faite du fonctionnement possible de l'agrégation des données, consiste à conférer à cet outil un double caractère:

- Pour les élèves: le tableau aura un caractère métaphorique ⁽¹⁹⁾.

Nous avons utilisé la désignation "métaphorique", en débordant légèrement de son cadre de référence habituel, le langage, pour élargir son sens en tant que "procédé qui consiste dans un transfert de sens (terme concret dans un contexte abstrait) par substitution analogique".

C'est-à-dire, le tableau (et le reste du travail des situations d'agrégation) sera pour les élèves le terme concret, qui donnera un sens à l'agrégation des données, dans les contextes abstraits où elle puisse apparaître en tant que méthode générale de classification, dans un procédé de substitution analogique.

- Pour le maître: l'agrégation des données est un outil de négociation didactique des raisonnements naturels des enfants.

Dans les situations didactiques proposées il va pouvoir "recevoir" cette pensée naturelle, avec les limites que nous avons déjà décrites, et la "négocier" (si c'est nécessaire).

Mais à partir de ces leçons, le caractère métaphorique que nous avons attribué au tableau vis-à-vis des élèves, l'est aussi pour le maître, et il devient un moyen possible de négociation permanent avec les élèves:

- du travail logique lié à la classification et à la classification seule,

(19) "Métaphorique: Qui tient de la métaphore". "Métaphore: Procédé du langage qui consiste dans un transfert de sens (terme concret dans un contexte abstrait) par substitution analogique". Petit Robert 1979

- et des divers aspects civiques-sociaux de prise de décision collective, de jugements, etc.

1.3 L'ORIGINALITE DE L'OUTIL PROPOSE

1.3.1 LES TABLEAUX ET LE TRAITEMENT DE L'INFORMATION

L'analyse que nous venons de faire sur le fonctionnement prévu pour le tableau, dans nos situations didactiques, annonce déjà quelle est son originalité par rapport à l'utilisation habituelle des tableaux dans l'enseignement en tant que simple présentation de l'information.

La réforme de l'enseignement des Mathématiques basée sur les Math. Modernes, propose l'introduction systématique des méthodes de représentation visuelle des connaissances mathématiques: l'utilisation des tables et des tableaux au même titre que les graphiques et les diagrammes. C'est la recherche de cadres de présentation différents pour une même information, afin de diversifier les approches à celle-ci. Ce qui apparemment était la garantie de la réussite, compte tenu de la conceptualisation théorique du moment, dont Diènes dans "les six étapes de l'apprentissage d'un concept mathématique" qu'il a proposées sont un exemple.

Cette utilisation des tableaux, parfois mécanique et "obligée" par les textes d'enseignement, mais aussi bien maîtrisée et gérée pendant cette époque-là par les maîtres, ne semble pas avoir laissé de traces très profondes dans l'enseignement des Mathématiques: aujourd'hui les tables ne sont pas un outil étranger aux maîtres, mais leur utilisation reste limitée à la présentation d'une information souvent présentée sur une autre forme. Les tableaux à double entrée sont moins utilisés, et les tableaux booléens sont très rares à l'école primaire.

1.3.2 La graphique à l'école

L'utilisation des méthodes graphiques, et particulièrement de la graphique moderne dans ses formes matricielles de traitement de l'information, a été déjà expérimentée à partir de 1976 dans des classes primaires de la région parisienne, par R. GIMENO.

BERTIN ⁽²⁰⁾, dans l'introduction du livre qui présente cette expérimentation, "Apprendre à l'école par la graphique" (GIMENO 1980), décrit la nouveauté que ce traitement de l'information (à partir de la graphique) dans l'enseignement, par rapport aux autres méthodes visuelles:

"L'image est depuis longtemps un auxiliaire précieux de l'enseignement. Une méthode pédagogique fondée sur l'image n'est donc pas une nouveauté. Et pourtant les méthodes graphiques que nous apporte Roberto Gimeno constituent une profonde et fondamentale nouveauté dans l'enseignement. En effet, la graphique n'est pas "l'image". Ce n'est pas l'image-icône: photo, schéma, ou même diagramme, construite une fois pour toutes et fixée définitivement sur le papier. Ce n'est pas non plus l'image animée cinématographique.

Et il donne une première caractérisation de l'utilisation de la graphique dans l'enseignement (c'est lui qui souligne):

La graphique est l'instrument de travail qui utilise toutes les propriétés de la perception visuelle. C'est un instrument que l'on construit soi-même, que l'on peut compléter ou réduire, que l'on peut transformer et reclasser. La graphique est la forme visuelle de la réflexion logique." (BERTIN, 1980)

Donc on voit bien, avec les soulignés faits par l'auteur, la coïncidence de l'utilisation du traitement

(20) J. BERTIN est auteur des plusieurs travaux sur la graphique et le traitement de l'information. Voir Bibliographie.

graphique de l'information avec nos situations: en tant qu'instrument.

Les rapports logique-graphique de l'instrument sont aussi mis en évidence: c'est la forme visuelle de la réflexion logique:

"Mais ne s'agit-il pas d'une logique simpliste, de celle qui se borne à rassembler tous les éléments "rouges", ou tous les éléments "ronds"? C'est ici que la graphique moderne apporte sa spécificité et sa puissance....

...Pour quelle raison l'écran conversationnel graphique devient-il le terminal fondamental de l'ordinateur? Mais simplement parce que pour décider il faut "voir". Et la graphique moderne, particulièrement dans ses formes matricielles, est justement la manière d'utiliser les propriétés de la perception visuelle dans leur totalité. Les dimensions des problèmes ne changent pas les principes fondamentaux de la logique! Le travail d'imagination, de construction, de reclassement et d'interprétation d'un tableau de 10 caractères appliqués à 10 objets, travail facile pour les enfants (et qui les passionne) est de même nature logique qu'un travail de recherche pétrolière par exemple, qui pose des problèmes de 1000 x 1000."

La synthèse des objectifs généraux visés par le travail du GIMENO se présente ainsi:

- se servir d'une méthode scientifique de recherche (le traitement de l'information) dans l'enseignement
- proposer un moyen pédagogique "actif" aux enseignants
- préparer les enfants aux méthodes scientifiques: à "affronter les vicissitudes de la vie moderne"

Ils sont exprimés dans ces deux paragraphes de l'auteur, et de BERTIN:

"La graphique est une méthode de traitement de l'information utilisée depuis quelques années dans le domaine de la recherche scientifique. Elle peut être aussi utilisée à l'école élémentaire où elle apporte de

nouveaux moyens pédagogiques qui introduisent dans la classe des démarches "actives" et constituent des solutions au problème de l'approche des activités d'éveil par les enseignants." (BERTIN, 1980)

Dans le paragraphe suivant, c'est moi qui souligne.

"Par conséquent l'enfant qui résout son problème de 10×10 ne découvre pas seulement les connaissances exigées par "le programme". Il apprend en même temps à définir un problème, à analyser les multiples observations qui précèdent toute décision et à les interpréter. Mais de plus il découvre la liberté... et ses limites. Il découvre le "oui, mais...", la relativité du savoir et la nécessité des contraintes. N'est-ce pas l'une des meilleurs préparations pour affronter les vicissitudes de la vie moderne?". (BERTIN, 1980)

Nous voyons donc, que l'utilisation du traitement graphique de l'information, dans l'enseignement a été déjà expérimenté (avec succès, d'après les résultats présentés par GIMENO), et que la coïncidence des projets entre ce travail et nos situations sont notables.

Nous voudrions signaler cependant quelques précisions, et même des différences de notre proposition par rapport au travail de GIMENO.

1) GIMENO dans son livre affirme que après l'expérience réalisée (et plus concrètement après la phase qu'il appelle l'appropriation de la découverte) les enfants proposent l'utilisation du tableau à double entrée comme solution immédiate face à tout problème de relations.

"L'appropriation de la découverte. Il nous semble important de souligner un fait qui confirme encore une fois un principe de base de la pédagogie active. Le tableau à double entrée, proposé aux enfants en mathématiques modernes depuis le cours préparatoire ne

semble pas leur être utile pour résoudre des problèmes nouveaux. En effet, nous pouvons supposer que les enfants ne s'approprient pas ce nouvel outil étant donné qu'ils ne réagissent jamais en le proposant en premier comme la solution la plus efficace pour représenter des relations du même ordre que celles qui ont amené l'instituteur à l'enseigner en mathématiques modernes. Après la démarche qui a provoqué sa découverte, le tableau à double entrée a constitué la réponse immédiate des enfants devant tout problème de relations tout au long de l'année. Cela nous permet d'affirmer que cette appropriation n'a eu lieu qu'à partir d'une découverte dans une situation vécue".⁽²¹⁾

Dans notre expérimentation (ORUS, 1985/86) nous avons obtenu aussi ces mêmes résultats, présentés par GIMENO.

Pourtant dans notre situation, le tableau a été proposé par le maître, comme solution au traitement de l'information et non pas découvert par les élèves avec un processus de recherche de la meilleure méthode pour régler ce problème. C'est vrai que dans les diverses expérimentations réalisées il y a presque toujours eu un enfant qui proposait cette méthode, à la suite de la demande intentionnelle du maître: "Comment pouvons nous rassembler ou représenter ensemble, toute l'information obtenue?". Si cette intervention "fortuite" d'un élève ne se produisait pas, (c'est prévu ainsi dans les fiches didactiques), le maître propose directement de faire le tableau.

Malgré l'introduction, on dirait "imposée" (tout au moins "induite") du tableau, après les séances didactiques sur la classification à l'aide d'un tableau, les enfants demandaient pendant toute l'année, l'utilisation du tableau comme solution immédiate devant tous les problèmes qui relèvent d'une situation

(21) (GIMENO, 1980 pag.43)

possible de classification, comme les maîtres collaborateurs de l'expérimentation ont pu le constater. (Bilan CM2 Ecole J. MICHELET 1985/1986).

Ce qui nous permet d'affirmer que l'investissement des élèves sur l'utilisation du tableau, après notre expérience, est aussi fort que celui des enfants qui ont suivi l'expérience de GIMENO et cela, sans faire le travail préalable qu'il considère indispensable et qu'il appelle "redécouverte du tableau".

Donc nous considérons⁽²²⁾, que notre décision didactique de faire donner aux maîtres le tableau aux élèves, comme un moyen de représentation des données, sans faire sa découverte, reste solidement fondée sur les faits suivants:

- le tableau n'est pas étranger aux élèves, ils ont quelques connaissances à ce sujet (que nous analyserons un peu plus tard, au paragraphe suivant)

- le degré d'investissement du tableau atteint par les élèves sans faire un travail préalable, est le même que GIMENO reconnaît chez les élèves qui ont suivi ce type de travail

En conséquence, l'économie de temps que cette décision suppose, sans changer apparemment les résultats, ne peut pas être négligée dans notre choix des variables didactiques des situations envisagées.

2) D'autre part, l'affirmation faite par GIMENO, dans ce même paragraphe, que "l'utilisation du tableau à double entrée, introduit par les Mathématiques modernes, ne semble pas être utile pour résoudre des problèmes nouveaux", nous la prenons comme une constatation sur les limites des effets présumés

(22) Nous ne faisons pas de valorisation du discours sur la pédagogie active qui amène GIMENO à survaloriser l'importance de cette phase de découverte du tableau par les élèves, nous avons voulu simplement présenter la constatation des faits qui nous semblent contredire cette importance.

par la réforme des Mathématiques modernes et leurs ambitions de généralisation des contenus. Notamment sur les limites de l'utilisation de certains outils de travail pour les enfants comme par exemple, le tableau à double entrée.

Les résultats de la recherche réalisée (pendant la pré-expérimentation) me permettent de préciser un peu plus cette affirmation, en signalant que le tableau, introduit principalement par les Mathématiques Modernes, reste encore aujourd'hui présent dans les classes. Les maîtres l'utilisent souvent comme une représentation de certaines informations, mais presque jamais, comme un véritable outil de recherche pour résoudre des nouveaux problèmes.

Cette situation a produit chez les enfants une certaine manière de manipuler le tableau, qu'on pourrait appeler "technique", c'est-à-dire qu'ils savent faire la lecture d'une ligne ou d'une colonne et repérer une case. Mais ils rencontrent des difficultés quand ils doivent interpréter les données contenues dans le tableau, dans son ensemble, ou en partie (un certain nombre de lignes ou de colonnes, ou une sous-matrice), et presque jamais, dans les situations très spéciales (peut être, très induites), les enfants proposent eux-mêmes le tableau comme moyen de représentation des données et moins encore comme un outil de recherche, de solution aux problèmes posés. (ORUS, 1986).

3) L'utilisation du tableau booléen utilisé dans nos situations, au lieu du tableau graphique (avec des cases "noires" et "blanches" pour représenter la présence ou l'absence des attributs) de représentation des données, adopté par GIMENO, est aussi une variable didactique que nous considérons très spécifique du type de travail logique visé dans les situations.

Tandis que la représentation graphique renforce "visuellement" la présence des caractères (le noir),

par rapport à l'absence, nous cherchions précisément à renforcer l'absence de l'attribut en tant que nouveau caractère, qui puisse déterminer les classifications aussi fortement que les caractères positifs.

D'après les travaux de Piaget et de ses collaborateurs, le primat du positif dans toutes les opérations logiques est une caractéristique très marquée de la pensée enfantine, donc il ne nous semble pas adéquat de contribuer à renforcer ce primat, en soulignant la présence des attributs, telle qu'elle est faite dans le travail de GIMENO.

En fait, quand GIMENO décrit les opérations logiques à réaliser sur le tableau⁽²²⁾, il explicite toutes les opérations logiques (que nous avons aussi annoncées): la conjonction, la disjonction, l'implication, l'exclusion réciproque; mais il ne signale pas la négation et toutes les opérations décrites ne fonctionnent, dans tous les exemples donnés, que sur des propositions affirmatives.

Par contre, nous pensons que c'est sur la négation, sur les réponses négatives (et non sur l'absence) qu'il faut travailler pour pouvoir équilibrer ce primat, et contribuer à la construction de la négation.

Nous pensons que la codification 1-0, qui coïncide aussi avec la codification de l'analyse typologique, est une contribution qui va dans ce sens⁽²³⁾. Ainsi, nous avons fait l'hypothèse que quand les élèves explicitent "0 ça veut dire non" ou "A il n'aime pas Q7", "il a répondu non à Q7", etc, ce n'est pas seulement l'absence de l'attribut qu'ils remarquent, mais ils perçoivent aussi la négation, une

(22*) Pag 107-109 Cf. (GIMENO, 1980)

(23) Nous pensons que le 0, a aussi pour les enfants certaines connotations sur l'absence ("quand il n'y a rien c'est zéro!", etc.), mais c'est plutôt l'assimilation du zéro à une attitude négative qui nous intéresse.

certaine propriété différente: une réponse négative (non une absence).

Nous proposons ici des opérations logiques aussi bien avec des propositions affirmatives que négatives, et l'agrégation proposée comporte des attributs positifs et négatifs.

L'observation des leçons illustrera cette hypothèse, que nous avons commencé déjà à vérifier dans notre expérimentation.

1.3.3 Les logiciels à l'école primaire: MATRIX, DICO-LOGO, SINO-DICO⁽²⁴⁾

Le didacticiel MATRIX permet:

- La représentation graphique d'un tableau à double entrée: sujets numérotés, attributs codés avec des lettres majuscules qui représentent les attributs rentrés, et les données constituent la représentation graphique (telle qu'elle est utilisée par GIMENO) de la présence/absence des caractères sur les sujets.

- Des remaniements divers de la matrice originale: diagonalisation, rapprochement automatique de lignes et colonnes (en fonction de la proximité des sujets et des attributs), rapprochement par colonnes (par ordre croissant sur le nombre de critères positifs, rapprochements manuels par lignes (par ordre croissant sur les sujets d'après ce qui précède).

MATRIX ne fait pas la représentation de l'arbre de la classification.

Ce logiciel est l'automatisation du travail proposé par GIMENO, dès que la découverte du tableau a été faite, et que les critères ont été introduits dans l'ordinateur. Donc, la critique est la même: renforcement du primat du positif, et remarque aussi d'une limitation possible: que le travail de recherche des critères soit négligé par le maître, car c'est lui

(24) Didacticiels de la valise "Informatique pour tous", du Ministère de l'Éducation Nationale (1985).

Une première lecture des deux tableaux, à l'oeil nu, nous apporte les informations suivantes:

-relativement au critère "feuilles longues": pour toutes les feuilles observées les réponses sont négatives - absence du critère sur toutes les plantes

-relativement au critère "porter des bourgeons": sauf pour l'objet n° 23, tous les autres objets ont des réponses affirmatives - présence du critère sur tous les objets sauf pour l'objet n° 23.

Ces deux informations sont facilement repérables dans les deux tableaux de données.

La recherche des critères les plus, ou les moins fréquents est plus rapide dans le tableau MATRIX que dans l'autre: ils sont plus visibles, plus évidents. Tandis que dans le tableau de l'expérimentation, il faut un travail sur la matrice: le calcul des marges des attributs par sujet ou des sujets par question, c'est-à-dire le nombre de réponses affirmatives (ou négatives) par question, ou par sujet.

L'hypothèse sous-jacente est la suivante: ce travail de manipulation de la matrice (assez semblable à celui de l'analyse typologique, transformation des tableaux des données en tableaux de fréquences, par exemple), peut permettre d'obtenir des informations plus nuancées, plus précises, que la simple évidence et aussi la reconnaissance des réponses négatives, les "non"-critères, etc.

La diagonalisation de la matrice, sur MATRIX, offre une réorganisation des données en fonction de la taille des fréquences: les caractères sont "ordonnés" des moins fréquents (en haut du tableau), aux plus fréquents (en bas du tableau).

Tableau MATRIX-DIAG.CM2B.

Le rapprochement automatique des lignes et colonnes semblables, offre l'image la plus compacte de présence des caractères, non pas en fonction des coïncidences (co-présences + co-absences), mais seulement des co-présences. Même si cette classification produit aussi à la fois (par complémentarité) le rapprochement en fonction des co-absences, elle n'est pas l'image qui est mise en évidence graphiquement.

Tableau MATRIX-PROX. CM2B.
Rapprochement automatique, lignes et colonnes

Le rapprochement par colonnes, est fait par ordre croissant sur le nombre de critères positifs par objet: l'image plus compacte (apparemment les objets les plus proches) souligne les objets qui ont plus de co-présences, que ceux qui ont plus de co-absences. (Tableau MATRIX-COL.CM2B)

Tableau MATRIX-COL.CM2B
Rapprochement optionnel, des colonnes (les objets)

Le rapprochement par lignes est fait aussi par ordre croissant du nombre de présences, dans ce cas sur chaque variable. (Tableau MATRIX-LIG.CM2B)

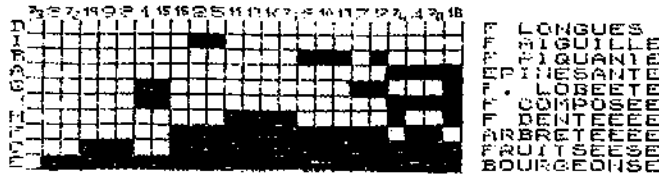
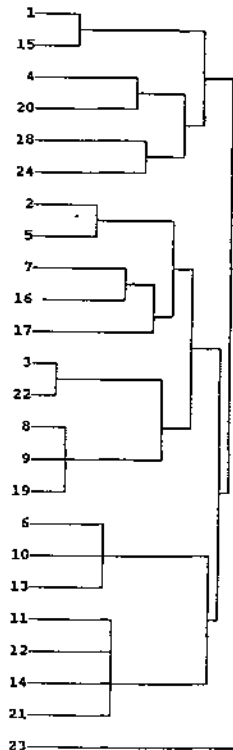


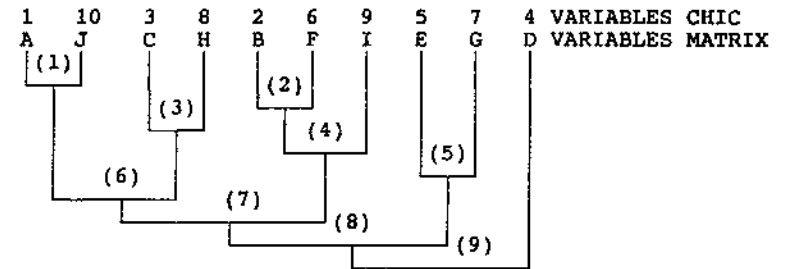
Tableau MATRIX-LIG.CM2B
Rapprochement optimal des lignes (critères)

Si nous observons l'arbre de classification établi par le logiciel CLASGRAS, en prenant en compte l'indice de proximité de LERMAN, à partir de ce même fichier de données:

FEUILLES-PLANTES



- Arbre CHIC.FEU.CM2B -
Proximité des plantes d'après l'indice de LERMAN, avec le logiciel CHIC.



- Arbre CHIC.CRIT.CM2B -
Proximité des critères d'après l'indice de LERMAN, avec le logiciel CHIC.

(n): Sommet du Niveau "n" d'agrégation, de classification.

Les "paquets d'objets" résultants à chaque niveau de l'agrégation, par exemple l'agrégat de deuxième niveau, les objets 8-9-19, vont ensemble également dans la matrice de proximité de MATRIX, dans la matrice de ressemblance, et dans les rapprochements par colonnes, de même pour les objets 1-15, ou 3-22, qui, avec 8-9-19, sont les trois premiers niveaux d'agrégation.

Mais, le niveau de proximité des objets (les colonnes dans MATRIX), ou des attributs (les lignes), exprimé par le niveau de classification dans l'arbre de CHIC, qui coïncide (pour le premier niveau) avec la proximité des "paquets" entre eux dans le programme MATRIX, n'est pas si "visible" dans ce programme:

- tandis que dans CHIC, l'ordre des niveaux des sommets, "montre" la proximité entre tous les différents objets (ou attributs)

- dans MATRIX, il faut interpréter cette proximité, en lisant le tableau de gauche à droite: à gauche les premiers niveaux de la classification, à droite les niveaux supérieurs, mais ceux-ci n'arrivent dans cette représentation que jusqu'à la moitié des niveaux, les niveaux 8 et 9. La classification s'arrête à ces niveaux-là.

L'image graphique, et leur représentation à partir des présences et des co-présences, (les cases noires), provoque l'interprétation inverse des niveaux de proximité: apparemment la proximité entre les objets, dans la partie droite du tableau est plus grande qu'entre les objets qui sont à gauche: ils n'ont qu'une seule co-présence, un caractère en commun, un seul caractère positif, mais ils ont 9 caractères négatifs en commun, les 9 co-absences, et ceci n'est pas pris en compte par la représentation graphique de MATRIX.

L'autre extrémité de l'arbre, les niveaux supérieurs de la classification(ceux qui établissent la partition de l'ensemble d'objets en deux classes, et chacune de celles-ci en d'autres classes, etc) ne peuvent pas non plus, être obtenus à partir, ni de cette matrice ni d'autres matrices proposées par MATRIX.

CHAPITRE-2. LA FAMILLE DE SITUATIONS DIDACTIQUES

2.1. LE CHOIX DIDACTIQUE: UN ACCES DIFFERENT A LA CONSTRUCTION DE LA LOGIQUE CHEZ L'ENFANT.

2.1.1. REPRISE DES TRAVAUX BORDELAIS SUR L'APPRENTISSAGE DE LA LOGIQUE A L'ECOLE MATERNELLE.

"Comment concevoir un apprentissage de la Pensée Logique à l'école maternelle?".¹

Cette question est à l'origine de nombreuses recherches en didactique, menées depuis des années sous la direction de G. BROUSSEAU à l'école Maternelle pour l'observation de l'IREM de BORDEAUX¹. Parmi ceux-ci, les divers travaux de J. PERES, avec J.M DIGNEAU sur la construction d'un code de désignations d'objets, d'autres sur la représentation des partitions, sur l'utilisation de la tortue LOGO, et sur les représentations de l'ordre; et ceux de C. MAUDET d'étude et critique du processus psychodynamique d'apprentissage selon Dienès et d'analyse des situations et processus de l'apprentissage d'une fonction logique.

Le but de mon travail est de savoir si cette question peut être élargie à l'école élémentaire, et comment, tout en continuant le travail logique proposé dans ces recherches menées à l'école maternelle.

C'est-à-dire, est-ce-qu'il est possible aussi de concevoir un apprentissage de la pensée logique à l'école élémentaire? Comment?

Pour essayer de répondre, je vais reprendre les supposés théoriques et les hypothèses de recherche de

1. Ce début de paragraphe, a été emprunté à J. PERES dans son article "Les activités logiques à l'école maternelle". Actes de l'Université d'été, OLIVET, 1988. IREM de BORDEAUX.

J. PERES exprimées dans son article "Les activités logiques à l'école maternelle" (J. PERES 1988).

Dans cet article, il explique comment à partir des théories épistémologiques constructivistes² et du modèle d'apprentissage élaboré par G. BROUSSEAU, dans la théorie des situations didactiques, "nous sommes venus à considérer ce qui était en jeu dans les remaniements de stratégies -que l'on peut obtenir dans ces situations- comme l'objectif même de l'activité: la construction de la pensée logique".

Avec lui, je considère aussi que l'objet de notre étude a la particularité d'être construit naturellement par l'enfant au cours de son développement (contrairement aux notions mathématiques enseignées).

"Or, pour expliquer l'accroissement naturel de ces connaissances, PIAGET utilise le modèle de l'auto-organisation des systèmes cognitifs (il s'agit de la théorie de l'équilibration dans sa forme définitive) qui pourrait tout aussi bien s'appliquer aux processus constructifs mis en oeuvre dans nos situations d'apprentissage. Nous aurions ainsi la possibilité d'agir sur la genèse des structures logiques elles-mêmes au cours de ces activités; telle est notre hypothèse de travail."³

Les situations didactiques conçues et observées à l'école maternelle J. MICHELET par J. PERES, J.M. DIGNEAU, C. MAUDET, M.H. SALIN et leurs collaborateurs⁴, montrent comment cette hypothèse de travail permet la genèse de différents concepts logiques chez les enfants de 3 à 5 ans: la

2. Elaborées par J. PIAGET et ses collaborateurs et contenues, notamment, dans la "L'équilibration des structures cognitives" (PUF 1968), et "Les recherches sur la contradiction" (PUF 1972).

3. Ibid., (J. PERES 1988)

4. Ces situations et leurs observations sont détaillées dans des publications à l'IREM de BORDEAUX

construction de symboles ou l'élaboration de codes de désignation, l'apprentissage d'une fonction logique -la conjonction-, la construction de la représentation de l'espace, ou de la représentation de l'ordre, etc.

Mais, comment expliquer cette genèse?

2.1.2. LA GENESE DE LA LOGIQUE CHEZ LES ENFANTS.

Nous avons abordé cette étude à partir des différentes sources, qui peuvent être résumées par le schéma suivant:

A) Les travaux de PIAGET

- Les études sur la genèse des structures logiques élémentaires (classifications et sériations), et la théorie de l'équilibration, de PIAGET: point de départ obligatoire.

La genèse des structures logiques offre le cadre théorique de référence, mais il s'agira surtout dans notre étude, de l'utilisation des mécanismes de compensation décrits dans la théorie de l'équilibration, à propos de la classification et de la quantification de l'inclusion.

- Les recherches sur l'abstraction réfléchissante et sur la contradiction, de PIAGET et ses collaborateurs,

- Et les travaux piagétiens sur le raisonnement et le jugement chez l'enfant nous fourniront le cadre théorique nécessaire pour l'analyse des situations didactiques.

- Les limites des théories piagésiennes seront abordées à la lumière des travaux de LAUTREY, LONDEX, et du Groupe de travail de 1er. cycle de BORDEAUX, ainsi que leurs possibles répercussions dans notre ingénierie.

B) Les travaux de WERMUS

- La formalisation de la pensée naturelle (P.N.): les prédicats amalgamés, les composantes contextuelles

et les préfoncteurs, seront adoptés comme un modèle d'analyse du raisonnement naturel.

Les apports que l'étude de ces travaux peuvent nous offrir pour l'élaboration de notre ingénierie seront analysés dans le Chapitre 3 de cette Partie-II: dans l'analyse des connaissances privées et publiques qui fonctionnent dans les situations choisies.

Ici nous allons seulement présenter les aspects de la Théorie de l'équilibration et des recherches sur la contradiction qui nous permettent de montrer les mécanismes de fonctionnement de cette genèse à l'intérieur de notre ingénierie.

2.1.2.1 Quelques aspects à signaler dans la Théorie piagésienne de l'équilibration⁵

Nous n'allons pas expliquer ici le fonctionnement de la Théorie de l'équilibration, ni comment celle-ci expliquerait les différentes situations proposées aux enfants à l'école maternelle, pour travailler la construction des divers aspects logiques: ceci est fait dans les travaux cités.

Mais nous sommes obligés de rappeler certains aspects de la Théorie de l'équilibration (PIAGET, 1968), ainsi que des apports très intéressants faits par les recherches sur la contradiction (PIAGET et coll., 1972), à prendre en compte dans l'élaboration de la nouvelle ingénierie didactique pour l'école élémentaire.

Nous continuons à présenter les extraits du travail-résumé de J. PERES, qui analyse les démarches cognitives des enfants à l'aide des théories piagésiennes:

5. Déjà signalées par J. PERES dans son résumé de la Théorie de l'équilibration (J. PERES, 1988). Les phrases entre guillemets de ce paragraphe, sont issues de cet article.

Activité cognitive: primat du positif et construction de la négation

"Dans toute activité cognitive il y a toujours deux aspects, positif et négatif. A chaque élément positif correspond un élément négatif, celui-ci compensant exactement celui-là en tant que nécessité de caractère logique. Toute activité, qu'il s'agisse de perception, d'action, d'opérations".

- Primat du positif, dans l'activité: les affirmations et les caractères positifs:

"L'essentiel ici, c'est que les deux aspects de l'activité ne sont pas aussi bien maîtrisés l'un que l'autre. Chez les jeunes enfants, dit PIAGET, la démarche spontanée consiste à se centrer sur les affirmations et les caractères positifs des objets, des actions ou des opérations, les négations sont négligées ou ne sont construites que secondairement ou laborieusement. Et ce primat des affirmations dans les activités cognitives du sujet explique les comportements pré-logiques ou semi-logiques (non conservation, échecs aux épreuves de classification, d'ordination, etc.).

- Sur le plan des conceptualisations: absence des jugements négatifs:

"Sur le plan des conceptualisations les démarches primaires de la pensée consistent en constatations et non inférences, en justifications et non en mise en doute. Les jugements négatifs portant sur l'existence de ce qui n'est pas donné, tels l'absence, la différence, l'opposition ou la complémentarité ne peuvent être construits qu'après coup puisqu'il suppose des précisions démenties, des attentes déçues, etc.

- Le primat du positif: explication possible des comportements pré-formels des enfants:

"Le primat des affirmations permet donc d'expliquer les comportements pré-opérateurs caractéristiques de la population d'enfants avec lesquels nous travaillons."⁶

- Evolution des systèmes cognitifs: l'équilibration

"Mais les systèmes cognitifs évoluent, les coordinations deviennent équilibrées (c'est à dire qu'affirmation et négation s'équilibrent au sein des activités perceptives, les actions, ou les opérations), la pensée devient réversible et la nécessité logique apparaît. Comment l'épistémologie piagétienne explique-t-elle cette évolution?"

- Explication piagétienne de l'équilibration:

"Si les systèmes cognitifs évoluent et selon des lois du développement, c'est qu'ils sont dotés d'une caractéristique propre à tout système vivant: l'auto-régulation. C'est à dire qu'ils sont capables de modifier leur propre fonctionnement et de le corriger par des compensations internes, en réponses à des perturbations rencontrées lors des échanges avec le milieu."

- Le rôle des perturbations:

"C'est donc parce qu'il y a des perturbations au sein des processus adaptatifs que le système évolue dans le sens d'une pensée heureuse et en particulier que la réversibilité de la pensée apparaît.

Que faut-il entendre par perturbation?...Du point de vue du sujet, c'est tout ce qui s'oppose, qui fait obstacle à une assimilation.

Quant aux compensations, elles ont un caractère constructif car elles constituent des instruments formateurs de négations."

6. Il faut rappeler que dans l'article il s'agit d'enfants de l'école maternelle, mais si on remplace le terme pré-opérateur par le terme pré-formelle, l'assertion faite continue-t-elle à être valable?

La réponse donnée par J. PERES quand je lui ai posé cette question a été affirmative.

En résumé:

"Le développement de la pensée logique n'apparaît donc, dans l'épistémologie piagétienne, ni comme le résultat d'une programmation innée, ni comme le résultat d'un cumul de constats, une suite d'enregistrements directs observables, mais comme un processus d'équilibration de structures.

Ces dernières s'auto-organisent, se complexifient à partir des perturbations au sein des échanges avec le milieu; les processus de régulations internes du fait des compensations (créatrices de négations) provoquant des modifications dans le sens d'un accroissement des capacités logiques opératoires du sujet."⁷

2.1.2.2. La théorie de l'équilibration et la théorie de situations: bases d'une ingénierie

Maintenant revenons à la didactique, à la recherche d'une ingénierie

Quelle a été l'utilisation de cette conception piagétienne du développement de la pensée logique faite, dans les recherches pour l'apprentissage de la logique, à l'école maternelle?

L'acceptation de cette hypothèse: l'existence d'un processus de développement de la pensée logique, et du modèle d'apprentissage proposé par G. BROUSSEAU, dans la théorie des situations didactiques, a mené les chercheurs à construire des situations qui puissent offrir les conditions nécessaires pour faire évoluer la pensée logique de l'enfant.

C'est-à-dire, les situations didactiques cherchées doivent créer un milieu a-didactique, lequel provoque chez les enfants des perturbations à partir des échanges avec lui, mais aussi des processus de régulations internes, donc des nouvelles modifications des structures logiques.

⁷ C'est moi qui souligne.

Chacune de ces situations a essayé, avec la construction de la situation fondamentale correspondante (le jeu "qu'est-ce qu'il y a dans la boîte?", le "jeu des portraits", le jeu avec la tortue LOGO...), de faire travailler les enfants sur différents aspects intervenant dans la construction de la logique (la désignation des objets, la symbolisation, la maîtrise de l'espace, ...).

Dans l'élaboration des situations fondamentales respectives, le choix des différentes variables didactiques et des différentes variantes a permis de réaliser une pluralité d'activités, avec les enfants, qui réunissent les conditions d'une véritable genèse des notions.

Ce travail, déjà fait et testé à l'école maternelle, constitue le point de départ de mon ingénierie pour l'école élémentaire.

2.1.3. UNE PLACE DANS LE CADRE DES RECHERCHES SUR L'APPRENTISSAGE DE LA DEMONSTRATION ET DES PHENOMENES DE VALIDATION EN FRANCE.

G. ARSAC (1989), dans sa conférence de la "Vème école d'été de Didactique des Mathématiques et l'Informatique"⁸ fait "le point sur les problématiques actuelles de recherche sur l'apprentissage de la démonstration et du raisonnement en France", en élargissant le titre "Les recherches actuelles sur l'apprentissage de la démonstration et des phénomènes de validation en France".

Cette compilation va permettre de placer plus facilement mon choix didactique des situations d'enseignement et de l'ensemble de ma recherche, par

⁸ Actes de la Vème école d'été de Didactique des Mathématiques et l'Informatique. KERALIC, Août 1989. C'est moi qui souligne.

rapport à l'ensemble des travaux sur l'apprentissage du raisonnement en France, rassemblés et présentés par ARSAC dans cette conférence.

Les approches sont encore diverses et dans la synthèse présentée par G. ARSAC ces diversités sont simplement citées, non explicitées ni analysées, puisque l'effort a été précisément de montrer les possibles accords dans les deux types d'approche relevés par lui:

1. Les recherches qui visent une étude didactique, en partant d'un point de vue épistémologique.
2. Les recherches dont le point de départ est un problème d'enseignement, avec un point de vue épistémologique.

Ma recherche vise une étude didactique - les difficultés des maîtres à gérer les différentes formes de raisonnement présentes dans la relation didactique-, en adoptant un point de vue didactique, mais aussi épistémologique.

C'est-à-dire, en prenant en compte la distinction faite par G. ARSAC entre les deux types de recherches - qui n'est pas une classification dans le sens mathématique du terme selon l'utilisation faite par le propre auteur, puisque le travail d'un même chercheur, N. BALACHEFF, est considéré tantôt dans un groupe, tantôt dans l'autre - ma recherche vise une étude didactique dont le point de départ est un problème d'enseignement, donc le point de vue global de la recherche doit être fondamentalement didactique, mais aussi épistémologique.

Les questions abordées

Par rapport aux questions ouvertes par la recherche en didactique, présentées dans cette même conférence, je reprends et reformule certaines d'entre elles, en fonction de l'âge des enfants et du niveau scolaire d'exigence relative aux différents types de

raisonnements présents dans l'enseignement des Mathématiques à l'école élémentaire:

- L'enseignement des Mathématiques, prend-il en compte la formation de la pensée logique (P.L.) de l'enfant?

- Est-ce qu'il peut le prendre? Dans quelles conditions? A quel prix?

Dans le CHAPITRE 2 de la première partie, nous avons cherché des réponses à la première question en analysant l'évolution historique du savoir "RAISONNEMENT" dans le curriculum du système d'enseignement.

Nos hypothèses de travail pour l'élaboration des situations didactiques, partagées avec J. PERES, J.M. DIGNEAU, C. MAUDET etc. et fondées sur les résultats de leurs travaux de recherche et de leurs ingénieries, cherchent la réponse à la deuxième question: Quelles conditions?, A quel prix, peut être abordé dans l'enseignement la formation de la pensée logique?

Nous pensons que l'enseignement des mathématiques peut contribuer à la formation de la pensée logique de l'enfant; les conditions et le prix ont été analysés et approfondis dans chacune de ces recherches mentionnées; nous venons de présenter dans le paragraphe précédent une synthèse du type de travail proposé, et des conditions de son fonctionnement.

Dans ma recherche, toute la deuxième partie analysera les différents aspects et limites de cette contribution à la création d'une place pour le raisonnement naturel de l'enfant, dans la relation didactique, à partir de l'ingénierie didactique.

J'essaye de montrer aussi comment cette ingénierie peut contribuer à la formation de la pensée logique en général et de la pensée formelle en particulier.

Formation de la pensée logique et maîtrise des raisonnements mathématiques

Que la formation de la P.L. de l'enfant (dans le sens piagétien du terme) soit nécessaire pour que celui-ci puisse comprendre et élaborer des raisonnements mathématiques est évident étant donné sa nature logique, mais

- Est-ce que la formation de la P.L. de l'enfant est suffisante pour maîtriser les raisonnements mathématiques?

Cette question a déjà commencé à être analysée par N. BALACHEFF (1988) dans sa thèse d'état, où il montre que les travaux de BELL (1976) ont permis un avance importante des recherches sur l'enseignement ou l'apprentissage de la démonstration, où "la démonstration est en fait considérée du point de vue du modèle du logicien".

BALACHEFF explique comment BELL a rendu possible cette avance: "en prenant comme base d'étude des problèmes plus ouverts et ne se limitant pas à une étude en terme de réussite ou échec au regard de l'analyse logique des productions des élèves. BELL met notamment en évidence plusieurs niveaux d'empirisme, en fait de rationalité, qui conduisent à nuancer fortement les résultats jusque là obtenus". Il signale aussi que "FISBEIN (1982) et VINNER (1983) abordent aussi ce problème de l'apprentissage de la démonstration, non du point de vue de la logique, mais en posant clairement le problème du sens qu'elle peut avoir pour l'élève, notamment dans une confrontation au "raisonnement empirique"."

D'ailleurs, le travail de BALACHEFF a signalé des différenciations très utiles qui permettent de questionner le terme "raisonnement mathématique" en tant que terme univoque, notamment la différence entre raisonnement et processus de validation, dont il distingue les preuves et les démonstrations". Il

retient aussi, quatre types différents de preuves: l'empirisme naïf, l'expérience cruciale, l'exemple générique, et l'expérience mentale, et quand il analyse le rôle de l'interaction sociale dans les processus de validation, il distingue l'argumentation de la preuve.

Nous allons nous servir de ces différenciations pour mieux identifier le caractère et les limites de notre recherche:

- En considérant l'âge des élèves de l'expérimentation de ma recherche (10-12 ans), et le niveau d'enseignement (Cours Moyen), nous ne pouvons pas parler de "démonstrations mathématiques" au sens strict dans leur enseignement, mais de preuves et de raisonnements⁹, et surtout du rôle de l'argumentation dans l'interaction sociale: il s'agit encore, à cette âge-là, du stade où les connaissances fonctionnent comme pratiques (savoir-faire, théorème-en-acte), la formulation bascule entre l'ostension et le langage de la familiarité et les preuves sont des preuves pragmatiques.

La conception d'ensemble de mes situations didactiques part de ce stade des connaissances, et de leur formulation et validation, chez les enfants et la démarche de travail proposée dans ces situations, envisage le passage du stade de ces trois pôles de référence à un stade supérieur:

- des connaissances pratiques aux connaissances comme objets de savoir (du jeu du voyage à la classification botaniste)

- de l'ostension et du langage de la familiarité, au langage fonctionnel (du langage courant au langage botanique, de la formulation sur les faits à la formulation des relations)

- des preuves pragmatiques aux preuves intellectuelles (des données "observables" aux

9. En prenant la définition de BALACHEFF (1988)

généralisations, et aux raisonnements sur leurs relations)

Mon travail ne reprend pas systématiquement les différents types de preuves retenus par BALACHEFF, pour analyser les processus de validation observés chez les élèves parce qu'il ne s'agit pas d'un travail spécifique sur la validation et en conséquence sur les types des preuves utilisées par les enfants: il s'agit d'observer surtout la coexistence et les interactions des différents pôles (connaissances, langagier et de validation) et leur possible oscillation entre deux stades, naturel et pré-formel, en faisant une place pour les deux simultanément.

Mais je retiens la différenciation faite et la possibilité de l'utiliser si elle se révèle pertinente à un moment donné de la présentation de la recherche.

Notamment, nous voudrions signaler leur différenciation entre "explication" - "preuve" et "démonstration" et "raisonnement" - "processus de validation".

Dans nos situations il s'agira:

- du passage des "explications", admises collectivement dans les situations de débat, en tant que "preuves", ou rejetées par manque de compréhension ou d'acceptation des explications données.

- et de "processus de validation", tel que BALACHEFF le définit: en tant que démarche qui assure la validité d'une proposition, ou la production d'une explication.

Par contre, le terme Raisonement, nous allons le garder dans le sens le plus large, donc avec la double acception du terme¹⁰, activité intellectuelle et formulation, (Raisonement-action, Raisonement-formulation) nous parlerons aussi de "Raisonement-

validation", qui englobe les processus de validation mais aussi les preuves et les démonstrations.

En résumé, la place de nos situations didactiques et de nos recherches sur le cycle moyen, se trouve entre les travaux bordelais sur l'initiation à l'apprentissage de la logique à l'école maternelle, en reprenant leur suite, et les travaux sur les processus de preuve chez les élèves de collège, commencés par BALACHEFF et continués par G. ARSAC et des professeurs de l'IREM de Lyon.

2.1.4. LE CHOIX DES SITUATIONS

2.1.4.1. L'enjeu

Concevoir un certain apprentissage de la logique, une idée qui est facilement acceptable pendant l'école maternelle - c'est même un fait-, est très rarement ou presque jamais accepté à l'école élémentaire et surtout aux cours moyens.

Dans ces niveaux l'enseignement classique des mathématiques est synonyme d'enseignement et d'application des notions mathématiques exclusivement, comme nous avons déjà analysé précédemment. Il s'agit des difficultés de contrat didactique -décrites par G. BROUSSEAU (1980) comme des différents types d'effets ou des paradoxes de l'enseignement- et les maîtres n'ont pas les moyens de rompre ce contrat, et par conséquent, ne peuvent pas non plus, prendre en compte ces constructions naturelles de l'enfant dans les situations classiques d'enseignement des mathématiques.

Pour cela, nous ne pouvons pas choisir l'enseignement d'une notion mathématique au sens strict, comme contenu de nos situations didactiques, étant donné que nous allons rencontrer tous les paradoxes et difficultés analysés théoriquement, qui rendraient impossible l'objectif visé: la construction de la pensée logique de l'enfant, en agissant sur sa

10. La double définition de l'encyclopédie UNIVERSALIS, déjà signalée, que BLANCHE (1973) exprime aussi très clairement, dans son livre "Raisonnement".

genèse naturelle au cours des activités proposées à l'école élémentaire, comme cela été déjà fait, dans les situations travaillées à l'école maternelle.

Nous ne voulons pas, non plus, faire un cours de logique et enseigner les connecteurs, les quantificateurs, les tables de vérité, etc., elle ne figure actuellement, même pas, dans les instructions officielles.

Nous pensons que l'enseignement de la logique à l'école élémentaire, n'est pas le moyen d'en obtenir sa genèse. Telle a été aussi la position de départ, pour concevoir un apprentissage de la logique à l'école maternelle J. MICHELET, comme nous l'avons déjà expliqué.

Donc, il nous fallait choisir un contenu du domaine scientifique, qui relève spécifiquement du travail logique mathématique, susceptible d'être encore en période de genèse, et qui soit dans le programme officiel (au moins d'une façon indirecte)¹¹.

2.1.4.2. Les décisions: raisons et motivations de notre choix

2.1.4.2.1 Concept mathématique et transposition didactique: La classification hiérarchique et les arbres, comme méthode de traitement des données

En prenant en compte toutes les contraintes exprimées, nous avons choisi la classification comme concept logico-mathématique à travailler dans nos situations.

Ce concept travaillé principalement à partir de la classification botanique (selon la méthode de reproduction), apparaît dans les instructions

11. Par des contraintes liées au statut de l'école J. MICHELET qui tout en étant une école d'observation, est tout d'abord, une école ordinaire, avec les programmes officiels en vigueur pour toutes les autres écoles.

officielles¹² comme un objectif méthodologique ("savoir faire") de biologie, des cours moyens: "être capable d'établir une classification simple".

D'une manière plus générale, la démarche proposée dans nos situations didactiques coïncide avec la suggestion méthodologique faite aux maîtres dans les instructions pour l'enseignement des Sciences et de la Technologie, sur l'organisation de leurs classes:

"...Qui place les élèves en situation de recherche, d'exploration et de construction de représentations: leur travail prend appui sur des réalités concrètes et permet, après investigation individuelle (ou de petits groupes), de conformer les résultats de manière argumentée, en vue de reformuler le problème, de déterminer de nouvelles recherches à opérer; d'enrichir et de structurer progressivement leurs connaissances."

Il est aussi présent dans les objectifs généraux, à atteindre de manière interdisciplinaire, dans ce même niveau:

- "être capable de mettre en relation logique différentes données"
- "inventorier, ranger, trier, classer en fonction de critères donnés".
- "savoir lire et utiliser un graphique, un croquis"
- "savoir faire une recherche documentaire"
- "savoir présenter les conclusions d'un travail devant les autres"
- "être capable de réinvestir des acquis"

Les situations d'étude que nous avons retenues pour notre expérimentation, illustrent l'usage extrêmement répandu des agrégations de données (de l'analyse classificatoire):

- 1) La classification des plantes et des animaux est certainement la plus répandue..

12. Arrêté ministériel du 23 avril 1985.

2) Mais la prise de décision en fonction des goûts et des choix nous a paru assez intéressante et nous l'avons abordée par deux aspects, l'aspect sémantique avec "le départ en vacances" et "le jeu de l'agence de voyages" et l'aspect formel avec "le jeu de coalition" qui simule les modes de prises de décision dans une société démocratique.

3) Les modes de contrôle des jugements "spontanés" sur les personnes et les groupes humains font l'objet d'une étude en cours, dont des variantes du jeu de coalition pourraient fournir des situations didactiques très intéressantes.

Dans le CHAPITRE 3 nous allons approfondir la pertinence du choix fait, c'est-à-dire, nous analyserons comment le savoir logico-mathématique "classification" répond théoriquement aux besoins imposés par la recherche, en essayant de répondre aux questions suivantes:

- Quelles sont les connaissances -privées ou publiques-, ou savoirs, que l'analyse classificatoire est susceptible de faire fonctionner chez les élèves?

- Quelles sont aussi, ces connaissances -privées ou publiques-chez les maîtres, pour pouvoir en faire leur transposition didactique, et la gestion de leur apprentissage?

2.1.4.2.2 Le niveau: cours moyens (C.M.)

Nous avons choisi les cours moyens pour notre travail. Chez les enfants de cette période-ci la genèse de la logique se trouve au stade le plus développé de toute l'école élémentaire, en fonction de l'âge et du travail mathématique réalisé (opérations, problèmes, initiation à la géométrie...), mais nous pensons que ces enfants ont encore des difficultés psychogénétiques liées au travail logique. Des nombreux travaux, dans ce domaine, avalisent cette hypothèse (LONDEX, 1982) (Groupe de travail 1er. cycle. BORDEAUX, 1986) etc.

Si nous arrivons à montrer dans ce niveau que, la genèse en cours de la logique - chez les enfants - est encore source des difficultés pour la gestion du maître dans la relation didactique, et montrer aussi la nature de ces difficultés, nous pensons qu'il faudra se poser la question sur l'apprentissage de la logique aussi pour les autres niveaux de l'école élémentaire et élargir la question pour le collège:

Au niveau élémentaire où la genèse de la logique est encore plus embryonnaire, et au niveau de collège, où l'âge des élèves, d'après PIAGET, correspond au moment de consolidation de la logique formelle - dans le stade qu'il appelle opérations formelles-, donc encore en processus de construction.

Le travail d'ensemble proposé aux enfants, à partir de l'analyse typologique, dans nos situations didactiques, vise aussi certains des objectifs d'attitude (ceux qui expriment "le savoir être" des élèves) de la Biologie à la fin de CM2:

- "rechercher, s'interroger"
- "savoir comparer des observations"
- "savoir choisir"
- "être en mesure de se déterminer seul"
- "savoir tenir compte de l'avis des autres"

2.1.4.3. Conception de l'ensemble des situations

La séquence initiale comprend six séances d'une heure, indépendantes du reste du programme.

Trois séances à décompter sur l'horaire d'activités d'éveil (biologie), deux sur les mathématiques, et la dernière sur l'instruction civique.

Elle a été prévue pour être réalisée dans les deux cours moyens (CMI-CM2) de l'école J. MICHELET.

Cette séquence initiale fait suite à une promenade dans le bois. Les élèves avaient ramassé des feuilles et les ayant comparées voulaient les

"classer". Il s'agissait seulement pour eux de conjuguer des caractères simples.

L'enseignant espérait pouvoir définir quelques critères en usage dans les plantes ("nervures parallèles", "nervures ramifiées",...) proposer une esquisse de classification des plantes (plantes à fleurs...) et introduire quelques termes propres aux classifications (classes, sous classes, espèces, ...).

Les désaccords, les incertitudes et les questions des élèves au sujet du choix des critères, du but de la classification et des méthodes pour l'obtenir, ont justifié la présentation de trois situations.

1. La construction guidée d'une hiérarchie (sur un ensemble d'élèves selon leurs goûts sur les vacances), suivie de débats et de réflexions, notamment de logique (implication...); et la mise en évidence des règles du jeu de la classification. Situation n° 1, (Séances n°1 et n°2).

2. Suivi du jeu de classification: recherche de "critères" pour reconnaître les feuilles d'un même arbre et le différencier des autres (sous la forme d'un jeu aussi). Situation n° 2, (Séances n°3, n°4 et n°5).

3. Suivi d'un jeu de coalition destiné à faire appliquer des notions introduites dans des stratégies sociales. Situation n°3, (Séance n°6).

Cette première conception de la séquence d'enseignement proposée a été légèrement modifiée au cours des expérimentations successives faites, en fonction des résultats obtenus pendant la pré-expérimentation et des modifications introduites à partir des analyses théoriques de ces résultats.

Dans le CHAPITRE 4, nous présenterons et analyserons ces modifications.

2.2. LA SITUATION FONDAMENTALE: LE JEU DE L'AGENCE DE VOYAGE.

2.2.1. LE JEU A-DIDACTIQUE: DESCRIPTION ET ETUDE.

La situation choisie, met en oeuvre la simulation du fonctionnement d'une agence de voyage.

BUT

Elle vise:

1. A donner du sens à une situation d'agrégation de données:

- en faisant fonctionner chez les élèves, les étapes que comporte l'analyse typologique (CHANDON & PINSON, 1977): collecte des données, calcul des proximités, constitution des groupes, interprétation et validation des résultats

2. A aborder un problème de prise de décision en fonction des goûts des enfants par les aspects sémantiques et formels.

3. A permettre de pointer (d'observer) - chez les élèves -, certaines difficultés de type logique: l'attribution des critères, les opérations avec des connecteurs logiques -notamment la négation et l'implication-, et les quantificateurs, universel et particulier, utilisés dans des processus de généralisation, et de particularisation des critères.

NIVEAU: Les cours moyens: CM1, et/ou CM2.

SEQUENCE: Deux séances.

- 1ère séance: Introduction de la situation et collecte des données. (45 minutes).

- 2ème séance: Exploration de la matrice des données, introduction au jeu de l'agrégation: calcul des proximités, constitution de certains groupes, interprétation et validation des résultats. (1 heure).

DESCRIPTION

PHASE 1: Vérifier et compléter le tableau

Travail individuel sur la feuille polycopiée: les élèves devront se reconnaître dans le tableau et vérifier si les codes sont exacts.

Vérification collective: un élève va venir vérifier oralement son questionnaire au tableau. Son voisin contrôle ce qu'il dit avec les réponses au questionnaire (celles de l'élève qui vérifie). Les autres élèves suivent et contrôlent le processus.

Travail collectif pour compléter le tableau: chaque élève dont les réponses manquent (totalement ou partiellement), va au tableau pour les mettre, avec son voisin, qui dictera pour toute la classe les réponses au questionnaire (non-codées).

**PHASE 2: Exploration de la matrice des données.
Dépouillement de l'enquête.**

Recherche individuelle: Les élèves cherchent à tirer quelques conclusions sur l'ensemble des données - les questions ou les élèves-, la généralisation ou particularisation des critères ou des sujets, l'existence des "cas rares", la proximité ou l'éloignement des élèves et des questions, etc.

Cette recherche guidée au début par le maître, qui posera les questions auxquelles les élèves essayeront de répondre, doit être dévolue aux enfants, qui finissent par découvrir et poser les questions pertinentes eux mêmes.

Débat collectif d'acceptation ou rejet des justifications argumentées par les élèves aux différentes questions proposées.

PHASE 3. JEUX du choix des voyages

JEU n° 1: Les élèves clients de l'agence de voyage

Le maître -en tant qu'agence de voyage-, offre aux élèves -clients potentiels-, plusieurs "voyages" organisés avec un certain nombre de caractéristiques choisies parmi la totalité du questionnaire.

Les élèves, clients de l'agence, peuvent s'inscrire dans un ou plusieurs de ces voyages à condition qu'ils aient choisi dans l'enquête toutes les caractéristiques du voyage désiré. Choix individuel, avec une mise en commun postérieure.

Débat possible sur le cas de certains élèves qui ne pourraient s'inscrire pour aucun voyage. Analyse et discussion sur des propositions différentes de changement des règles d'inscription aux voyages, qui permettraient à ces élèves-là de s'inscrire: diminution du nombre de caractéristiques choisies, exiger un minimum de caractéristiques -et non la totalité- parmi le nombre des caractéristiques données, etc.

JEU n° 2: Les élèves agents de voyage

Les élèves doivent organiser des voyages, en tenant compte des données du questionnaire, qui répondent à certaines conditions:

- un certain nombre de caractéristiques par voyage: ces voyages à proposer doivent permettre à tous les élèves de s'inscrire, au moins à un de ces voyages.
- un certain nombre de caractéristiques: choisir le voyage qui pourrait réunir le maximum d'élèves.

Prévoir le nombre d'élèves qui pourraient s'inscrire dans le voyage proposé.

- trouver les caractéristiques, parmi celles qu'ils ont retenues, qui permettraient d'offrir le voyage le plus satisfaisant pour la plupart des élèves.

Le choix didactique de faire que les critères soient cherchés par les élèves en partant de leurs questions proposées pour élaborer le questionnaire, au lieu d'être donnés aux enfants par le maître (pris par exemple dans une "vraie" agence de voyages) est fondé sur une hypothèse piagétienne-constructiviste¹⁴: l'enfant est mis dans une situation centrée sur ses propres idées et intérêts et petit à petit il est conduit à se "distancier" de son propre choix, pour l'étudier comme un donnée objective qui peut exister en dehors et indépendamment de lui-même, et sur lequel l'enfant peut penser et discuter avec les autres enfants.

C'est-à-dire, qu'en partant de l'égoïsme qui caractérise la pensée enfantine et de sa difficulté de prise en compte des réponses des autres, nous avons utilisé le choix de chacun des enfants, dans une situation qui les oblige à les partager et comparer avec les autres, puisque c'est le besoin social de partager la pensée des autres, de communiquer la nôtre qui est à l'origine du besoin de vérification (PIAGET, 1978).

Pour cette même raison, nous pensons que c'est aussi une séance de motivation qui prépare et présente le jeu d'agrégation appliqué aux plantes, en lui donnant en sens, pour obtenir différentes classifications (botaniques ou pas), activité très éloignée en principe, des activités classificatoires spontanées des enfants (classifications par couleurs, taille, etc), comme on avait observé les années précédentes, pendant la présentation de ce travail botanique¹⁵

14. Voir "Le jugement et le raisonnement chez l'enfant" (J. PIAGET 1978)

15. D'après les appréciations des maîtresses de CM1 de l'école J. MICHELET.

La gestion du maître de cette séance, est analysée dans le paragraphe qui présente le Jeu didactique de cette situation fondamentale.

2ème séance

Préparation:

Le maître doit préparer la matrice des réponses de toute la classe, à partir des réponses individuelles recueillies pendant la séance précédente, en laissant vides quelques parties, pour les compléter avec les enfants.

Cette matrice doit être affichée au tableau pour commencer la leçon. Il devra donner aussi des feuilles photocopiées avec cette matrice, pour chaque élève. (Voir Tableau V2-CM2 et Tableau V2-CM2B).

Présentation:

Après la distribution des feuilles photocopiées (petites matrices identiques à la grande matrice affichée au tableau) et des feuilles portant les réponses individuelles de la séance précédente, le maître identifie les matrices "Voici le tableau récapitulatif de l'enquête. Vous allez regarder si vos réponses personnelles se retrouvent dans le tableau".

Déroulement:

Cette séance se déroule en trois phases:

PHASE 1: Vérifier et compléter le tableau

Travail individuel sur la feuille polycopiée: les élèves devront se reconnaître dans le tableau et vérifier si les codes sont exacts.

Vérification collective: un élève va venir vérifier oralement son questionnaire au tableau. Son voisin contrôle ce qu'il dit avec les réponses au questionnaire (celles de l'élève qui vérifie). Les autres élèves suivent et contrôlent le processus.

Travail collectif pour compléter le tableau: chaque élève dont les réponses manquent (totalement ou partiellement), va au tableau pour les mettre, avec son voisin, qui dictera pour toute la classe les réponses au questionnaire (non-codées).

**PHASE 2: Exploration de la matrice des données.
Dépouillement de l'enquête.**

Recherche individuelle: Les élèves cherchent à tirer quelques conclusions sur l'ensemble des données - les questions ou les élèves-, la généralisation ou particularisation des critères ou des sujets, l'existence des "cas rares", la proximité ou l'éloignement des élèves et des questions, etc.

Cette recherche guidée au début par le maître, qui posera les questions auxquelles les élèves essayeront de répondre, doit être dévolue aux enfants, qui finissent par découvrir et poser les questions pertinentes eux mêmes.

Débat collectif d'acceptation ou rejet des justifications argumentées par les élèves aux différentes questions proposées.

PHASE 3. JEUX du choix des voyages

JEU n° 1: Les élèves clients de l'agence de voyage

Le maître -en tant qu'agence de voyage-, offre aux élèves -clients potentiels-, plusieurs "voyages" organisés avec un certain nombre de caractéristiques choisies parmi la totalité du questionnaire.

Les élèves, clients de l'agence, peuvent s'inscrire dans un ou plusieurs de ces voyages à condition qu'ils aient choisi dans l'enquête toutes les caractéristiques du voyage désiré. Choix individuel, avec une mise en commun postérieure.

Débat possible sur le cas de certains élèves qui ne pourraient s'inscrire pour aucun voyage. Analyse et discussion sur des propositions différentes de changement des règles d'inscription aux voyages, qui permettraient à ces élèves-là de s'inscrire: diminution du nombre de caractéristiques choisies, exiger un minimum de caractéristiques -et non la totalité- parmi le nombre des caractéristiques données, etc.

JEU n° 2: Les élèves agents de voyage

Les élèves doivent organiser des voyages, en tenant compte des données du questionnaire, qui répondent à certaines conditions:

- un certain nombre de caractéristiques par voyage: ces voyages à proposer doivent permettre à tous les élèves de s'inscrire, au moins à un de ces voyages.

- un certain nombre de caractéristiques: choisir le voyage qui pourrait réunir le maximum d'élèves.

Prévoir le nombre d'élèves qui pourraient s'inscrire dans le voyage proposé.

- trouver les caractéristiques, parmi celles qu'ils ont retenues, qui permettraient d'offrir le voyage le plus satisfaisant pour la plupart des élèves.

CARACTERES DIDACTIQUE ET A-DIDACTIQUE DE LA SEANCE

Dans cette séance il y a, pour l'enfant des situations d'action individuelles et collectives: les enfants complètent la matrice et y cherchent des réponses aux questions posées par le maître, ils posent aussi des questions auxquelles eux-mêmes essaient de répondre....Donc, il y a des moments d'action a didactiques, et aussi didactiques.

Il y a aussi des situations de débat, avec des preuves demandées: la phase d'exploration des données et d'obtention des premières conclusions et le débat final de prise de décision et de "négociation" de cette décision.

La formulation va être présente et décisive pendant toute la séance, autant celle du maître que celle des enfants. Le caractère social de la leçon (prise de décision collective) où la formulation indispensable est la base de cette affirmation.

D'autre part, la précision dans cette formulation, va être aussi nécessaire pour pouvoir poser les questions, que pour y répondre.

Il faut remarquer que de possibles difficultés exprimées par la formulation, en réalité révèlent des difficultés du raisonnement, provenant de la non-coïncidence entre la logique formelle (attribution des propriétés, opérations logiques: négation, conjonction, disjonction, implication, généralisation et particularisation, etc.) et la logique naturelle (avec ses propres opérations sur les prédicats amalgamés: centration, décentration des composantes contextuelles des prédicats amalgamés, etc., les préfoncteurs (connecteurs partiels), les inférences protologiques, (jugements naturels, les différentes valuations des prédicats, ...),etc..

Les débats devront servir à pouvoir mettre en évidence ces difficultés -souvent masquées dans les leçons ordinaires- par les enfants eux-mêmes dans la

dynamique de la situation, et les aider à les résoudre ensemble.

Ces débats, mais aussi les situations d'action et de la formulation utilisées par les élèves pendant toute la séance, donneront aussi au maître la possibilité, de détecter les difficultés, de les affronter: en laissant les enfants débattre tous seuls ou bien en parlant avec les élèves s'il considère à un moment donné qu'une réflexion ou éclaircissement de sa part peut aider à résoudre un certain problème détecté ou au moins à le mettre en évidence; en définitive, de leur donner un statut dans la relation didactique à ces difficultés.

La gestion du maître, prévu pour cette séance est analysée dans le paragraphe sur le Jeu didactique.

2.2.1 LE JEU A-DIDACTIQUE: DESCRIPTION ET ETUDE

L'analyse du jeu a-didactique (BROUSSEAU, 1986) de la situation, comprend l'étude mathématique du jeu, des connaissances visées et des variables didactiques envisagées, dont le contrôle et la identification doivent nous permettre la gestion des situations, du point de vue de l'ingénierie didactique.

Globalement, la situation fondamentale est une situation d'action: les enfants agissent, cherchent.

La formulation, va jouer un rôle très important, comme expression des actions des enfants: les critères trouvés, les remarques faites, les agrégations établies..., et des justifications ou "preuves" apportées. Mais c'est une formulation en langue courante, qui ne comporte pas un travail spécifique à son égard, sauf la compréhension et l'acceptation collective, aussi bien sur les actions, que sur les justifications, donc pas de formulation mathématique concrète.

En utilisant la terminologie employée par BALACHEFF (1988), nous pourrions dire qu'il s'agit du

passage du "langage de la familiarité" -ou même de "l'ostension" dans certains cas-, à un premier niveau du "langage fonctionnel", qui requiert une décontextualisation, une dépersonnalisation, et une détemporalisation: trois conditions qui sont visées directement dans la conception de nos situations. Si bien que la caractéristique dominante des situations, est la prévision de la coexistence constante de ces trois types de formulation.

Le type de validation ou de preuve qui fonctionne dans nos situations, peut être identifié à partir de la formulation employée¹⁶, et en conséquence il s'agit aussi d'un passage: "des preuves pragmatiques marquées par l'action ou l'ostension, aux preuves intellectuelles, détachées du pragmatique, qui reposent sur des formulations des propriétés en jeu et de leurs relations" (BALACHEFF, 1988).

L'analyse du caractère a-didactique de chacune des séances de la situation fondamentale, a été détaillée dans la description de ces séances, pour mieux identifier et caractériser celles-ci.

Les connaissances mises en jeu, seront présentées et analysées dans le chapitre suivant, le Chapitre 3, étant donné le caractère assez large de ces connaissances basiques: les structures logiques sur la classification, les jugements et les raisonnements, des enfants de 10 à 12 ans, ainsi que leurs connaissances sur la proximité et la distance.

2.2.1.1. L'étude mathématique du Jeu

Nous allons présenter ici, les concepts mathématiques impliqués, dans nos situations didactiques. Il s'agit de connaissances visées par notre ingénierie, mais pas de connaissances à

16. (N. BALACHEFF, 1988) pag 45.

"enseigner" et à institutionnaliser, nous en avons déjà parlé dans l'analyse du caractère des leçons.

Nous présenterons d'abord un résumé de ces connaissances mathématiques, et ensuite nous préciserons l'utilisation faite de ces concepts.

L'analyse typologique

Comme nous l'avons déjà montré, dans le Chapitre 1, de cette deuxième Partie, l'outil mathématique qui permet le fonctionnement de nos situations, est l'analyse typologique. En conséquence tous les concepts mathématiques, sur lesquels repose l'analyse typologique (la proximité et la distance, les partitions, l'inclusion, la relation de finesse, la classification hiérarchique des partitions, l'arbre, etc) et que nous avons déjà présentés constituent les connaissances mathématiques de base de cette étude. (Voir Paragraphe 1.1, Chapitre 1).

La logique formelle ¹⁷

A) Précisions sur le vocabulaire de base.

1) Proposition:

Définition générale de l'acception du mot "proposition": "Unité psychologique et syntaxique (réduite par fois à un seul mot) qui constitue à elle seule une phrase simple ou qui entre comme élément dans la formation d'une phrase complexe". (Petit ROBERT, 1979).

Acception Logique, assignée par le dictionnaire: "Enoncé qui exprime une relation entre deux ou plusieurs termes".

Caractérisation logique du terme, établie par GRIZE:

17. Extrait du livre "Logique moderne", Fascicule I, de J.B. GRIZE. Mouton/Gauthier-Villars, Belgium, 1969.

- Il s'agira d'un découpage du langage quotidien: des "phrases-noyaux" dans le sens de COMSKY, et celles qui sont susceptibles d'être dites vraies ou fausses.

Nous allons utiliser l'acception générale que nous offre le Petit ROBERT, des propositions en tant qu'expression de langage, mais aussi la caractérisation logique de GRIZE, qui n'introduit pas de contradictions, sinon la reconnaissance de la possibilité d'attribution d'une valeur de vérité.

ii) Assertion: "Proposition que l'on avance et qu'on soutient comme vraie". (Petit ROBERT, 1979)

Queysanne¹⁸, dans les notions logiques d'introduction aux ensembles, définit ainsi l'assertion: "Est un énoncé dont on peut affirmer sans ambiguïté s'il est vrai ou s'il est faux".

Tandis qu'il définit la proposition: "Comme un énoncé d'une nature plus générale: Ils contiendront des variables, ils seront vrais pour certaines valeurs attribuées aux variables, faux pour toutes les autres valeurs." Ce que GRIZE et d'autres logiciens définiront comme fonction propositionnelle.

En conséquence nous allons retenir comme "assertion", la première acception donnée: "proposition que l'on avance et qu'on soutient comme vraie".

iii) Fonction propositionnelle. Sujet, prédicat et variables.

L'analyse des expressions que nous avons considérées comme des atomes, les propositions, amènent à la différentiation entre les sujets (objets ou individus) et les attributs (ce qui est dit ou attribué au sujet dans la proposition).

L'idée de variable apparaît:

18. Extrait du livre "Algèbre" M.P. et Spéciales A-A', de M. QUEYSANNE. Armand Colin, Paris 1964.

- "les variables d'objets ou d'individus"
- "les variables de prédicats", qui portent:
 - sur une seule variable d'individu
 - les variables de relations: sur deux ou plus de deux variables d'individus

Et la définition de fonction propositionnelle résume ces relations¹⁹: "D'une façon générale, une expression, construite à l'aide de variables de prédicats (ou des relations) et qui contient au moins une variable d'individus".

La présence des variables, qui n'ont pas une valeur fixe dans la fonction propositionnelle, font que cette expression n'est pas une proposition, puisque on ne peut pas décider si elle est vraie ou fausse: ceci dépendra des valeurs concrètes attribuées aux variables, c'est-à-dire quand la fonction propositionnelle sera devenue une proposition.

B) Les opérations logiques: les foncteurs, les quantificateurs

1) Les opérations logiques: négation, conjonction, disjonction, conditionnelle, biconditionnelle, définies à partir des opérateurs logiques, les foncteurs ou connecteurs respectifs agissant sur les propositions, nous allons les utiliser dans le sens habituel de leur définition dans la logique formelle.

Nous voudrions simplement rappeler la différence entre l'implication, et la conditionnelle et entre la biconditionnelle et l'équivalence:

- l'implication exprime une relation entre les propositions, tandis que la conditionnelle représente une opération: autrement dit l'implication est une biconditionnelle tautologique (toujours vraie).

De même pour l'équivalence ou coimplication et la biconditionnelle.

19. Cf. pag 45, GRIZE, 1969.

- l'équivalence ou coimplication est une biconditionnelle tautologique

Nous avons fait cette remarque de vocabulaire, parce que ces mots sont utilisés fréquemment d'une manière indiscriminée, et que nous voulons bien les différencier; mais aussi parce qu'il y a des difficultés conceptuelles et d'expression dans la langue naturelle que nous voudrions signaler.

Au niveau symbolique nous allons utiliser le symbole (\rightarrow) pour représenter le foncteur conditionnel et (\implies) pour l'implication.

GRIZE, explique ainsi la nature des difficultés pour la différenciation des deux symboles:

"En logique toutefois $P \implies Q$ se traduit par une proposition "P implique Q" et $P \rightarrow Q$ se traduit aussi par une proposition "si P alors Q". Cela n'empêche pas la distinction conceptuelle, mais elle est évidemment moins claire. On pourrait parler, comme le faisait Georges Boole (1815-1864), d'une proposition primaire pour $P \rightarrow Q$, et d'une proposition secondaire pour $P \implies Q$. La difficulté tient, en partie, à ce que les langues naturelles ne possèdent pas des moyens systématiques propres à assurer la distinction entre ces deux espèces des propositions."²⁰

ii) Les quantificateurs: universel (ou généralisateur d'un attribut sur tous les valeurs de la variable sujet, dans une fonction propositionnelle), et existentiel ou particulier (qui concrétise l'attribut au moins sur une valeur de la variable sujet),

iii) L'attribution d'une valeur de vérité

En logique formelle, la valeur de vérité est une variable binaire: une proposition ou elle est vraie ou elle est fausse; donc l'attribution d'une valeur de

20. Cf. pag 26, GRIZE, 1969.

vérité à une proposition, c'est trouver l'image de la proposition, par une application v , définie entre l'ensemble des propositions et l'ensemble binaire $\{V,F\}$ (ou bien l'ensemble codé $\{1,0\}$):

$$v: \text{Prop.} \longrightarrow \{V,F\}$$

$$v(p)=V \text{ ou } v(p)=F \quad \forall p \in \text{Prop.}$$

Pour l'attribution de la valeur de vérité, à la proposition p , il faut la considérer sous la forme du prédicat et sujet $p=P(a)$, si le sujet "a", vérifie l'attribut "P", alors $v(p)=V$, dans le cas contraire $v(p)=F$ ($v(p)=1$ ou $v(p)=0$).

La théorie des ensembles²¹

Nous voudrions rappeler les concepts suivants:

A) Les relations entre parties d'un ensemble et propriétés définies sur un ensemble.

i) Propriétés définies sur un ensemble E.

"Étant donné un ensemble E et une partie A de E, nous appellerons propriété caractéristique des éléments de A, tout critère permettant de décider pour tout élément x de E, entre les deux propositions:

$$x \in A, \quad x \in a \iff x \in A^c_E$$

Donc si "p" est une propriété caractéristique des éléments de A, "non-p" est une propriété caractéristique des éléments de $x \in A^c_E$, nous dirons que "p" est une propriété définie sur E."²²

ii) Double définition d'une partie A de E, (ou d'un sous-ensemble): l'appartenance à la partie A et la propriété sur un ensemble E.

"A "x appartient à A", nous pouvons donc substituer la proposition équivalente "x possède la propriété p", que l'on écrit en abrégé "p(x)". Ainsi nous écrirons:

$$A = \{x \in E | p(x)\}$$

21. Cf. QUEYSANNE, 1964.

22. Cf. pag.22 QUEYSANNE, 1964.

ou si aucune confusion n'est à craindre:

$$A = \{x | p(x)\}$$

que l'on lira "A est décrit par les éléments de E possédant la propriété p".

On dira donc que:

$$A^c_E = \{x \in E | \text{non-}p(x)\}$$

Deux propriétés caractéristiques des éléments d'une même partie A de E sont dites équivalentes sur E."²³

iii)) Les quantificateurs.

Nous allons considérer la définition des quantificateurs dans la théorie d'ensembles, à partir de la propriété "p" définie sur l'ensemble E.

"Soit p une propriété définie sur E, et A la partie de E dont les éléments ont pour propriété caractéristique p, examinons les trois cas suivants:

- A est non vide, il existe donc au moins un élément de E possédant p, nous écrirons:

$$(\exists x \in E)p(x)$$

qu'on lit; "il existe au moins un élément x de E possédant p".

- A est la partie pleine de E, tout élément de E possède p, on écrira:

$$(\forall x \in E)p(x)$$

que l'on lit "quelque soit x de E, x possède p", ou plus brièvement "pour tout x de E, p(x)".

iv) Les opérations ensemblistes et les opérateurs logiques

A partir des définitions des propriétés caractéristiques des ensembles, le rapport d'équivalence entre l'appartenance à la partie de l'ensemble et la vérification de la propriété caractéristique p, nous permet d'élargir ce rapport entre les opérations ensemblistes et les opérations

23. Cf. pag.22, QUEYSANNE, 1964.

logiques. Nous allons présenter ici, le rappel de ces rapports, qui nous permettront de nous référer indifféremment aux ensembles ou aux propriétés caractéristiques (ce qui pour l'analyse de nos situations est très fréquent):

*Soit deux parties A et B de E, p une propriété caractéristique des éléments de A et q une propriété caractéristique des éléments de B, nous pouvons établir le tableau suivant donnant les correspondances entre parties d'un ensemble E et propriétés définies sur cette ensemble E":

$x \in A$ $x \in B$ $A \subset B$ $A = B$ $x \in \bigcup_x A$ $\bigcap_x (A) = A$ $x \in A \cap B$ $x \in A \cup B$ $A \cap B = \emptyset$ $A \cap B = \emptyset \Leftrightarrow A \cup B = E$	$p(x)$ $q(x)$ $(\forall x \in E) [p(x) \Rightarrow q(x)]$ $(\forall x \in E) [p(x) \Leftrightarrow q(x)]$ $\text{non } p(x)$ $(\forall x \in E) [\text{non } (\text{non } p(x)) \Leftrightarrow p(x)]$ $p(x) \text{ et } q(x)$ $p(x) \text{ ou } q(x)$ $(\forall x \in E) [p(x), q(x) \text{ incompatibles}]$ $(\forall x \in E) [q(x) \Leftrightarrow \text{non } p(x)]$
---	--

B) Les applications ou fonctions

Les applications ou fonctions nous allons les utiliser, dans le sens mathématique habituel, c'est-à-dire, étant donné deux ensembles A et B, une application f de A dans B est un triplet $f=(A,B,G)$, où G est le graphe de l'application

$$G = \{(x,y) \in A \times B | y=f(x)\}, \text{ "y=image unique de x par f"}$$

24. Cf. pag.24, QUEYSANNE, 1964.

Quelques précautions d'utilisation

Nous avons précisé, l'utilisation que nous allons faire pour chaque concept, dans le domaine logique ou mathématique.

Mais, nous voulons rappeler les limites que nos situations vont imposer à cette utilisation mathématique.

Le travail logico-mathématique à réaliser dans les situations ne porte pas, généralement sur des propositions formelles, déjà formalisées après avoir été découpées et décontextualisées du langage courant, telles qu'elles sont traitées dans la logique, ou dans la théorie des ensembles.

Par contre, nous allons travailler directement sur des expressions formulées en langage courant, que nous allons dans nos analyses considérer comme des propositions. La difficulté face à laquelle nous sommes confrontée n'est pas, par ailleurs, étrangère au travail des logiciens eux-mêmes:

- GRIZE dans le premier Chapitre de son livre "La logique Moderne"²⁵, montre la démarche suivie pour réaliser le découpage annoncé, et les contraintes acceptées pour arriver à cette formalisation basée sur les propositions:

"Ceci dit, nous allons prendre notre première décision en postulant que nous ne tiendrons pas compte des diverses formes des verbes, non plus d'ailleurs que d'autres différences stylistiques qui pourraient se présenter. En fait notre décompte sera sensiblement celui des "phrases-noyaux" de Chomsky.

Reste la question de savoir comment découper les propositions. Puisque, à ce stade, nous procédons intuitivement, donnons-nous un critère, lui aussi intuitif. Sera réputée proposition unique, celle qui est susceptible d'être dite vraie ou fausse. Ainsi, il n'y a

25. Cf. pag 5-6, GRIZE, 1969.

aucun sens à dire que "le chien peut" est vraie ou fausse, tandis qu'il y en a un à le dire de "le chien peut rester dehors pour la nuit". Cette dernière expression sera donc comptée comme une seule proposition."

- l'encyclopédie Universalis²⁶ dans le paragraphe sur la vérité logique, montre aussi les difficultés et les désaccords des logiciens, dans ce découpage, et elle marque la différence entre "phrase", "proposition", "énoncé", et la difficulté que ceci provoque pour l'attribution du valeur de vérité:

"C'est d'une manière assez analogue, et quelques fois dans un dessein semblable, que les logiciens contemporains ont été amenés à distinguer trois choses: la proposition proprement dite (proposition), la phrase (sentence) et, entre les deux l'énoncé (statement). L'énoncé se distingue de la proposition, qui est la signification de l'énoncé et de la phrase, en ce qu'il n'est pas soumis, comme elle, aux accidents linguistiques. La question se pose alors de savoir à laquelle de ces trois notions doit s'appliquer le qualificatif de vrai ou de faux."

2.2.1.2 Les variables didactiques

La variable didactique déterminante de nos situations est le choix de la méthode pour le traitement des données et leur classification: si nous changeons cette option les connaissances logiques, et mathématiques en jeu seront aussi différentes. Comme nous l'avons déjà montré l'utilisation des méthodes différentes, même très proches, la méthode graphique et l'analyse typologique change les connaissances en jeu: la négation, les indices de proximité, la classification etc..

26 "Encyclopædia UNIVERSALIS, Volume 16. France, 1980.

L'analyse typologique est la valeur que nous avons choisi pour cette variable "méthode".

Ce choix conditionne le reste de variables des situations, que nous avons groupé dans les catégories suivantes:

VD1: Variables liées au tableau

VD2: Variables liées au travail des élèves sur le tableau

VD3: Variables sur l'agrégation et la classification

VD4: Variables sur la gestion du maître

VD1: Variables liées au tableau

* La dimension du tableau: - nombre de lignes
- nombre de colonnes

- le nombre de colonnes, les sujets de l'analyse: fixe (dans cette situation) et égal au nombre d'élèves

- le nombre de lignes: le nombre de questions à retenir par le maître (pas plus de 15)

* les données et leur codification: - les questions
- les réponses à l'enquête
- la codification

- le choix des questions: questions à retenir par le maître, qui seront les attributs (les variables) de l'analyse.

Celles-ci détermineront les données (les réponses) de l'analyse, étant donné que les sujets sont une variable fixe, dans cette situation

Les conditions fixées a priori pour les questions:

- Questions binaires: auxquelles on peut répondre par "oui" ou "non"

- Questions atomiques: avec un seul critère

- Questions homogènes et questions discriminantes: questions où les réponses coïncident (généralement d'une manière affirmative), mais aussi des questions qui attendent des réponses aussi bien négatives qu'affirmatives, même des questions qui soient

clairement discriminantes, c'est à dire choisies par un petit nombre de sujets.

- La codification des données:

- 1=réponse affirmative, présence du caractère

- 0=réponse négative, absence du caractère

VD2: Variables liées au travail des élèves sur le tableau

* sur les connaissances:

▪ lecture du tableau:- cases

- lignes

- colonnes

- tableau

▪ logiques: - attribution d'un prédicat

- connecteurs logiques: - négation

- conjonction

- disjonction

- implication

- quantificateurs: - universel

- existentiel

▪ la proximité et la ressemblance:- co-présences

- co-absences

- coïncidences

- différences

- l'identité

* sur le type de réponses demandées aux élèves:

▪ réponse binaire:

- sur la validité: vrai-faux

- affirmer ou nier: oui-non

▪ réponse fermée:

- un choix parmi plusieurs proposées

▪ réponse ouverte:

- un jugement

- une déduction

- un cardinal

- une classe d'éléments

- une comparaison

- d'autres

* sur le type de stratégies à mobiliser:

- dénombrement: - possible
 - obligatoire
- comparaison: - prédicats: (lignes/colonnes)
 - nombre: 2, 3, plus...
 - position dans le tableau
 - entre un prédicat et un modèle
- recherche dans toute la matrice

VD3: Variables sur l'agrégation et la classification

▪ l'agrégation:

- les critères à agréger (choix)
 - nombre (4 ou 5)
 - position dans le tableau
 - types des données:
 - homogènes
 - discriminantes
 - types de critères
 - affirmatifs
 - négatifs
 - sujet du choix
 - le maître
 - les élèves
 - le nombre d'agrégations à réaliser
 - l'objectif de l'agrégation
 - classes équipotentes
 - le plus haut niveau possible
 - résoudre un problème posé
 - "emmener tous les enfants"
 - "emmener certains sujets"

▪ la classification:

- type de classification:
 - en fonction d'un objectif donné
 - automatique
 - choix des indices: LERMAN
 - choix de classification:

hiérarchie de partitions

- type de travail à demander à l'élève
 - recherche de la classification
 - analyse des classifications faites
 - comparaison des classifications

VD4: Variables sur la gestion du maître

Ces variables ne dépendent pas directement du choix de l'analyse typologique comme méthode de traitement de l'information, comme outil de travail, mais de l'utilisation prévue pour le maître de cet instrument, dont la gestion de la pensée naturelle est un des principaux objectifs.

* sur les objectifs de la séance

- les questions à travailler
 - choix des connaissances (déjà détaillées)
 - choix de la formulation
 - grammaticale
 - interrogative: ouverte-fermé
 - impérative: consigne de travail
 - type de langage
 - langue courante
 - langue formelle: - logique
 - mathématique
 - d'agrégation
 - le fonctionnement: - didactique
 - a-didactique
 - le niveau: - action
 - formulation
 - validation

* sur le déroulement des phases collectives

- les acteurs de chaque réponse/correction
 - le maître: oui-non
 - les élèves: quels élèves
 - à quel moment

* le temps

- de chaque phase, sur chacune des questions
 - d'action: trouver des réponses
 - de formulation, ou reformulation
 - de validation: de débat collectif
- le moment de changement de phase: limite du travail à réaliser en fonction des objectifs de la séance

Cette liste de variables didactiques envisagées n'ont pas la même importance dans chacune des séances.

Dans les fiches didactiques, la concrétion des objectifs de chaque séance, le déroulement prévu (pour le travail du maître et des élèves), l'analyse du fonctionnement didactique et a-didactique de la séance, permettent d'analyser les valeurs choisies à chaque moment pour les variables en jeu, ou bien de façon explicite, ou de manière indirecte à partir de la description a priori des leçons.

2.2.2 Le jeu didactique

2.2.2.1 Le travail du maître

Le maître doit conduire toutes les mises en commun et débats organisées à partir du travail des élèves. Celui-ci est produit dans les brefs moments de fonctionnement a-didactique des séances.

Son rôle va être déterminant, dans les phases suivantes:

- PHASE 2, première séance, l'élaboration collective d'un questionnaire: gestion du maître d'une liste des questions, à partir des propositions des élèves.

Dans le groupe de variables VD1, "les variables liées au tableau", sont détaillées les valeurs concrètes des variables que le maître doit prendre en compte, dans le choix des questions: questions binaires, atomiques, homogènes, mais aussi discriminantes,...

- Deuxième séance, PHASE 1, vérifier et compléter collectivement la matrice: le maître doit éviter la mécanisation du processus, aussi bien des élèves qui sont au tableau, que du reste des élèves, en demandant les réponses aux questions concrètes, pas sur les questions consécutives, comme une dictée des données.

- Deuxième séance, PHASE 2, l'initiation à l'exploration de la matrice: le maître peut aborder ce travail de deux façons:

- en demandant aux élèves de remarques sur le tableau.

Risque: "jouer aux devinettes"

Avantage (si la situation ne dérape pas): découverte personnelle des élèves et un investissement plus grand, donc motivation plus forte.

- en posant directement des questions: sur la généralisation, (présences ou absences plus notables,...), sur la proximité des questions, des élèves (comparisons deux à deux ou recherche dans tout le tableau,...)

Risque: Un travail plus mécanique de réponses aux questions du maître, et moins d'engagement du jugement personnel sur les données.

Une motivation mineure, peut-être?, nous n'y croyons pas vraiment.

Avantage: clarté dans la consigne, donc dans le travail à réaliser par les élèves.

Les types de remarques possibles, sont regardées en tant que variables didactiques du groupe VD2, les variables sur les différentes connaissances en jeu, et sur le travail à réaliser par l'élève pour pouvoir faire ces remarques.

- Deuxième séance, PHASE 3, JEUX du choix des voyages: les propositions des voyages que le maître peut faire aux élèves sont analysées dans le groupe VD3, les variables didactiques sur l'agrégation; selon

le type de classification qu'il veut obtenir (en fonction du problème posé aux élèves).

La vérification des voyages proposés par les élèves (agrégations de niveau 4 ou 5), produira en fait une situation de débat sur les différentes stratégies, ou méthodes d'agrégation, utilisées par les enfants.

Cette variable doit être regardée en avance par le maître, pour savoir s'il continue, prolonge le débat sur les stratégies, ou sur la solution au problème posé, en fonction des objectifs de la séance.

Dans son ensemble le travail du maître doit prendre en compte des variables détaillées dans le groupe VD4, les variables sur la gestion du maître.

2.2.2.2 La dévolution et le contrat

L'utilisation envisagée du tableau, en rapport au travail logique, en tant qu'expression de la pensée naturelle des enfants, n'est pas une variable que le maître doit prendre en compte a priori: notre hypothèse c'est que le tableau va lui offrir les ressources suffisantes pour gérer cette pensée naturelle, sans que celle-ci soit un obstacle dans le déroulement de l'ensemble des séances. Donc c'est ce fonctionnement offert par le tableau (nous l'avons déjà détaillé, dans l'étude du CHAPITRE 1 de cette deuxième partie) qui va permettre de changer le contrat didactique, dans les situations prévues, par rapport à la pensée naturelle.

En conséquence le maître ne doit prendre a priori aucune précaution, ni décision particulière, par rapport au tableau, il doit seulement suivre le travail détaillé dans les fiches didactiques.

La dévolution du tableau, va être faite de façon progressive, selon les différentes PHASES des séances:

Première séance

PHASE-1: Dévolution du caractère du JEU de la situation

Recherche individuelle des questions (a-didactique)

PHASE-2: Dévolution du choix des données, LES QUESTIONS

Elaboration collective des questions (didactique)

PHASE-3: Dévolution du choix des données, LES REPONSES

Dévolution de l'acceptation personnelle du Jeu

Réponses individuelles aux questions de l'enquête

PHASE-4: Dévolution de l'anticipation du tableau.

Le tableau: un outil de présentation des données

Deuxième séance

PHASE-I: Dévolution de l'identification de l'outil.

Le tableau contient tous les élèves, toutes les questions et il doit contenir aussi toutes leurs réponses (didactique et a-didactique).

PHASE-II: Dévolution de la potentialité de l'outil.

Analyse quantitative, et interprétation de la contingence.

La dévolution de cette PHASE-II a été aussi faite progressivement, en trois moments différents:

PHASE-IIa: Dévolution de l'anticipation sur la potentialité de l'outil.

Initiation à la lecture et à l'interprétation du tableau, à partir des exemples et des questions du maître (didactique).

PHASE-IIb: Dévolution de la prise en charge de l'analyse et de l'interprétation du tableau.

Recherche et formulation de remarques générales sur les données du tableau (a-didactique).

PHASE-IIc: Dévolution de la vérification ou de la validité des assertions ou des jugements produits.

Vérification collective des remarques proposées par les élèves (didactique).

PHASE-III: Dévolution du fonctionnement de l'outil.

Le tableau comme instrument de l'agrégation des données (didactique et a didactique).

PHASE-IV: Dévolution de l'analyse typologique informatique, comme une aide à la prise de décision.

PHASE-IVa: Dévolution de l'ordinateur, comme instrument de recherche.

Proposition de l'ordinateur aux élèves comme instrument de travail, qui peut réaliser automatiquement les agrégations possibles (didactique).

PHASE-IVb: Dévolution du jugement des résultats produits par l'ordinateur.

L'arbre de classification du logiciel CLASGRAS, une réponse possible au problème posé? une aide à la décision collective? (didactique).

2.2.2.3 Informations, institutionnalisation

Dans la situation fondamentale, les informations à donner par le maître, ainsi que l'institutionnalisation à faire sont presque nulles.

Seulement dans le vocabulaire précis du tableau: cases, lignes, colonnes, le maître doit l'utiliser, et amener aussi aux élèves à l'employer correctement, mais sans qu'il y ait vraiment ni un travail spécifique, ni une institutionnalisation là dessus.

Cette situation, pensée pour donner un sens à l'agrégation des données et pour montrer son fonctionnement, doit préparer les enfants à pouvoir utiliser cette méthode dans d'autres types d'agrégations, notamment en botanique.

Par contre les situations où le choix des critères doit être fait dans un domaine spécifique, avec une formulation et une utilisation précise, demanderont de la part du maître l'apport de ces informations; par exemple dans le domaine de la botanique, une des variantes que nous proposons dans notre famille des situations, la classification des plantes va demander tout un travail de recherche et approfondissement du vocabulaire, pour permettre:

- de chercher les critères (les questions) du tableau, de l'analyse typologique: première approche au vocabulaire scientifique d'identification des critères

- de pouvoir répondre après, dans la recherche des données, à ces questions sur tous les objets proposés: deuxième approche, pour approfondir la vraie nature des critères, quand ceux-ci doivent être reconnus (leur présence ou leur absence), sur n'importe quel sujet.

En conséquence, l'institutionnalisation de ces critères étudiés devra être fait par le maître, pendant et après le Jeu de classification.

Dans cette situation de classification des plantes, la comparaison des deux classifications botaniques va être demandée aux élèves et ce moment va demander aussi, une certaine information et institutionnalisation du maître. Dans la situation de débat établie à partir du travail des élèves, l'information et institutionnalisation du maître est nécessaire: les critères utilisés, les buts cherchés avec chacune de ces classifications, et d'une manière plus précise, la classification botanique selon la reproduction (objectif de la leçon visé par les maîtres, d'accord avec les programmes officiels).

Cette séance de classification demande aussi de la part du maître un travail spécifique sur les critères négatifs, dans l'agrégation et classification des élèves et a posteriori aussi, sur les classifications botaniques, la reconnaissance et identification de ces critères négatifs, qui opposent les classes, et qui déterminent la classification.

2.2.3 Variante n° 1: L'utilisation de l'ordinateur

Cette variante de la situation fondamentale consiste en la présentation et l'utilisation d'un programme informatique (l'analyse hiérarchique de

LERMAN) pour grouper les élèves en fonction de leurs réponses.

LE BUT: Utiliser le programme informatique, comme un instrument, comme un moyen de décision, dont on connaît seulement le principe et l'effet.

Le schéma du déroulement de la situation est le suivant:

PHASE-I Préparer l'agrégation avec l'ordinateur

Introduction dans le micro-ordinateur du programme CLASGRAS et des données (les élèves, l'enquête et les réponses), c'est-à-dire préparer le matériel pour l'agrégation avec la machine.

PHASE-Ia: Vérification par les élèves de la matrice qu'ils avaient et qui maintenant, doit être dans l'ordinateur aussi.

Vérification du codage employé: c'est le même?

PHASE-Ib: Le micro-ordinateur fait l'agrégation du premier niveau: c'est la première étape de l'agrégation, c'est-à-dire le couple, ou le groupe ternaire, quaternaire, etc. où la proximité est plus grande (l'indice de proximité).

Introduction des parenthèses du premier niveau: première représentation de l'agrégation, les premiers "agrégats".

PHASE-II L'ordinateur produit des résultats nouveaux par rapport à ceux que nous avons.

PHASE-IIa: Agrégations de niveaux supérieurs, c'est à dire de groupement de couples, et groupement de groupements.

PHASE-IIb: Distribution arborescente. Représentation graphique des agrégations faites.

PHASE-IIc: Lecture de la distribution arborescente, avec la représentation de la distance (des différents niveaux), en fonction de vraies distances dans l'arbre selon le niveau de regroupement.

PHASE-III: L'interprétation des résultats donnés par l'ordinateur.

On reprend le problème posé et on demande ce qu'on fait avec les résultats.

PHASE-IIIa: Le découpage de la classe et l'interprétation des distances.

- qui doit discuter avec qui?

PHASE-IIIb: Tentative de trouver une solution

- où est-ce qu'on peut aller?

PHASE-IIIc: Nouvelle discrimination dans le groupe jusqu'à ce qu'il trouve une solution.

PHASE-IIId: L'observation de contradictions dans les résultats obtenus aux PHASES précédentes (contraintes apparemment contradictoires portées par le processus)

PHASE-IIIf: Conclusion: acceptation ou remise en cause des caractères.

PHASE-IV: Débat de remise en cause des critères.

- Est-ce que nous pouvons encore nous en servir autrement, soit en changeant les caractères que nous avons choisis, soit pour faire d'autres classifications?

- Les rôles des critères, de choix des critères: l'usage, la finalité de la classification.

Caractère de la situation: didactique.

Toute la situation est une situation collective, dirigée par le maître: la présentation et l'utilisation de l'ordinateur et de ses productions, la direction des différents débats proposés, sur l'interprétation des

résultats, la recherche de solutions, et la remise en cause des critères.

2.3 La classification des plantes

Il s'agit de classer les plantes, en utilisant la méthode de la situation précédente, le "Jeu du Voyage", c'est-à-dire: d'établir une liste de questions sur les plantes auxquelles on pourra répondre par oui ou par non et qui permettront de mettre ensemble les plantes qui se "ressemblent".

LE BUT DE LA CLASSIFICATION: Trouver ensemble les feuilles d'un même arbre et prévoir si on peut classer les espèces.

Schéma du déroulement, avec les phases suivantes:

PHASE-I : Recherche des critères

PHASE-Ia: Observation des feuilles et recherche des critères (ressemblances ou différences), en fonction de la consigne: "mettre ensemble les plantes qui se ressemblent".

PHASE-Ib: Choix des critères par petits groupes; élaboration d'une première liste de questions.

PHASE-Ic: Elaboration d'une liste collective de critères.

Mise en commun des propositions des groupes, débat sur la pertinence des critères: élimination des critères non-pertinents (couleur, taille,...).

PHASE-II : Recherche des données

PHASE-IIa: Réponses individuelles.

Chaque élève fait une partie de la matrice, quelques feuilles tous les caractères.

Cette PHASE demande un matériel de référence botanique (livres, encyclopédies de plantes...) - pour l'identification des critères -, et d'observation (loupes, binoculaires, etc.) pour la reconnaissance de ces critères dans certaines plantes.

Un apport d'information de la part du maître, sur les critères choisis et leur reconnaissance, est aussi envisagé dans cette PHASE.

PHASE-IIb: Elaboration collective du tableau des données.

Nouveau débat collectif sur les critères en fonction des éventuelles réponses différentes des élèves, à une même question, c'est-à-dire sur un même critère.

PHASE-III : Premières classifications.
Introduction de l'arbre de classification.

PHASE-IIIa: Recherche et Identification directe des identités, ou des fortes ressemblances, entre les objets, et éventuellement entre les questions: les mêmes plantes?, la même famille?

PHASE-IIIb: Premières agrégats des critères (3 ou 4) et classifications résultantes (avec toutes les combinaisons possibles des présences et absences des critères choisis).

PHASE-IIIc: Introduction de la représentation en arbre de la classification.

Elaboration progressive des différents branches et noeuds de l'arbre de la classification établie par les critères choisis,

PHASE-IIId: Calcul sur l'ordinateur, de la classification établie avec l'indice de distance de LERMAN, en fonction des critères choisis.
Interprétation de l'arbre de classification.

PHASE-IV : Analyse et comparaison de classifications

PHASE-IVa: Analyse des deux classifications botaniques, reconnaissance des classes, des critères de chaque classe, etc.

PHASE-IVb: Comparaison entre ces deux classifications, ressemblances, différences, les critères, etc.

PHASE-IVc: Comparaison avec la classification automatique donnée par l'ordinateur: confrontation et jugement sur les critères.

PHASE-IVd: Remise en cause des critères choisis initialement.

Le caractère didactique de chacune de ces PHASES et leur fonctionnement est semblable à celui que nous avons décrit pour la situation fondamentale, le "Jeu du Voyage", à l'exception du choix des données.

L'unique différence est le changement du domaine de référence pour la recherche des données (questions-critères et réponses-attribution du critère): des goûts personnels des enfants aux critères botaniques pertinents. C'est-à-dire de l'univers personnel et quotidien de l'enfant, au domaine scientifique de la botanique.

Et cette différence modifie d'une manière décisive le fonctionnement de la PHASE-I et de la PHASE-II: ce qui était "un prétexte" pour avoir des données sur lesquelles faire fonctionner l'agrégation, et la classification, est devenu un véritable travail de recherche scientifique.

Dans le choix des critères, les enfants doivent identifier des critères, qui dans le domaine de la botanique ont des formulations précises. Et dans la PHASE d'attribution des critères, la vraie nature de ces critères apparaît: ceux qui sont des critères évidents pour certaines plantes, ne sont pas aussi

évidents pour d'autres plantes; leur reconnaissance demande de nouveaux renseignements, ou des approches différentes, sur les critères choisis.

Des séances de travail d'information botanique, complémentaires à ces situations sont prévues, pendant tout son déroulement, notamment pendant les deux premières PHASES, et aussi pendant et après la dernière PHASE: la comparaison des classifications botaniques.

Les Variantes

La réalisation de la PHASE-IIId, le travail avec l'ordinateur, peut être considérée comme une variante de la situation, telle que nous l'avons présentée dans la variante du Jeu du Voyage.

2.4 Le jeu de coalition

Avec ce jeu nous voulons faire fonctionner l'agrégation, (la coalition), au niveau purement formel. Les élèves ne connaissent pas les critères qui peuvent déterminer la classification, ils connaissent seulement son but (faire le groupe le plus nombreux possible, ou faire des groupes les plus égaux possible) et des règles bien précises qu'ils doivent suivre, avec des contraintes pour arriver à leur but.

LE BUT: - S'entraîner à chercher dans une matrice, des colonnes égales, et des colonnes les plus proches entre elles.

- Faire fonctionner les groupements les plus nombreux et homogènes possibles (ou deux groupements les plus équipotents possible), selon des règles bien précises.

- Faire fonctionner la proximité et la distance entre les élèves.

- Initiation à la reconnaissance et à la négociation des différences: recherche des coïncidences: co-présences et co-absences, et négociation des différences.

SCHEMA du déroulement, avec les PHASES suivantes:

PHASE-1 : Distribution des matrices et CONSIGNE n°1

PHASE-1a: Présentation du caractère de "jeu": chaque élève "joue le rôle" de l'habitant qui porte le numéro placé en face de son nom.

PHASE-1b: Identification de chaque élève (de son rôle) dans le tableau.

PHASE-2 : Recherche des semblables et CONSIGNE n°2.

PHASE-2a: Reconnaissance, de chaque élève dans la matrice individuelle, de tous les élèves qui ont les mêmes réponses que lui.

PHASE-2b: Groupement des semblables.

- Tous ceux qui ont les mêmes réponses doivent être ensemble (pas deux groupes avec les mêmes réponses).

- Tous ceux qui sont ensemble ont les mêmes réponses.

PHASE-3 : Recherche des profils des groupes.

PHASE-3a: Représentation et Identification de chaque groupe, avec les codes des réponses communes.

PHASE-3b: (A partir des coalitions déjà formées) Choix du code commun à adopter par les groupes coalisés: Le profil de la coalition.

Identification du nombre des coalitions, par le nombre de * affichés à côté du profil adopté.

PHASE-4 : Choix des négociateurs.

PHASE-4a: Chaque groupe choisit, parmi les groupes qui sont "permis" (pas plus d'une différence entre les profils des groupes), le groupe (ou les groupes) avec lequel ils voudraient se coaliser.

PHASE-4b: Chaque groupe désigne un négociateur, pour porter sa proposition au groupe (ou groupes) choisis, et recevoir la réponse de l'autre groupe.

PHASE-5 : Négociation des coalitions

PHASE-5a: Le négociateur visitera les groupes, aussi souvent que nécessaire.

PHASE-5b: (A partir des coalitions déjà formées) Mais il ne faut pas qu'il y ait dans le nouveau groupe, des réponses qui diffèrent entre elles sur plus de deux questions (même si les profils ne diffèrent que sur une question).

PHASE-6 : Suite des coalitions.

Retour à PHASE-3, puis PHASE-4, puis PHASE-5, autant de fois que possible.

ETAPE FINALE : Plus aucun groupe ne peut, ou ne veut se coaliser.

PHASE FINALE : Qui est le vainqueur?

Contrôle rapide du maître et des élèves du groupe le plus nombreux formé: ils ont suivi les règles exigées?

LA GESTION DU MAITRE

Le maître essaie de faire connaître les règles du Jeu (assez compliquées pour les donner a priori, dans la consigne), en faisant jouer les élèves au fur et à mesure qu'elles se présentent, à partir de consignes partielles.

Avec ce premier Jeu, en conséquence le maître fait la dévolution des règles du Jeu aux enfants, dans une situation collective et didactique.

La gestion du temps est très importante dans ce jeu: le maître doit imposer le rythme prévu dans la fiche didactique (assez rapide), dans le premier Jeu, celui qu'il dirige.

Des nouveaux Jeux seront présentés aux enfants, avec des matrices différentes (avec plus des groupes initiaux, mais moins nombreux chacun). Ces Jeux seront chaque fois plus indépendants de la gestion du maître, donc plus a-didactiques.

Ces prochains Jeux seront plus rapides car les règles seront déjà connues et écrites au tableau pour mémoire.

Il faut au moins trois Jeux pour cette séance.

L'étude a priori du Jeu de Coalition, avec la description du choix des variables et l'étude des coalitions possibles (les groupes et la compatibilité des groupes) , ainsi que la fiche didactique, sont détaillées dans la Mémoire du D.E.A "L'enseignement des méthodes de classification" (ORUS, 1986).(31)

(31) Cf. pag 46-57.

CHAPITRE 3. LES CONNAISSANCES PRIVÉES ET PUBLIQUES
QUI FONCTIONNE DANS LES SITUATIONS
(ETUDE A PRIORI)

Le choix de la CLASSIFICATION, en tant que connaissance de base de la famille des situations didactiques répond à nos exigences en tant que savoir "savant" qui mobilise différents modes de RAISONNEMENTS naturels (et non seulement naturels, mais aussi des raisonnements formels, scientifiques, etc), dans les divers types de situations choisis:

- Dans la vie courante, avec toutes les contraintes du RAISONNEMENT naturel et de la formulation aussi en langue courante: "Le Jeu de l'agence de Voyage", Situation n°1.

- Dans un domaine scientifique, la botanique, avec les contraintes propres au RAISONNEMENT scientifique, mais aussi celles du RAISONNEMENT naturel: "La classification des plantes", Situation n°2.

- Dans un jeu formel, la formation des classes à partir de l'agrégation des critères, selon des règles formelles, avec un RAISONNEMENT purement formel: "Le Jeu de Coalition", Situation n°3.

Nous allons analyser les connaissances liées à ces différents types de Raisonnements: les opérations logiques, et les jugements chez les enfants seront abordés, dans leur fonctionnement privé et public.

Les rapports privés et publics, du maître, au savoir classification, seront aussi visés dans ce Chapitre.

3.1 LES CONNAISSANCES MISES EN JEU. CHEZ L'ÉLÈVE
CONNAISSANCES PAR RAPPORT AU SAVOIR CLASSIFICATION

3.1.1 LES CONNAISSANCES PRIVÉES

Les connaissances logico-mathématiques institutionnelles (les structures mathématiques) qui comportent la classification hiérarchique, ont été déjà analysées dans "l'étude mathématique de l'outil" du Chapitre 1.

Mais ces structures (classification et sériation) sont les mêmes auxquelles les conduites du sujet (de l'enfant en son développement) tendent peu à peu à se conformer; et c'est pour cela qu'elles sont analysées aussi par les psychologues¹.

Pour pouvoir analyser donc, les connaissances privées de l'élève liées à la classification, il faut analyser le fonctionnement de ces structures logico-mathématiques chez l'enfant.

Il faut considérer aussi d'autres connaissances mathématiques qui interviennent dans l'analyse classificatoire dont nous allons nous servir dans nos situations: les connaissances sur la proximité et la distance. Nous avons montré aussi comment l'analyse typologique, en tant que traitement et analyse des données, engage les jugements des utilisateurs.

En conséquent nous voudrions établir trois catégories différentes, pour pouvoir analyser les connaissances privées des élèves:

- i) les connaissances logiques
- ii) les connaissances sur la proximité
- iii) les jugements

1. PIAGET et ses collaborateurs, expliquent leur approche à cette problématique de l'étude de la classification, dans leur livre "La genèse des structures logiques élémentaires (classification et sériation)". Delachaux et Niestlé. Neuchâtel, 1967.

si bien ces catégories ne sont pas disjointes comme nous l'avons aussi montré dans ce Chapitre 1, de cette deuxième Partie.

Etant donné que la caractéristique dominante de la pensée logique de l'enfant entre 10-12 ans (l'âge de notre expérimentation), est la coexistence des deux logiques, naturelle et formelle (ou encore pré-formelle) -ce qui a été constaté d'une manière unanime par les divers auteurs consultés (PIAGET, WERMUS, OLERON, LONDEIX, LAUFREY, etc)-, nous sommes amenés en conséquence, à considérer les connaissances des trois catégories précédentes dans les deux logiques: formelle et naturelle.

La première approche, l'état des connaissances formelles que l'enfant peut mobiliser, va être faite à partir des théories piagésiennes sur la genèse de structures logiques (notamment la classification).

La logique naturelle, sera analysée à l'aide des travaux de WERMUS sur la représentation de la pensée naturelle.

Remarque méthodologique:

Ces deux approches seront faites principalement dans les paragraphes sur les connaissances logiques et sur les jugements, et étant donné leur importance (et leur extension).

3.1.1.1 Les connaissances logiques

A) La genèse des structures logiques élémentaires

PIAGET (1967) décrit le mécanisme des opérations concrètes de la classification, chez les enfants de 9 à 12 ans², comme différent d'un mécanisme formel

2. dans "La genèse des structures logiques élémentaires (Classifications et sériations)", Chapitre IV "L'inclusion des classes et les classifications hiérarchiques"

applicable à n'importe quel contenu: les enfants sont encore dans un niveau (D II) caractérisé par des réussites partielles et qui assure ainsi la transition entre les échecs du niveau inférieur (D I) et le succès du niveau supérieur (D III).

Les problèmes plus importants, pour l'acquisition de cette structure signalés par PIAGET³ dans ces études sur la classification sont:

- la coordination entre les ressemblances et les différences et
- les déséquilibres existant entre les affirmations et les éléments positifs (primat systématique du positif), et les négations (la carence).

Nous voudrions signaler quelques aspects, que nous considérons comme importants pour l'élaboration de notre ingénierie:

Les niveaux de développement des classifications

- Le premier niveau du développement des classifications, est caractérisé par un sujet qui "ne recherche exclusivement que des ressemblances et néglige toute différence"; c'est-à-dire qui met ensemble ce qui est pareil, mais "il ne met pas ensemble ce qui n'est pas pareil".

- 2ème facteur, "l'élimination de ceux ne possédant pas ces copropriétés" (celles que nous avons appelées co-présences dans l'analyse typologique).

- Les différences entre les objets sont considérées comme des perturbations (annulées ou négligées au niveau I)

3. Ibid. 1. PIAGET J. et INHELDER B. 1967.

PIAGET et coll. Recherches sur l'abstraction réfléchissante, Vol.1: L'abstraction des relations logico-arithmétiques. P.U.F. Paris, 1977.

4. PIAGET J. L'équilibration des structures cognitives. P.U.F. Paris, 1975.

- La régulation compensatrice de ces perturbations, est faite à partir de la recherche d'un certain équilibre entre les ressemblances et les différences: les négations perturbatrices sont intégrées au système (deuxième niveau, après la négligence du niveau I) mais sous la forme restrictive de simples différences (sans que celles-ci soient traduites par d'authentiques opérations inverses), et au dernier niveau les différences conduisent aux négations partielles ($A'=B-A$), et les comparaisons deviennent rigoureuses sous la forme des correspondances nécessaires entre opérations directes et inverses.

L'inclusion et l'implication⁷

Les difficultés liées à l'inclusion et à l'implication sont signalées toujours comme l'origine des problèmes des enfants avec la classification.

Nous venons de montrer comment le problème de l'inclusion se construit chez les enfants; mais cette construction acquise n'assure pas d'une manière automatique la maîtrise de l'implication (même dans le cas d'un groupement élémentaire de classification: "il y a plus de marguerites ou plus de fleurs?", dans un bouquet de marguerites et de roses": "les sujets du niveau IIB (9-10 ans), pour lesquels la quantification positive des inclusions ne pose pas problèmes, ne savent encore l'inverser en quantification négative" (PIAGET, 1967).

Donc, il s'agit encore d'un problème de construction de la négation et des sous-classes négatives, l'implication sous sa forme propositionnelle comporte au contraire l'emploi de la négation en son sens général: p implique q , signifie la vérité de $p \cdot q$

5. Pag.81, PIAGET et coll. 1977

ou non- p et q , ou ni p ni q , de telle sorte que non- p est compatible avec non- q comme avec q .

Le schéma signalé par PIAGET, pour arriver aux implications: "les nouveautés signalées dans le passage des significations qualitatives aux inclusions en extension, puis de celles-ci aux implications propositionnelles"⁶, montre comment à partir de l'abstraction réfléchissante ce processus peut être interprété, et comment les deux moments: "le passage des significations qualitatives aux inclusions" et "la construction de l'implication propositionnelle à partir de l'inclusion" suivent les mêmes processus.

Et au dernier niveau de ces processus, on obtient pour l'implication, que "la généralisation des négations est la résultante, en termes complémentaires, des liaisons additives en jeu", et ceci est valable pour l'inclusion et pour l'implication.

B) Les processus cognitifs de la Pensée Naturelle: Modèle systémique de WERMUS

La formalisation de la pensée naturelle faite par H. WERMUS⁷, disciple et collaborateur de PIAGET, à partir des "prédicats amalgamés", nous offre aussi une approche pour modéliser certains aspects de la pensée de l'enfant; il approfondit l'apport piagétien, en introduisant la notion de "composante contextuelle", dans le fonctionnement des prédicats chez les enfants.

WERMUS décrit ces prédicats dits "amalgamés", comme un amalgame des composantes contextuelles (d'où le nom de "prédicats amalgamés"), différenciés des prédicats formalisés de la logique formelle, parce que leurs composantes ne sont pas susceptibles d'être

6. Ibid. Pag. 114, PIAGET et coll. 1977.

7. (WERMUS, 1987)

connectées logiquement (avec les foncteurs de la logique formelle), mais fonctionnent comme un amalgame, où les uniques opérations possibles sont des opérations naturelles, telles que la "centration" et la "décantation".

D'abord nous allons présenter quelques précisions sur la dénomination Pensée naturelle, après nous présenterons l'essentiel de la formalisation de la théorie de WERMUS: les prédicats amalgamés et quelques précisions sur l'inclusion, l'implication, et la quantification, et en dernier lieu nous établirons une "liste" des concepts de cette formalisation que nous allons utiliser pour analyser certains comportements des élèves, qui peuvent être interprétés comme connaissances privées des élèves.

Pensée naturelle (P.N) versus pensée formelle (P.F)

H. WERMUS dans son travail "Modélisation de certaines activités de la pensée à l'aide des prédicats amalgamés" exprime dans les rapports entre ces deux termes, sa volonté d'éclaircir ces rapports, ainsi que sa filiation de l'école piagétienne.

La contribution de l'épistémologie génétique de PIAGET à la théorie de l'équilibration, pour expliquer les relations paradoxales entre la P.N. et la P.F. est signalée par WERMUS (1982) dans un autre article: "Procédures de la pensée naturelle et schèmes formels":

"Mais c'est précisément l'un des objectifs de l'épistémologie génétique de Piaget (rendre objectivables les procédés de la P.N.). Elle utilise dans ce but et dans une certaine mesure les "structures" logico-mathématiques dans la description des niveaux des systèmes cognitifs; par delà, elle vise à une explication de l'évolution de l'intelligence vers des stades dits formels. Dans cette optique ce stade des opérations formelles (hypothético-déductives) constitue

un produit particulier de l'évolution de la P.N. dans sa tendance vers l'équilibration.

En effet la théorie piagétienne de l'équilibration (PIAGET, 1975) peut fournir un cadre pour mieux situer cette relation paradoxale: P.F. en tant que produit particulier de la P.N. et cependant norme de validité des déductions et des procédures "salva veritate".

Dans l'introduction du premier article cité, WERMUS continue, en signalant les différences entre les deux pensées: la P.N. traite des significations plus ou moins concrètes contrairement à la P.F. qui, au sens strict effectue des déductions sur des expressions formelles non interprétées.

"Cette particularité de la P.F. vise précisément à séparer les interprétations particulières d'une P.N. de ce qui consiste en une forme interpersonnelle des représentations au niveau conceptuel. Or il importe justement de saisir de quelle façon la P.N. sélectionne, représente, transforme, thématise et value les diverses significations qu'elle assimile de la réalité externe ou de son activité propre." (WERMUS, 1980) (C'est moi qui souligne).

Il signale comme une opération spécifique de la P.N, la formation des concepts, dont le cadre de détermination peut être exprimé en P.F. par des prédicats binaires tels que la ressemblance, et l'équivalence entre eux.:

"La formation des concepts est une opération spécifique de la P.N. qui produit une représentation thématisée, souvent fixée par une expression symbolique, des autres faits cognitifs... Ces concepts ne peuvent être "opérationnels" que si la pensée dispose des schèmes correspondants qui en déterminent la signification et l'usage.

En particulier, on retrouve ce cadre de détermination pour les concepts qui en P.F. s'expriment par des

prédicats binaires tels que: l'inégalité, équivalence, ressemblance, différence, ancêtre, amitié, etc. Il faut bien distinguer, par exemple, le concept de ressemblance déterminé par ses propriétés (la non-transitivité, par ex.) de la représentation de deux objets qui se ressemblent."

C'est justement ce rapport entre la formation des concepts (opération spécifique de la P.N.), et les prédicats binaires de ressemblance, différence, équivalence, inégalité... (concepts propres de la P.F.), que nous avons choisi d'étudier chez des enfants de 10 à 12 ans, comme domaine de rencontre des deux pensées, la naturelle et la formelle.

Les processus cognitifs de la P.N: étude d'un modèle systémique de certaines de ses composantes, celui de WERMUS.

Dans son article "Formation des opérations nouvelles à l'aide des opérateurs réflexifs de la pensée", WERMUS (1983) décrit brièvement son modèle:

"Ce modèle comportait divers sous-systèmes, tels que celui de représentations (à l'aide des prédicats amalgamés), un autre pour un protologique naturelle avec divers degrés d'évolution (à l'aide de foncteurs logiques partiellement définis), un autre encore présentant une analyse de facteurs intervenant lors d'une procédure cognitive etc."

Nous n'allons pas développer ici, les divers sous-systèmes et leurs éléments constitutifs, nous allons citer seulement ceux qui sont en rapport avec notre travail:

1) Les prédicats amalgamés (PA)

Les prédicats amalgamés constituent la technique symbolique utilisée pour décrire le sous-système de représentations sémiotiques et leurs transformations.

Un des exemples typiques donnés par Wermus pour expliquer les prédicats amalgamés c'est la représentation du concept d'oiseau chez les jeunes sujets, que nous allons reproduire entièrement, étant donné que la formation des concepts va être l'objet de notre étude:

"Le concept d'oiseau O (x est un oiseau) est chez les jeunes sujets un amalgame de multiples composantes plus ou moins indissociées dans sa pensée:

P1x : x a des ailes (et il vole)

P2x : x a un bec

P3x : x est léger "comme l'air"

P4x : x niche dans les arbres

.....

P3x a encore donné lieu à des commentaires avec diverses nuances:

P31x : "x est léger et il fait du vent, de l'air"

P32x : "x est léger et saute d'une branche à l'autre"

Cette représentation composite sera symbolisée par une séquence des composantes significantes (c.s.) groupées dans une parenthèse:

$Px = (Pk, \dots, P4, (P_{32}, P_{31}) , P2, P1)x$

Cette parenthèse, abrégée par P est dite prédicat amalgamé (PA) qui symbolise cette représentation (de l'oiseau).

Chacune des composantes P_i peut encore comporter à son tour des sous-composantes P_{ik} dans le cas où des nuances de P_i sont aussi actives dans la cognition du sujet.

Remarquons encore que le canard n'est pas classé en tant qu'oiseau, car, par exemple, il ne répond pas à la

c.s. P3x; le canard a été jugé lourd par les sujets (cf. la recherche de Voelin pour d'autres détails).

On divise les c.s. d'un PA P en composantes dominantes - ce sont les premières citées P_1, P_2, \dots, P_k - et les autres dites périphériques ou contingentes. Les dominantes sont, en général, communes dans une culture déterminée. L'absence d'une dominante dans le PA d'un objet a pu entraîner le changement du nom et même de la référence de cet objet. On peut faire l'expérience, par exemple, avec des PA's pour "table", "maison", "animal", etc..."

Remarque: WERMUS parle indistinctement de "concept" ou de "classe". Cette "classe", logiquement caractérisée en compréhension par un prédicat, est dans la pensée des enfants, un amalgame indissocié des diverses composantes signifiantes (c.s.), et elle peut se représenter à l'aide d'un prédicat amalgamé. Le terme prédicat amalgamé spécifie le fait que les diverses c.s. ne sont pas reliées par une conjonction logique classique, mais sont manipulées et valuées comme un tout.

C'est dans cette interprétation de classe, que nous nous sommes intéressés à la classification, chez les enfants, à la formation des classes parmi l'attribution de critères, de caractères qui fonctionnent comme c.s. de cette classe, donc du prédicat amalgamé qui la représente.

Pour la même raison, nous nous sommes intéressés aussi aux transformations propres de la P.N. en ce qui concerne les P.A., qui interviennent dans la formation des nouvelles classes.

ii) Les transformations élémentaires des PA

A l'aide des PA, il est possible d'exprimer un certain nombre de transformations des représentations sémiotiques, c'est-à-dire que ces transformations

peuvent être considérées comme certaines règles que la PN utilise pour traiter les PA, parmi celles-ci:

- les transformations intra-représentatives (les T_1 inférieures): centration, décentration, différenciation, globalisation, et dissociation⁸.
- les opérations inter-représentatives (les constructs)⁹.

Les P.A., l'inclusion et la généralisation

A l'aide des PA et de certaines transformations de ceux-ci, certains problèmes ou difficultés des enfants en rapport avec les "classes", semblent pouvoir être expliqués. Parmi eux, les problèmes d'emboîtements des classes et ceux de généralisation (quantification universelle).

a) Incidences des PA sur le rapport entre les extensions et les compréhensions: Explication possible des divers blocages dans les problèmes d'emboîtements de classes.

Tandis que dans la logique formelle (LF):

$P \Rightarrow R$ entraîne $\text{ext}(P) \supset \text{ext}(R)$ et réciproquement
cf. (oiseau aquatique $AO \Rightarrow$ oiseau O) equiv.
equiv. ($\text{ext}(AO) \supset \text{ext}(O)$)
 $\text{ext}(P_1 \cap P_2) = \text{ext}(P_1) \cap \text{ext}(P_2)$
 $\text{ext}(P_1 \cup P_2) = \text{ext}(P_2 \cup P_1) \supset \text{ext}(P_i), i=1,2.$

8. La dénomination de "décentration" et "dissociation" est utilisée indifféremment pour la même transformation, selon l'article consulté.

Dans les articles: "Modélisation de certaines activités de la pensée à l'aide des prédicats amalgamés", "Procédures de la pensée naturelle et schèmes formels", et "Essai de représentation de certaines activités cognitives..." il apparaît "décentration", dans les autres articles, c'est "dissociation".

9. Pour la définition des "constructs", regarder la description des protologiques naturelles.

dans la PN, WERMUS(1976) signale la centration et la décantation des c.c comme conditions nécessaires, à la régulation des emboîtements des classes.

Il explique ce processus, dans l'article "Essai de certaines activités cognitives à l'aide des prédicats avec composantes contextuelles"¹⁰:

b) Remarque sur l'emploi des PA dans la généralisation (quantification universelle).

Dans la formation des classes, la généralisation des prédicats joue le rôle fondamental, qui, nous le savons, pose des problèmes aux enfants (voir travaux de Piaget), mais les PA peuvent servir dans ce processus, pour résoudre, par exemple, le problème des cas "rares", "exceptionnels", dans une classe.

D'autres transformations des PA

Etant donné l'objet de notre étude, la formation des classes, et par conséquent l'attribution de propriétés aux objets, nous nous sommes particulièrement intéressés aux processus naturels (protologiques) liés à cette activité cognitive de l'enfant:

"Les PA adoucissent dans un autre cas la rigueur implacable de la LF et la rapprochent des représentations de la PN. Considérons la quantification (généralisation universelle $\forall xSx$, ou ce qui est plus courant la formule:

$$(\#) \quad \forall x (Sx \Rightarrow Px)$$

Une proposition telle que (#) par exemple "tous les chiens ont quatre pattes" (ou "tous les Suédois sont protestants") ne tient pas compte -ce dont la PN fait abstraction- d'un faible pourcentage de chiens accidentés ou malformés qui n'ont pas quatre pattes...

...Cependant on arrive plus près de la signification "intentée" par la PN en traduisant (#) par "si x est un

10. WERMUS, 1976 (Voir bibliographie de WERMUS)

spécimen normal (N) de l'espèce canine S, alors Px. On peut donc corriger (#) en y introduisant un PA et cela en conformité avec la PN:

$$(\&) \quad \forall x (NSx \Rightarrow Px)$$

L'existence d'un chien "exceptionnel" n'est plus en contradiction formelle avec (&) ni ressentie comme telle dans la PN. Sans vouloir entrer plus loin dans cette question bien connue des logiciens, remarquons néanmoins que (&) devient, dans un sens, tautologique; en effet, la "normalité" N peut présupposer un amalgame des qualités qui contient en particulier la composante P (les chiens "normaux" ont 4 pattes). (&) aurait alors pour les opérations de la PN, en fait, le sens d'une centration suivie d'une universalisation à une classe S délimitée en plus par des c.c. de N." (WERMUS, 1976)

Les concepts de la théorisation de WERMUS, utilisés dans cette recherche.

Nous allons utiliser principalement, des travaux de WERMUS, la prise en compte de:

- Le rôle du contexte, avec la reconnaissance des "composantes contextuelles" (WERMUS, 1976) dans les prédicats amalgamés, la description d'opérations naturelles (WERMUS, 1978) avec ces composantes contextuelles comme "activation", "distraction", "globalisation", "dilution", "totalisation", etc., ou la description d'inférences naturelles, telles que "l'induction", "la transduction", etc.

- La décontextualisation progressive (à partir des opérations naturelles de "centration", et "décantation", (WERMUS, 1978) nécessaires pour arriver à la formation de prédicats formels) et aux opérations formelles avec les connecteurs ou les quantificateurs

- La "valuation" des prédicats, (WERMUS, 1986) qui n'est pas binaire comme dans la logique formelle, mais comme étant l'attribution d'un prédicat à un certain élément ou sujet, celle-ci peut y avoir quatre

valeurs différentes: acceptation, rejet, sans détermination, le prédicat est "absent" dans la P.N.

Il faut prendre en compte aussi les "opérateurs réflexifs" (WERMUS, 1983) qui agissent en acceptant, rejetant ou faisant émerger une valuation.

Signalons aussi que les valuations dans cette modélisation de la P.N. ne sont pas aléthiques strictes (juste-faux), comme dans la logique formelle; elles ne sont pas neutres, elles sont affectées dans la couche subcognitive par des représentations diverses: val. pragmatiques (util-bloquante), val. épistémiques (croire, douter, savoir), val. déontiques (permises, interdit), val. éthiques (juste, de "bonne foi")...; il faut ajouter encore le rôle de l'affectivité, dans ce travail de valuation.

- La description des pré-foncteurs logiques (WERMUS, 1977), avec des tables de vérité partielles, selon les valeurs de vérité des prédicats à opérer logiquement, et la formation des opérations nouvelles à l'aide des opérateurs réflexifs de la pensée (WERMUS, 1983).

L'évolution des opérateurs réflexifs vers des préfoncteurs plus différenciés, relevant d'une protologique du degré supérieur, constitue un cas particulier d'un type d'abstraction réfléchissante, dans le sens piagétien du terme.

Le développement d'une prélogique à partir des foncteurs partiels (WERMUS, 1977) est un exemple d'une transition qui assure l'évolution d'un modèle, en permettant une analyse des facteurs qui introduisent des transitions d'un état cognitif à un autre plus différencié.

- Les inférences naturelles: sont fortement influencées par la prise en compte de la modélisation faite, à partir des prédicats amalgamés, leurs valuations, et leurs transformations, des préfoncteurs et leur évolution vers une logique plus évoluée.

C'est-à-dire, d'après la terminologie de WERMUS (1984), les transformations cognitives sont définies à partir des "constructs", comme une combinaison de quelques prédicats amalgamés à l'aide des articulations protologiques du sujet, et de processus élémentaires aussi appelées déductions naturelles.

Parmi ces processus élémentaires¹¹, dont la psychologie expérimentale fournit un grand nombre d'exemples, nous signalons: les glissements, les transductions, les transpositions, les conversions, les raisonnements activés par propriétés perceptiblement prégnantes, les projections familières ou symboliques, les transitions entre éléments et classes, ou parties et tout et vice-versa, les métaphores et les analogies.

Remarquons dans cet aspect, l'importance de la prise en compte de la "couche subcognitive" (WERMUS, 1986), comme moteur du travail cognitif, étant donné que la pensée enfantine y est entièrement plongée.

Pour finir ce résumé, et en mode de conclusion qui exprime l'importance que nous concédons à cet approche dans notre recherche, nous allons transcrire quelques phrases de WERMUS, où lui-même fait un avertissement très particulier aux didacticiens -dans les VIèmes journées sur l'éducation scientifique, à Chamonix-, sur l'importance de la prise en compte de ce niveau protologique du sujet:

"Ce niveau protologique détermine entre autres l'accessibilité de l'élève aux argumentations et interprétations faites par l'enseignant.

...Ce type d'approche nécessite une organisation conceptuelle de la didactique qui tienne compte de ces divers faits cognitifs. Il y a une grande distance entre l'organisation "objective" scientifique des phénomènes et celle des graphes des significations

11. Appelées aussi les transferts des significations cognitives (par le sujet s). (WERMUS, 1984).

généérées par la pensée. L'accessibilité de l'enseignant à l'élève dépend ainsi d'une analyse adéquate de ces deux types d'organisation et de l'art d'en tenir compte."

3.1.1.2 Les connaissances sur la comparaison et la proximité des classes

Dans le Chapitre 1, nous avons présenté le concept mathématique de proximité et de distance, utilisé dans l'analyse typologique. Nous allons montrer ici les connaissances que les élèves peuvent avoir, en tant que connaissances privées, personnelles par rapport à ces connaissances mathématiques et qui peuvent être mobilisées dans nos situations.

Nous avons distingué deux groupes:

- Les connaissances sur la notion de distance ou proximité entre les classes
- Les connaissances sur la modélisation des relations entre deux classes (variables ou éléments)

La "mesure" d'une classe

Avant de comparer les classes, une première analyse quantitative de chaque classe s'impose, c'est-à-dire une certaine "mesure" de chaque classe.

Les classes sont définies à partir d'une variable, un critère ou caractère, qui est à l'origine dans l'ensemble des sujets d'une partition en deux classes: les sujets qui vérifient le critère et les sujets qui ne le vérifient pas.

La "mesure" de ces classes est le cardinal de l'ensemble.

Donc pour chaque variable il y a deux cardinaux (c et c'), qui sont complémentaires (pour toutes les variables) par rapport au nombre total de sujets de l'ensemble (t : constant pour tous les variables), c'est-à-dire $c+c'=t$.

Il y a aussi un autre type de classes envisagées, elles sont définies par le type de réponses données par un sujet (ou de critères qui vérifient): la classe de réponses affirmatives ou la classe des réponses négatifs, du sujet s . (ou la classe des critères qu'il vérifie et la classe des critères qu'il ne vérifie pas).

Les cardinaux de ces deux classes sont complémentaires par rapport au nombre de variables v , c'est-à-dire si l'ensemble des réponses affirmatives du sujet "s" a un cardinal "a" et celui des réponses négatifs un cardinal "n", alors $a+n=v$ pour chaque sujet "s".

Les connaissances privées des enfants sur cet aspect (avant toute remarque ou travail a posteriori), l'amèneront à identifier une variable, à la "mesurer" avec le nombre des sujets qui vérifient cette variable, qui ont ce critère, donc ils identifient le cardinal de la variable au cardinal de la classe des sujets qui vérifient la variable (un sous ensemble).

Le primat du positif dans la pensée enfantine laisse prévoir cette attitude des enfants.

De même pour l'identification des sujets, chaque sujet sera identifié, chez les élèves, par le nombre des réponses affirmatives qu'il a fait (ou des présences de critères qu'il vérifie).

Les connaissances sur la notion de distance ou proximité entre les classes

A) Les différents "modèles" de proximité ou distance

1) Modèle de comparaison avec une norme

Une première comparaison des classes sera faite à partir de leur "mesure". C'est à dire il y a des variables (ou des sujets), dont le cardinal est très proche, même coïncidant, avec le cardinal de l'ensemble total de référence:

- les question du Jeu du Voyage, "très aimées" par les enfants; ou les critères très fréquents dans les plantes.

- les enfants "qui aiment presque tout"; et les plantes qui vérifient "presque tous les critères".

Mais aussi, à l'opposé: les classes qui ont un cardinal très éloigné du cardinal de l'ensemble:

- les question du Jeu du Voyage, "très peu aimées" par les enfants; ou les critères peu fréquents dans les plantes.

- les enfants "qui n'aiment presque rien"; et les plantes qui ne vérifient "presque aucun critère".

C'est ce que nous avons appelé **Modèle de proximité ou de distance avec une norme.**

ii) Le modèle de comparaison entre classes: distance ou proximité entre elles

Quand les classes vont être "comparées", elles peuvent l'être en fonction de divers paramètres; ici nous allons prendre en compte les aspects qui peuvent être "quantifiables":

- Le cardinal: "être plus aimé que" ou "moins aimé que", "plus (ou moins) fréquent", "aimer plus de choses que"...

- Les coïncidences, entre les sujets ou les variables: "avoir les mêmes réponses (ou critères) ou presque", "critères (ou réponses) vérifiés par les mêmes sujets"... C'est la recherche des ressemblances.

- Les différences: c'est la démarche inverse de la précédente, c'est la recherche des dissemblances, des non-coïncidences: "ils (ou elles) n'ont pas donné les mêmes réponses", "elles (ils) sont très différentes, n'ont pas du tout les mêmes critères"

- Les co-présences (ou co-absences): c'est la prise en compte seulement d'un aspect de la coïncidence, plus fréquemment les co-présences (coïncidence positive du critère ou des sujets).

B) Les différents indices de proximité

Les différents modèles de comparaison "quantitative" analysés dans le paragraphe précédent, sont à l'origine des différents types de calcul des distances¹², dont nous allons citer ici seulement les indices les plus simples, que nous pensons que les enfants utilisent (en prenant comme hypothèses de travail, les réponses au questionnaire SCHTROUMPH, et la pré-expérimentation):

- Le cardinal de coïncidences: $[\text{Card } (A \cap B)]$

A et B représentent les ensembles des valeurs (positives et négatives) des variables (ou des sujets) A et B, respectivement.

- Le cardinal des différences: $[\text{Card } (A \Delta B)]$

Selon le modèle de différence, on vérifie que

$$\text{Card } (A \Delta B) = \text{Card } T - \text{Card } (A \cap B)$$

Cette propriété va être utilisée dans les situations pour privilégier l'utilisation des différences: si ce cardinal est suffisamment "petit" et identifiable facilement (à l'oeil nu), il sera plus "économique", de chercher ou de se référer aux différences qu'aux ressemblances.

- Les co-présences: $[\text{Card } (A_1 \cap B_1)]$
en étant $A = A_1 \cup A_2$ et $B = B_1 \cup B_2$,

A_1 et B_1 , présences ou réponses affirmatives et
 A_2 et B_2 , présences ou réponses négatives

- Les co-absences: $[\text{Card } (A_2 \cap B_2)]$
étant donné la relation entre les co-présences, les co-absences, les coïncidences, et les différences:

$$[\text{Card } (A_1 \cap B_1)] + [\text{Card } (A_2 \cap B_2)] = \text{Card } (A \cap B) \text{ et } \\ [\text{Card } (A_1 \cap B_1)] + [\text{Card } (A_2 \cap B_2)] = \text{Card } T - \text{Card } (A \Delta B)$$

Ces mêmes indices peuvent être appliqués pour calculer la distance entre une classe et une norme à la quelle elle est confrontée.

¹². Voir le Chapitre 1

Il faut remarquer que les enfants ne vont pas prendre en compte la relativité de la proximité, c'est-à-dire, le rapport entre ces cardinaux et le cardinal du total de variables (ou des sujets), tel que c'est fait dans l'analyse typologique, pour les indices de proximité qui sont tous relatifs.

Modélisation des relations entre les classes

La comparaison entre classes (individus ou sujets) peut être établie selon des relations appréciables entre ces classes (qui ne sont pas d'ordre quantitatif); nous avons retenu les modèles suivants de comparaison:

- i) Modèle d'indépendance
- ii) Modèle d'inférence
- iii) Modèle d'identité
- iv) Modèle de ressemblance
- v) Modèle de dissemblance

i) Modèle d'indépendance: il est établi quand il n'existe pas de relations entre les classes comparées, les valeurs de chacune des variables comparées sont indépendantes (n'ont pas de rapports ni de lois qui les lient) des valeurs de l'autre (ou des autres).

ii) Modèle d'inférence: c'est le modèle d'inclusion entre les classes, qui correspond à l'implication logique (conditionnelle tautologique) entre les propositions qui définissent les classes.

Il est établi quand toutes les valeurs d'une classe (sous-classe) sont comprises (incluses) dans les valeurs de l'autre classe.

iii) Modèle d'identité: correspond à l'identité des ensembles comparés (avoir les mêmes éléments), et qui correspond aussi à l'équivalence logique (biconditionnelle tautologique) entre les propriétés qui définissent les classes.

iv) Modèle de ressemblance: il est reconnu sur des classes "presque identiques", où le nombre des coïncidences (ou co-présences) est très proche de celui du cardinal de l'ensemble référentiel (des sujets ou des variables).

Il faudrait préciser le nombre de différences acceptable: ceci peut être un aspect à préciser ou à négocier avec les enfants, puisque il n'est pas "préfixé" à l'avance, et il est très lié à l'utilisation qui va être faite de cette modélisation. Si c'est pour partir ensemble en voyage le nombre de différences à accepter augmentera par rapport, par exemple, au nombre des critères différents qu'on acceptera pour classer les plantes "ensembles".

v) Modèle de dissemblance: il est appliqué aux classes qui ne vérifient pas le modèle de ressemblance. C'est-à-dire les classes dont le nombre de coïncidences est très faible, très éloigné du cardinal de l'ensemble référentiel; ou quand le cardinal des différences est très proche au cardinal de l'ensemble total (puisque différences et coïncidences sont complémentaires).

Il n'est pas identifiable au modèle d'indépendance, même s'il est fréquent de trouver les deux modèles ensembles; mais deux classes peuvent être dissemblables et suivre le modèle d'inférence.

vi) Distance entre un modèle de relation et la contingence.

Maintenant il faut revenir aux modèles quantitatifs, parce qu'un nouveau type de distance apparaît une fois considérés les modèles de relation: la distance entre ces différents modèles et la contingence.

Par exemple quelle est la distance du modèle d'inférence (ou d'identité), de deux classes A et B comparées?

EXEMPLES

MODELE D'INDEPENDANCE

Questions (critères)

(Q1,Q2): indep.-dissembl.

(Q1,Q5): indep.-semblab.

Sujets

(B,E): indep.-dissembl.

	A	B	C	D	E	F
Q1	1	0	1	1	0	1
Q2	0	0	0	1	1	0
Q3	1	1	1	1	0	1
Q4	0	0	0	1	1	0
Q5	1	1	0	1	0	1

MODELE D'INFERENCE

Questions (critères)Q1 \implies Q3, Q2 \implies Q4, Q4 \implies Q2SujetsA \implies D, A \implies F, F \implies AMODELE D'IDENTITE (D'EQUIVALENCE): Q2 \iff Q4, A \iff F

MODELE DE RESSEMBLANCE

- les sujets: A et C se ressemblent, B et F aussi

- les questions: Q1 et Q5.

Il peut être aussi appliqué à l'identité: Q2 et Q4.

LES DISTANCES

- Q1 et Q2 ont 2 coïncidences: 1 co-présence et 1 co-absence, et 4 différences

- D et E ont 3 coïncidences: 3 co-présences, 0 co-absences, et 2 différences.

- A et C ont 4 coïncidences: 2 co-présences, 2 co-absences, et 1 différence.

D'après l'hypothèse du primat du positif, pour les enfants les sujets D et E peuvent être considérés plus proches, que A et C avec un nombre plus grand de coïncidences (mais il faut prendre en compte les co-absences aussi, donc la classe complémentaire, la classe négative).

3.1.1.3 Les jugements et la déduction

A) Le jugement et le raisonnement chez l'enfant¹³

(PIAGET et coll.)

Etant donnée la nature des raisonnements engagés dans l'enseignement des mathématiques (raisonnements formels, hypothético-déductifs), nous voulons présenter certaines précisions sur les caractéristiques de ces raisonnements et sur tous les rapports avec les raisonnements des enfants-élèves.

La relation entre la déduction formelle et les jugements est exprimée par PIAGET dans le Chapitre "La pensée formelle et le jugement de relation"¹⁴:

"...la déduction formelle: elle consiste à tirer les conséquences, non pas d'un fait d'observation directe, ou d'un jugement auquel on adhère sans réserve (et que l'on incorpore ainsi à la réalité telle qu'on la conçoit), mais d'un jugement que l'on assume simplement, c'est à dire que l'on admet sans y croire pour voir ce qu'il comporte. C'est cette déduction dont nous situons l'âge vers 11-12 ans, par opposition aux inférences plus simples qui apparaissent antérieurement."

Les raisonnements mathématiques sont tous des raisonnements formels, ce qui en logique est identifié comme des raisonnements hypothético-déductifs¹⁵, donc

13. Titre emprunté au livre de J. PIAGET, "Le jugement et le raisonnement chez l'enfant". Delachaux et Niestlé. Neuchâtel (Suisse), 1971.

14. Ibid. pag. 56 PIAGET, 1967.

15. Sans oublier aussi les raisonnements inductifs, propres des Mathématiques.

dans l'enseignement des Mathématiques ce sont ces types de raisonnements qui sont visés publiquement par le maître, ce qui comporte pour les enfants jeunes beaucoup des difficultés, étant donné leur incapacité (au niveau du développement cognitif):

"On force l'enfant à raisonner conformément à des prémisses simplement données, c'est-à-dire sans se soucier de la réalité, en écartant même les souvenirs et les observations réelles qui pourraient contrecarrer le raisonnement. Ce raisonnement se fait sur de pures hypothèses."¹⁶

Même s'il ne s'agit pas de déductions formelles "stricto sensu", même si simplement on veut faire des déductions rigoureuses, avec les enfants, le problème est le même, il faut se détacher de la réalité concrète¹⁷:

"Toute déduction, même portant sur la réalité d'observation, sera formelle dans la mesure où elle voudra être rigoureuse. En effet, lorsque notre déduction porte sur les objets tels que l'observation immédiate nous les montre, elle ne peut être rigoureuse mais simplement probable ou analogique, ..., il faut remplacer l'objet réel par un objet plus idéal".

Les collaborateurs de PIAGET, VOELIN-LIAMBEY et BERTHROUD¹⁸ ont signalé aussi cette difficulté des enfants à manier des énoncés hypothétiques, à propos de la construction de l'implication propositionnelle: cette difficulté montre la différence entre l'acquisition de l'implication (portant sur des

16. Ibid. PIAGET, 1967.

17. Dans la différenciation faite par WERMUS entre P.N. et P.F., ce problème a été déjà souligné.

18. Chapitre V de Recherches sur l'abstraction réfléchissante, Vol.1: L'abstraction des relations logico-arithmétiques. PIAGET et coll. P.U.F. Paris, 1977.

propositions), et l'inclusion (sur des classes et des opérations "concrètes" portant directement sur les objets).

En conséquence cette différenciation entre les déductions formelles, ou tout au moins rigoureuses (les propositions, les hypothèses, décontextualisées) et les jugements ou les raisonnements opératoires (les énoncés concrets) des enfants, montre la différence existant à ce sujet entre les connaissances privées que l'enfant-élève peut mobiliser et celles qui sont permises publiquement, c'est-à-dire les connaissances publiques qui doivent fonctionner dans l'enseignement des mathématiques (aussi bien par le maître que par l'élève, pour qu'elles puissent être acceptées).

Jugements et caractéristiques de la pensée logique de l'enfant

Les caractéristiques de la pensée enfantine (décrites par PIAGET et leurs coll.) que nous allons présenter font partie aussi des connaissances privées des élèves par rapport aux jugements, aux raisonnements: elles expliquent les possibilités et les limites de cette pensée à laquelle nous faisons appel dans nos situations.

1) La juxtaposition et les différents types de liaisons chez les enfants

Les conclusions apportées, par l'étude logico-verbale de PIAGET¹⁹, sur l'évolution des connexions causales et logiques, montrent la nature des difficultés des enfants par rapport au raisonnement: l'enfant ne prend pas conscience que sa propre pensée et ses jugements, étant juxtaposés, ils manquent de nécessité logique.

19. PIAGET J. "Le jugement et le raisonnement chez l'enfant. Delachaux et Niestlé. Neuchâtel (Suisse) 1971.

Il signale aussi, les différents types de liaisons utilisées par les enfants dans leurs réponses ("parce que") qui correspondent aux "pourquoi":

- les liaisons causales, de cause à effet: elle lie "des faits", et participe aux explications
- les liaisons logiques, de raison à conséquence: elle s'établit entre "des jugements ou des idées", et elle participe aux démonstrations
- les liaisons psychologiques ou de motivation, de motif à action: elle s'établit entre une action et une intention ou entre deux actions psychologiques, et elle participe aux justifications-explications

Le développement de la liaison logique (la nécessité logique) coïncide avec l'étape de la socialisation de la pensée (à partir de 7-8 ans): à partir de ce moment-ci, les enfants commencent le développement des "parce que" logiques (les liaisons logiques), et des premiers raisonnements déductifs corrects, "mais la déduction ne porte que sur des croyances adoptées par l'enfant lui-même, autrement dit sur la réalité telle qu'il la conçoit personnellement" (PIAGET, 1971).

Et ce n'est pas par hasard que ceci se produit autour de cet âge-ci et autour de l'étape de la socialisation: la justification logique est un besoin social, qui ne naît pas spontanément chez l'enfant, en tant qu'individu.

"En bref, ce n'est donc pas faute de connaissances que l'enfant est inapte à la justification logique. C'est beaucoup plus simplement, parce qu'il n'en éprouve pas le besoin, à cause de son égocentrisme."²⁰

Nous voudrions signaler que la démonstration est née de la discussion et de la nécessité (ou besoin) de convaincre, donc c'est ce besoin qui fait de la

20. C'est moi qui souligne. Ibid. Pag. 21 PIAGET, 1971.

justification logique un produit de la vie sociale, qui ne peut pas naître au sein de la vie individuelle.

L'égocentrisme

Nous venons de citer l'égocentrisme comme la cause de l'absence de justification chez l'enfant jeune.

Les traits de cet égocentrisme sont principalement:

- La justification, des affirmations, des assertions chez les élèves, ne prend pas en compte les divergences avec les autres, c'est toujours l'opinion commune qui est invoquée premièrement.

"Les exemples qui précèdent²¹ nous montrent, en effet, que la raison suprême que les enfants sont tout d'abord tentés d'invoquer, lorsqu'on leur demande de justifier une affirmation, c'est l'opinion commune. Mais, comme il arrive toujours en de tels cas, celui qui invoque l'opinion commune croit toujours la représenter: il ignore les divergences possibles et par conséquent, se garde d'analyser les raisons - valables ou non - qui légitiment seules cette opinion commune."

- L'égocentrisme empêche les enfants de penser qu'ils peuvent ne pas être compris par les autres:

" Nous avons vu, en effet, que les enfants, dans la mesure où ils sont égocentriques, croient toujours immédiatement être d'accord avec tout le monde: ils croient que l'interlocuteur sait toujours ce qu'ils pensent eux-mêmes et pourquoi ils pensent de telle manière. Ils croient toujours, autrement dit, être compris entièrement. D'où ce fait que dans les discussions primitives, chacun se contente d'affirmer sans motiver, ou que les embryons de motivation sont rudimentaires et laissent l'essentiel sous-entendu." (C'est moi qui souligne)

21. Dans le livre, PIAGET, 1971.

En résumé:

"En bref, la pensée formelle suppose deux facteurs, l'un social (la possibilité de se placer à tous les points de vue et de sortir du point de vue propre ou immédiate), l'autre ressortissant de la psychologie de la croyance (la possibilité de sous-entendre sous la réalité empirique un monde purement possible où s'installera la déduction logique)."(C'est moi qui souligne)

Ces deux facteurs vont être directement visés dans nos situations.

iii) Le réalisme enfantin

Nous considérons, avec PIAGET, le réalisme enfantin, comme l'incapacité de l'enfant, à comprendre la relativité des questions, c'est-à-dire "l'enfant ne comprend pas que certaines notions, même manifestement relatives pour l'adulte, constituent des relations entre deux termes au moins. ... Il considère ces notions comme existant en elles mêmes, absolument."

iv) Les contradictions naturelles

Le travail de recherche du deuxième volume de l'ouvrage de PIAGET: "Recherches sur la contradiction", a pour objet "d'établir le statut opératoire de ce qu'on appelle communément contradiction dans la pensée naturelle et dont les caractères demeurent assez éloignés de ceux de la contradiction logique ou formelle, tandis qu'ils sont plus voisins de ceux de la contradiction dite "contradiction dialectique"²².

Le dernier Chapitre expose les 4 problèmes trouvés pour pouvoir accomplir l'objectif atteint:

22. PIAGET J. ET COLLABORATEURS "Recherches sur la contradiction. Vol.2 Les relations entre affirmations et négations".. Edit. PUF. Paris 1974.: Conclusions générales pag. 153.

1. "ETABLIR ce que sont les "contradictions" dans cette pensée naturelle, du point de vue des actions et opérations du sujet"²³.

2. "Caractériser en quoi consistent les "dépassements" par rapport à ces contradictions "naturelles".

Différentiation du fonctionnement des contradictions dans la logique formelle et dans la logique naturelle:

3. "Examiner les rapports de ces contradictions et dépassements "naturels" avec les processus d'équilibration, qui nous ont toujours paru constitutifs du développement cognitif".

4. Comment expliquer l'abondance des contradictions au cours des premiers stades du développement?.

Nous avons présenté ici le schéma d'analyse des contradictions naturelles proposé par PIAGET dans son livre de "Recherches sur la contradiction", que nous n'allons pas approfondir, seulement les signaler en tant que noyaux principaux de la problématique abordée.

Nous allons simplement présenter, par la suite, les trois grandes catégories de contradictions signalées, ainsi que les contradictions spécifiques liées à l'inclusion.

Nature des Contradictions

"En première approximation, on se trouve en présence de trois grandes classes de contradictions:

- 1) "Les plus simples résultent de ce qu'une même action peut sembler aboutir à des résultats considérés comme opposés, ce qui donne l'impression d'un défaut d'identité, alors qu'il s'agit en fait d'actions distinctes ou de résultats représentant deux cas

23. Analysé dans le paragraphe NATURE DES CONTRADICTIONS pages. 155/157 et AUTRES CLASSIFICATIONS pag. 158/160. Ibid. 20.

particuliers d'une relation plus générale non encore découverte".

2) "Une seconde grande catégorie de contradictions est caractérisée par une opposition incomplète entre classes d'objets qui devraient être disjoints parce que l'une comporte la négation de certaines propriétés de l'autre, et qui sont considérées à tort comme contenant une partie commune, par conséquent contradictoire en sa composition même"

3) "Un troisième ensemble de contradictions résulte d'inférences erronées, en particulier de fausses implications". (C'est moi qui souligne)

La définition-caractérisation des contradictions naturelles, est donnée par PIAGET, en fonction du déséquilibre entre les affirmations et les négations:

"Or, le caractère commun de ces trois classes, donc la définition la plus générale de la contradiction, est de consister en compensations incomplètes entre les affirmations (attribuant la qualité a à la classe A) et les négations (attribution de non-a à la classe complémentaire A' sous $B = A + A'$, que B soit l'univers du discours ou une classe quelconque comportant une propriété b commune à A et à A' et épuisant $A + A'$). Cette définition s'applique directement à la catégorie-2, qui constitue donc un prototype...." (C'est moi qui souligne)

Les contradictions et l'inclusion

PIAGET et J. MONTANGERO²⁴ (1974), analysent les contradictions liées à l'inclusion en fonction des négations qui demeurent à l'état de "travaux virtuels non compensés"²⁵:

24. Dans le Chapitre VIII: "Contradictions issues des fausses symétries de l'inclusion", Ibid. 20.

25. Dans les Conclusions de ce travail, les auteurs définissent le travail virtuel: "est une modification rendue possible par la situation donnée, par exemple la découverte d'objets A' en un

"D'une manière générale, dans toutes les situations où le sujet oublie une classe complémentaire A' (et conclut entre autres que si tous les A sont des B, alors symétriquement tous les B sont des A), on généralise à "tous" un indice valable pour "quelques", etc, les contradictions latentes que contiennent ces affirmations sont l'expression de déséquilibres en ce sens que les négations qui seraient nécessaires pour la cohérence du système demeurent à l'état de "travaux virtuels non compensés".

Le dépassement des contradictions et du déséquilibre initial entre les affirmations et les négations, est analysé à l'aide de la théorie de l'équilibration:

"Pour rendre compte ensuite du dépassement de telles contradictions fonctionnelles et de l'arrivée à un équilibre structural, une nouvelle hypothèse s'impose mais qui semble découler nécessairement de celle du déséquilibre initial des affirmations et des négations: c'est qu'un système cognitif non encore équilibré les travaux virtuels non compensés deviennent tôt ou tard réels et entraînent alors les compensations par le jeu des régulations qui modifient les affirmations initiales."²⁶

Les auteurs questionnent leur hypothèse du dépassement, des contradictions dans un processus d'équilibration:

"Mais notre hypothèse ne revient-elle pas à supposer sans plus que, raisonnant d'abord par inférences incomplètes, le sujet finira forcément par se soumettre aux lois de la logique puisqu'elles agiraient "virtuellement" dès le départ?. Ce serait un peu simple, car les lois de la logique sont formelles et

système $A + A' = B$, dont le sujet ne connaît actuellement que les A et les B". (pag 19). Ibid. 20.

26. (pag. 18) Ibid. 20.

intemporelles, tandis que le processus décrit ici est casuel, donc temporel et réel...²⁷

Dans les situations didactiques

I) Le déséquilibre entre les affirmations et les négations: le primat du positif

Dans les paragraphes précédents, nous avons montré la définition de contradiction dans la pensée naturelle, donnée par PIAGET et ses collaborateurs, et comment celle-ci peut être identifiée à des compensations incomplètes entre les affirmations et les négations, en signalant dans ces compensations incomplètes le primat de l'affirmation sur la négation.

Nous avons signalé aussi, que les difficultés de l'acquisition de l'inclusion et de l'implication, décrites par PIAGET, sont expliquées aussi par ce déséquilibre entre les affirmations et les négations.

L'ensemble des situations didactiques que nous avons élaborées visent à offrir la possibilité aux enfants de réaliser différents travaux virtuels, notamment sur la négation et sur les classes complémentaires et par conséquent sur l'inclusion et l'implication.

C'est-à-dire les situations doivent permettre aux enfants de compenser le primat de l'affirmation sur la négation et pour cela de dépasser certaines contradictions naturelles (voir la découverte des classes complémentaires et leur rapport avec le référentiel), sans que ce dépassement suppose, chez l'enfant, la conquête du principe de la non-contradiction formelle ou logique, ni la maîtrise complète de l'implication²⁸.

27. L'explication continue, (pag. 20). Nous y reviendrons avec les critiques de LAUTREY sur la Théorie de l'équilibration.

28. Les enfants ne sont pas encore, dans le stade formel

Les situations didactiques, pour atteindre cet objectif visé, font travailler les élèves:

- Sur la définition et l'attribution des différents critères qui se trouvent présents dans un objet concret, réel, parmi une collection, mais aussi sur l'absence de ces mêmes critères sur d'autres objets de la collection, donc sur l'attribution et la reconnaissance des critères négatifs, sur la négation.

Exemple: Les enfants choisissent le critère "avoir des épines sur la tige", en regardant la ronce; mais quand ils doivent répondre à la question "est-ce que ta plante a des épines sur la tige?" pour toutes les plantes qu'ils avaient, ils seront obligés à reconnaître son absence sur certaines plantes et répondre non, (par exemple pour le chêne). Ceci fait construire la classe des plantes "sans épines sur la tige", avec la même "réalité" que la classe définie avec le critère positif: "avec des épines sur la tige".

- Sur des classes, définies aussi bien par des critères positifs que par des critères négatifs (les classes complémentaires), et même les faire agir sur les deux types de critères à la fois, en leur donnant le même statut, dans l'agrégation des données.

a) La recherche des classes définies à partir des critères négatifs, dans le tableau, peut apparaître aux enfants comme la stratégie la plus économique (plus rapide, ou/et moins de possibilités d'erreur) pour réaliser certaines des activités demandées aux élèves.

Exemple: En continuant avec l'exemple précédent, les enfants vont travailler de la même façon sur la classe des plantes "qui ont des épines sur la tige", que sur la classe des plantes "qui n'ont pas d'épines sur la tige".

Quand il faut travailler sur un de ces critères, combien de plantes ont tel critère?, par exemple, et si le cardinal de la classe complémentaire est facilement identifiable, c'est-à-dire plus petit que 4 ou 5,

alors, les enfants peuvent travailler et faire référence à cette classe négative, "j'ai trouvé 2 plantes qui n'ont pas tel critère, donc le total des plantes ,20 moins ces deux, ça fait 18!".

b) Dans les classifications, résultat de l'agrégation de trois ou 4 critères et leurs négations, ils travaillent aussi avec des étiquettes qui sont construites à partir de ces critères, par exemple <fruit- pas d'épines- f. composée> ou une autre combinaison possible, et même tous les critères négatifs <pas fruit-pas d'épines-pas de f. composée>.

Ce même type de travail est fait pour le jeu du voyage.

La déclaration, faite au paragraphe précédent, sur le caractère des situations didactiques a identifié comme évidente une relation cause-effet entre, le travail des élèves sur la négation et les classes complémentaires, et sa répercussion directe sur l'inclusion et l'implication.

Nous nous sommes permis cette affirmation a priori, en partant des travaux de Piaget et de ses collaborateurs, aussi bien dans ses recherches sur la contradiction, que sur l'abstraction réfléchissante, où ils montrent et analysent ces interrelations d'une façon très détaillée. Nous n'allons pas, pour le moment les montrer; si dans un analyse plus approfondie des différentes séances des situations didactiques ils s'avèrent nécessaires nous y reviendrons».

II) Les caractéristiques de la pensée infantine origine des obstacles ontogénétiques auxquels les élèves vont être confrontés dans les situations didactiques

1) Les caractéristiques de la pensée logique de l'enfant: égoïsme, réalisme, syncrétisme, juxtaposition, difficultés dans la logique des

relations, transductions dans l'inférence, etc., analysés par PIAGET sont considérées dans notre analyse a priori des situations didactiques, comme des obstacles ontogénétiques auxquels les élèves vont être confrontés.

Les connaissances privées avec lesquelles les enfants vont fonctionner, marquées par cette caractéristique, sont celles qui correspondent aux différents niveaux, stades ou paliers du développement cognitif par rapport aux opérations et structures analysées: la classification, l'inclusion, l'implication, la contradiction, etc.

Dans nos situations, ces connaissances vont être sollicitées en les faisant évoluer, pour essayer de dépasser certains de ces obstacle épistémologiques, ou tout au moins de contribuer à une certaine perturbation nécessaire pour tout changement de palier, notamment pour atteindre un palier supérieur du développement cognitif, vers son stade formel.

Les aspects que nous avons retenus principalement dans nos situations didactiques sont les suivants:

* Le développement des liaisons logiques, solidaire de la diminution d'égoïsme, donc de la socialisation de la pensée.

- Les situations proposées sont fondées sur des exigences collectives, qui "obligent" à diminuer l'égoïsme de la pensée de l'enfant, en le socialisant ; c'est-à-dire les critères cherchés et formulés individuellement ou par couples, doivent être d'abord compris et acceptés par tous, et après interprétés et utilisés aussi par tous, dans le même sens; ce qui demande de successives reformulations des critères initialement subjectifs, mais peu à peu objectifs (pour le groupe classe) et en référence à un collectif culturel plus large (la communauté scientifique).

29. Nous y reviendrons avec les critiques de LAUTREY sur la Théorie de l'équilibration.

- Les situations choisies doivent prendre en compte (et au niveau phénoménotechnique doivent permettre d'observer) la facilité d'emblée, pour être d'accord avec les enfants, (accepter un critère proposé, par exemple), et elle doit être mise en cause tout au long de la séance: au moment où chaque enfant doit appliquer - donc le "réinterpréter"- personnellement, ce critère, aux différents objets, ou défendre devant les autres son attribution à un objet précis.

- Il faut aussi signaler l'importance que nous allons donner aux phrases "il ignore les divergences possibles" et "il laisse l'essentiel sous-entendu", qui expliquent certains aspects de l'égoïsme infantin: le travail, sur les différences aussi bien que sur les ressemblances, nous le faisons avec l'idée de préparer cette attitude de recherche des divergences, des différences, en cherchant de même "l'essentiel" qui peut définir un objet pour l'identifier, et pour le rapprocher d'autres objets semblables.

Dans le questionnaire "Log", nous avons vu que ce travail, n'est pas négligeable étant donné l'existence des erreurs de limitation, dans les questions de soustraction des classes.

* La prise en compte de la représentation de WERMUS qui identifie la "classe" -logiquement caractérisée en compréhension par un prédicat- dans la pensée des enfants comme un amalgame indissocié des diverses composantes signifiantes (c.s.), et celle-ci peut se représenter à l'aide d'un prédicat amalgamé dont les diverses c.s. ne sont pas reliées par une conjonction logique classique, mais sont manipulées et valuées comme un tout.

Cette modélisation complète le cadre théorique piagétien et elle nous permet aussi de mieux préciser le travail logique demandé aux enfants, et les

connaissances privées avec lesquelles ils vont l'aborder:

C'est dans cette interprétation de classe, que nous nous sommes intéressés à la classification, chez les enfants, à la formation des classes parmi l'attribution de critères, de caractères qui fonctionnent comme c.s. de cette classe, donc du prédicat amalgamé qui la représente.

Pour la même raison, nous nous sommes intéressés aussi aux transformations propres de la P.N. en ce qui concerne les P.A., qui interviennent dans la formation des nouvelles classes.

* La coexistence, chez les enfants, avec les liaisons logiques, des liaisons psychologiques et causales, dont il faut tenir compte pour analyser le discours des enfants. (Voir WERMUS "Pensée naturelle").

* L'importance des croyances personnelles jusqu'à 11-12 ans, et la persistance au delà de cet âge, interfèrent les raisonnements formels. (Voir WERMUS)

* En résumé, les deux facteurs -l'un social et l'autre de la psychologie de la croyance- qui déterminent la pensée formelle chez l'enfant (et chez l'adulte aussi), révèlent un obstacle épistémologique à dépasser par l'enfant - l'égoïsme et l'attachement aux croyances personnelles - pour pouvoir y arriver.

Rôle des situations, dans ce processus vers la formalisation:

- socialisation de la pensée individuelle et subjective de l'enfant, en rentrant dans des différents points de vues, étrangers à lui même vers une acceptation des hypothèses

- détachement progressif des croyances personnelles, vers la construction de raisons, aussi bien personnelles que collectives (voir WERMUS, Des attitudes et des croyances).

3.2 LES CONNAISSANCES PUBLIQUES

Etant donné la grande absence de connaissances institutionnalisées ou à institutionnaliser dans nos situations, nous voudrions préciser le sens que nous allons donner à ce type des connaissances.

Nous allons considérer comme connaissance publique:

- toute connaissance privée des élèves qui "émergera" au niveau collectif, dans les phases du débat, et sur lesquelles il y aura une certaine reconnaissance publique: acceptation, débat, ou même rejet après l'accord majoritaire.

- les connaissances scolaires acquises antérieurement.

- les nouvelles connaissances, introduites par la maîtresse au cours des situations.

i) Toute connaissance privée des élèves qui "émergera" au niveau collectif.

Nous pouvons retrouver dans notre premier groupe toutes les connaissances, que nous venons d'analyser dans le Chapitre des connaissances privées:

- c'est dans ce sens-là que nos situations vont jouer un rôle phénoménotéchnique, ces connaissances privées pourront être publiques (donc on pourra les mettre en évidence, les observer),

- et à la fois, cette possibilité d'émergence, donne un statut "public" à certains aspects de la Pensée naturelle de l'enfant, sans que nécessairement ils doivent être identifiés comme une erreur vis-à-vis de la Pensée formelle: ils peuvent être acceptés, discutés ou rejetés collectivement (et non pas par la seule décision du maître).

Nous attendons (puisque nous l'avons cherché dans nos situations avec les variables didactiques) un travail public spécifique sur:

- la négation et les ensembles définis par des critères négatifs (pendant toute la séance)

- la conjonction de critères et l'intersection d'ensembles (dans l'agrégation des critères)

- les prédicats amalgamés, leur centration et décentration (la recherche des critères)

- les méthodes de comparaison des classes (l'inclusion, l'implication ou l'inférence, l'identité, la ressemblance, etc.) et le calcul des proximités et des distances

ii) Les connaissances scolaires acquises antérieurement.

Cette catégorie est très restreinte dans nos situations, puisque ces connaissances sont assez indépendantes du reste du programme, mais nous allons en citer quelques-unes, que nous pouvons considérer comme des stratégies de base par rapport à l'ensemble des leçons:

- Les connaissances scolaires antérieures sur la classification: notamment à l'école maternelle, des activités classificatoires portant généralement sur un seul critère-couleur, taille, forme-, mais aussi l'utilisation d'autres classifications simples dans des différents domaines (botanique, zoologie, grammaire, ou même mathématique).

iii) Les nouvelles connaissances, introduites par la maîtresse au cours des situations.

L'unique connaissance à institutionnaliser par le maître, c'est dans le domaine de la botanique: c'est une initiation à la classification botanique à partir de la reproduction, à élargir, éventuellement, vers une classification botanique plus complète.

Et cette institutionnalisation ne peut être faite qu'après le travail avec les situations.

Nouveau vocabulaire

Donc, pendant les situations aucune institutionnalisation n'est prévue, à l'exception des précisions botaniques demandées pendant la PHASE de recherche des critères, dans la classification des plantes, mais un certain vocabulaire nouveau va être introduit par le maître et utilisé progressivement par les élèves:

- Sur le tableau: code, critères ou caractères, lignes colonnes, case, tableau.
- Sur l'agrégation: couple, "paquet", "étiquettes" (paternes ou profil des agrégats)
- Sur la classification: classe, partition³⁰, classification (avec un nouveau sens, qui élargit le précédent), arbre, branche.

Ce vocabulaire, ne va pas être l'objet d'une institutionnalisation "formelle", il va être présenté, utilisé et même corrigé (ou précisé), mais il ne sera pas objet d'une évaluation ni contrôle spécifique.

Nouvelles connaissances

Il est prévu d'arrêter le déroulement des séances, pendant la PHASE I de la classification des plantes, pour travailler pendant quelques jours les concepts botaniques proposés par les enfants et qui demandent une clarification: vocabulaire sur la forme des feuilles (lobée, dentée, allongée, etc.), des parties de la plante (les "bourgeons", etc...).

Après les renseignements, et l'introduction de ces nouveaux concepts, les enfants devront les "appliquer", c'est-à-dire identifier leur présence (ou absence) sur chacune des plantes, ce qui peut demander de nouvelles précisions ou débats collectifs, sur les nouvelles connaissances.

30. Normalement le maître au lieu d'utiliser ce mot parlera de "groupements", des "paquets" (des questions/critères ou des sujets/objets).

La dernière situation de la classification des plantes: l'analyse et la comparaison des classifications botaniques déjà existantes, demandera aussi certaines précisions botaniques (nouveaux critères de classification, dénominations inconnues des classes, etc.) de la part du maître.

L'institutionnalisation de la classification botanique sera faite à partir de la présentation de la classification choisie par le maître (nombre de partitions, critères choisis, représentation de la classification (arbre, diagrammes de Carroll, ...)).

3.3 LES CONNAISSANCES PRIVEES DE L'ENSEIGNANT:**QUELQUES QUESTIONS.**

Il serait intéressant de connaître quels sont aussi les rapports privés et publics de l'enseignant par rapport au savoir Classification et aux connaissances liées à ce savoir: c'est-à-dire quels sont les rapports avec les connaissances en jeu pendant les situations et avec l'outil que nous lui proposons pour leur traitement.

Nous allons simplement évoquer quelques questions dont les réponses peuvent signaler des lignes possibles de recherche, qui peuvent compléter notre étude des différentes connaissances en jeu dans la relation didactique:

- Quels sont les rapports personnels de l'enseignant avec le savoir Classification, dans les différents domaines, ou institutions de référence où celui-ci est reconnu comme objet d'étude, ou comme méthode de travail: les Mathématiques, les Sciences (la botanique particulièrement), la Logique formelle, la Psychologie, la Pensée naturelle...?

C'est-à-dire, quelles sont ses connaissances privées, sur la classification, dans les différents domaines visés?

- Quels sont ses rapports publics?

- Qu'est-ce que l'enseignement a institutionnalisé ou est susceptible d'institutionnaliser, par rapport aux connaissances privées de l'élève?, donc,

- Qu'est-ce qui serait sous la responsabilité de l'enseignant par rapport à l'enseignement de la classification?

- Comment réaliser la transposition didactique du savoir ou de la connaissance CLASSIFICATION?

Une dernière remarque sur le caractère des situations et les rapports privés de l'enseignant avec le savoir Classification et les différentes connaissances privées de l'élève que nous voulons présenter: les situations proposées ne demandent aucune préparation spécifique ni complémentaire de la part des enseignants, ni sur la pensée naturelle, ni sur la logique formelle, ni encore sur les Mathématiques.

Dans les fiches didactiques et dans l'analyse du travail du maître déjà présentées dans le Chapitre 2, cette affirmation peut être constatée.

Par contre, l'expérimentation nous a montré (et ici nous anticipons sur nos résultats), que la recherche des critères en botanique, a demandé un travail de recherche d'information supplémentaire de la part des enseignants, chaque année.

Nous signalons comme exemple, le travail à propos du concept "bourgeon": critère proposé par un des enfants, "Est-ce que ta plante a des bourgeons?".

D'abord identifier ce que l'enfant voulait dire (il ne connaissait pas le mot, mais il a remarqué son existence et a demandé au maître), pour pouvoir répondre pour toutes les plantes: ces réponses ont demandé une recherche de précisions sur le concept "bourgeon" qui ne se trouvent pas dans les livres de textes des enfants, ni même dans beaucoup de dictionnaires ou livres spécifiques de plantes.

CHAPITRE 4. L'OBSERVATION DES SITUATIONS**4.1 L'EXPERIMENTATION**

L'expérimentation de la famille de situations didactiques proposées, a été la suivante

PRE-EXPERIMENTATION Année scolaire:85-86	
CM2 (A-B)	CM1 (A-B)
JEU DU VOYAGE+ORDINATEUR + CLASSIFICATION PLANTES	JEU DU VOYAGE + JEU DE COALITION
EXPERIMENTATION	
1ère EXPERIMENTATION Année scolaire:87-88	2ème EXPERIMENTATION Année scolaire:88-89
CM2 (A-B)	CM2 (A-B)
JEU DU VOYAGE + CLASSIFICATION PLANTES	JEU DU VOYAGE + CLASSIFICATION PLANTES

Les résultats de l'observation de la pré-expérimentation ont été présentés dans le mémoire de D.E.A (ORUS, 1986).

Ces résultats nous ont offert des indices et des renseignements nécessaires pour mettre au point l'ensemble de l'expérimentation, du point de vue de l'ingénierie didactique, telle qu'elle a été observée.

Le choix du CM2 a été induit par la demande des maîtres, à propos de la classification botanique: ils voulaient continuer l'expérimentation, et même élaborer une ingénierie qui puisse être incorporée au programme, d'une manière assez définitive.

Cette demande des maîtres nous permettait, au niveau de la recherche, d'approfondir davantage la classification comme méthode scientifique, et nous avons pris cette direction pour les nouvelles observations. Mais la conséquence de ce choix a supposé aussi en fait, la non-continuation du travail entrepris dans le Jeu de coalition, et de la possibilité d'expérimenter de nouvelles variantes dans le domaine de l'éducation civique, un projet qui nous semble aussi d'un grand intérêt didactique et que nous regrettons profondément de ne pas avoir pu continuer d'observer pendant l'expérimentation.

L'analyse détaillée des observations a été faite, sur l'observation de la deuxième expérimentation, dans les deux classes de CM2A et CM2B: le déroulement et les résultats des séances des deux années de l'expérimentation ont été très semblables, mais dans la deuxième expérimentation le travail sur la classification des plantes a été poussé un peu plus loin; raison par laquelle nous avons choisi de présenter cette observation pour son analyse.

En Annexe, nous avons présenté la transcription de déroulement de toutes les séances de l'observation, dans la classe de CM2B, pour que les constats et les analyses des observations, que nous allons présenter dans ce Chapitre puissent être évalués dans leur contexte et, en conséquence que la pertinence de l'interprétation de nos analyses puisse aussi être jugée.

Nous allons présenter l'observation de chaque séance, du Jeu du Voyage d'abord, et après de la Classification de plantes, en essayant de montrer principalement:

- le fonctionnement des diverses connaissances privées, à partir du travail individuel des élèves, et des connaissances publiques, pour l'élève par rapport à la classification

- la dévolution et le contrat didactique établis
sur ces connaissances

4.2 L'OBSERVATION

4.2.1 LE JEU DU VOYAGE

1ère séance: OBSERVATION

4.2.1.1 Le travail de l'élève

A) LES DONNEES (I): QUESTIONS, POUR L'ENQUETE

Proposées par CM2B. Année scolaire 1988/89

Voici la liste de toutes les questions
proposées par les élèves de CM2B; les symboles *
représentent le nombre d'élèves qui ont choisi la même
question (une fois que celle-ci ait été déjà signalée
par un autre élève)..

- 1.- Aimez-vous aller à Albi, voir la cathédrale?
- 2.- Aimez-vous aller à Béziers pour aller à la mer et
... faire du cheval?
- 3.- Aimez-vous aller à Bordeaux
... pour monter sur le pont d'Aquitaine?
- 4.- Aimez-vous aller au Brésil, pour
- 5.- ... aller voir les meilleurs matchs foot.?
- 6.- ... rencontrer le célèbre Pelé?
- 7.- Aimez-vous aller à la dune du Pyla,
... où il faut monter la dune pour aller voir l'océan?
- 8.- Aimez-vous aller aux Etats Unis
... (cheval-tennis-foot)
- 9.- Aimez-vous aller à Gaillac, visiter les vignobles?
- 10.- Aimez-vous aller à Hawaï
.... pour faire de la plongée sous-marine
- 11.- Aimez-vous aller à la campagne?
- 12.- Aimez-vous aller à la piscine? (*)
- 13.- Aimez-vous aller à l'étranger (*),

- pour faire des découvertes?
- 14.- Aimez-vous aller à l'océan?
- 15.- Aimez-vous aller à un parc d'attractions,
.... en Amérique?
- 16.- Aimez-vous aller à un centre de loisirs et sport?
- 17.- Aimez-vous aller au plus grand zoo du monde?
- 18.- Aimez-vous aller vous balader sur la plage?
- 19.- Aimez-vous aller à Marseille?
- 20.- Aimez-vous aller au musée du Louvre?
- 21.- Aimez-vous aller à New-York? (***)
- 22.- Aimez-vous aller à Paris
.... pour trouver la Tour Eiffel? (***)
- 23.- Aimez-vous aller à la Place de la Prise de la
Bastille?
- 24.- Aimez-vous aller à Québec?
- 25.- Aimez-vous aller à Rome,
.... pour voir des châteaux, des ruines?
- 26.- Aimez-vous aller à Venise
.... pour faire des balades en gondole?
- 27.- Aimez-vous aller dans les Pyrénées?
- 28.- Aimez-vous aller en Amérique
.... pour visiter la statue de la Liberté? (****)
- 29.- Aimez-vous aller en Australie? (natation-cheval)
- 30.- ... pour voir des kangourous, des koalas?
- 31.- Aimez-vous aller en Californie?
- 32.- Aimez-vous aller en Grèce, à Olympie?
- 33.- Aimez-vous aller en Egypte
.... pour visiter les pyramides? (*)
- 34.- Aimez-vous aller en Inde?
- 35.- Aimez-vous aller en Italie?
- 36.- Aimez-vous dormir en groupe ou
.... avec une chambre pour vous même?
- 37.- Aimez-vous faire de l'escalade sur l'Himalaya?
- 38.- Aimez-vous faire de l'escalade
.... sur la plus grande montagne du monde?
- 39.- Aimez-vous faire de la marche à pied?
- 40.- Aimez-vous faire de la planche à voile?

- 41.- Aimez-vous faire de fouilles archéologiques
... dans la montagne
- 42.- Aimez-vous faire du base-ball?
- 43.- Aimez-vous faire du canoë kayak?
- 44.- Aimez-vous faire du cheval?
- 45.- Aimez-vous faire du foot-ball?
- 46.- Aimez-vous faire du sport? (*)
- 47.- Aimez-vous faire le tour du monde? (***)
- 48.- Aimez-vous faire du vélo?
- 49.- Aimez-vous faire un voyage dans une croisière? (*)
- 50.- Aimez-vous faire vos loisirs en Australie?
- 51.- Aimez-vous visiter des châteaux? (*)
- 52.- Aimez-vous visiter des grottes?
- 53.- Aimez-vous visiter des monuments? (*)
- 54.- Aimez-vous visiter des châteaux, des grottes, des monuments, etc (**)
- 55.- ... dans le monde entier?
- 56.- Aimez-vous visiter les magazines?
- 57.- Aimez-vous visiter des ruines (*),
... du temps des Francs?
- 58.- Aimez-vous visiter une base spatiale?
- 59.- Aimez-vous visiter une fusée?
- 60.- Aimez-vous voir une exposition du futur?

A1. CARACTERE SEMANTIQUE DES QUESTIONS: LES CRITERES

Les questions posées par les élèves peuvent être classées, en considérant la nature de leur contenu sémantique, dans les groupes suivants:

Questions sur des endroits concrets comme destinée du voyage: villages, villes, pays, même une place concrète, montagnes, ...

Sur un total de 60 questions proposées différentes, plus les 24 questions formulées qui répètent des questions déjà considérées parmi les 60 précédentes (symbolisées avec * dans la liste des questions), il y

a 31 réponses différentes plus 17 répétées qui appartiennent à ce premier groupe:

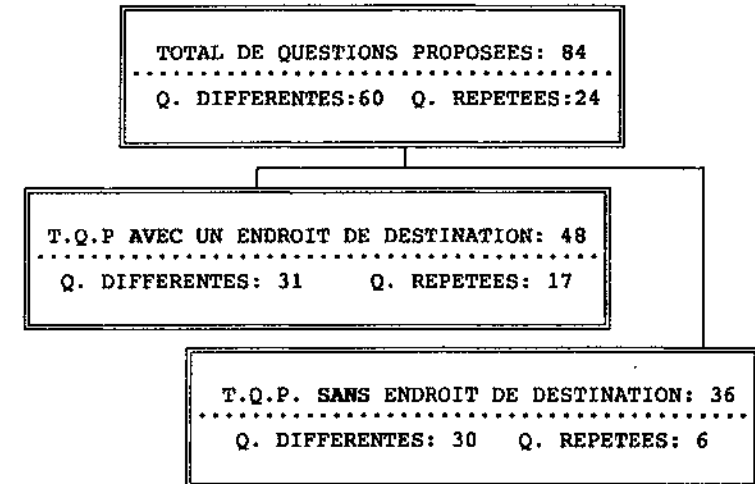


Schéma V1B.1

Le groupe de questions, qui propose un endroit concret de destination suppose donc, plus de la moitié du total des questions proposées.

Dans ce groupe, selon les types d'endroits proposés, deux tendances:

- les endroits familiers, proches et accessibles, nous pourrions les qualifier de "destinations possibles"
- les endroits exotiques, lointains, et inaccessibles: "destinations de rêve"

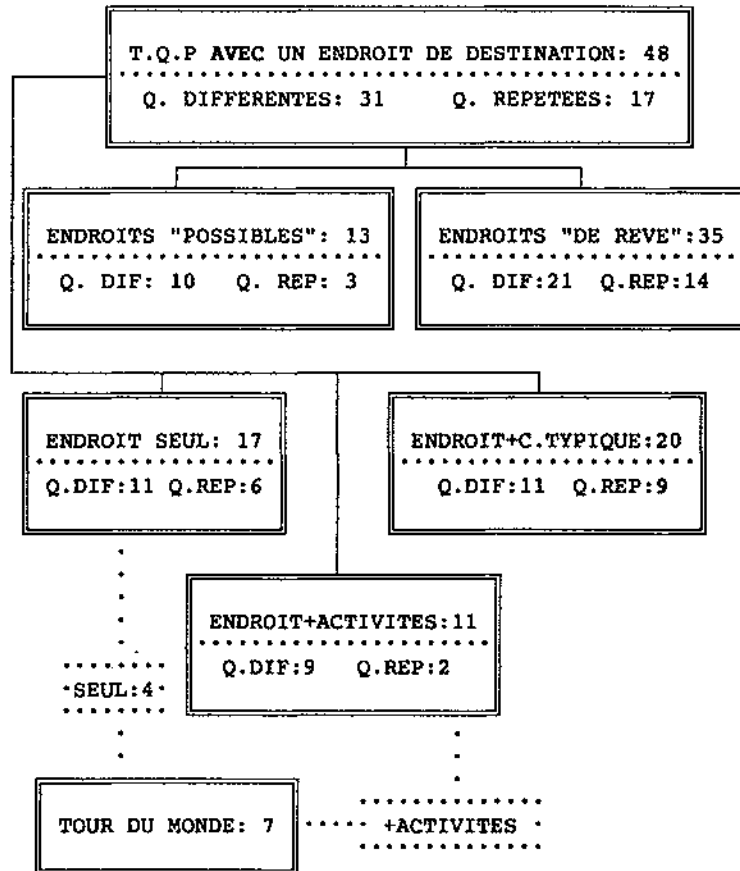


Schéma V1B.1a

Il y a aussi d'autres distinctions de types établies à considérer:

- ceux qui proposent seulement l'endroit
- ceux qui proposent l'endroit en fonction de ses caractéristiques, de ce qui est "typique"

- ceux qui proposent l'endroit mais avec des activités qui ne sont pas spécifiques de l'endroit choisi

Remarque: Nous avons repéré le groupe d'élèves qui ont choisi "le tour du monde" comme étant aussi un endroit de destination; et dans les distinctions faites précédemment les élèves qui ont fait ce choix sont classés aussi bien dans "endroit tout seul", que dans "endroit + activités". Mais nous l'avons, quand même, différencié dans le cadre ci-joint comme une caractéristique particulière à remarquer.

Le reste des questions, celles qui ne font pas de référence aux endroits de destination, peuvent être considérées dans les groupes suivants, qui ne sont pas disjoints:

Questions sur les caractéristiques de l'endroit de destination du voyage: plage, montagne, campagne...

Questions sur les activités à réaliser pendant le voyage: faire du sport, de la marche à pied, du football, un croisière, visiter les musées,...

Représentation dans le Schéma V1B.1b.

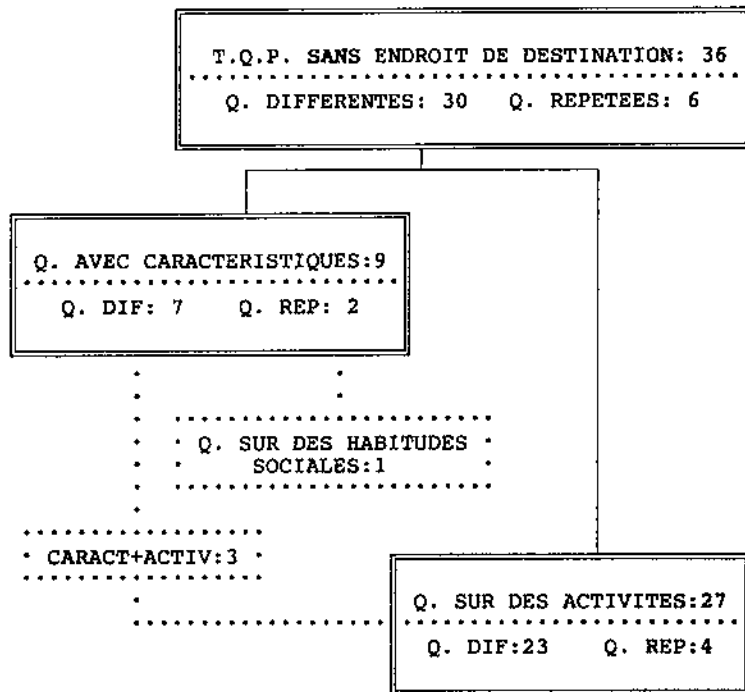


Schéma V1B.1b

Pour finir nous voudrions signaler un type de question très singulier:

Questions sur les habitudes sociales des enfants pendant le voyage: aimeriez vous dormir en groupe ou avec une chambre pour vous-même?

Nous avons voulu remarquer ce groupe de questions, malgré l'absence presque totale de références: seule une question a cette caractéristique, mais elle suggère toute une collection de questions importantes qui pourraient avoir été considérées pour planifier un

voyage collectif et qui ont été collectivement ignorées. Peut être parce que nous les avons négligées aussi dans la préparation de la séance.

A2. STRUCTURE LOGIQUE DES PROPOSITIONS

Si on considère la structure logique des questions proposées par les élèves, parmi le total des 84 propositions faites (si elles sont considérées dans leur forme énonciative en négligeant la forme interrogative dans laquelle elles ont été formulées), il y en a 22 différentes plus 12 questions répétées qui ne sont pas des propositions atomiques, c'est-à-dire un total de 34 propositions qui peuvent être considérées comme moléculaires, comme conjonction au moins de deux propositions, et sur lesquelles le travail de leur acceptation ou de leur rejet de la part des enfants est influencé par cette structure logique, même si les enfants ne sont pas conscients; c'est là que le problème se pose pour le maître: il ne peut pas accepter ces questions composées sans constater leur différence avec les propositions atomiques, et il ne peut pas, non plus, faire un discours logique sur cette structure et ces différences.

Dans l'ensemble des 50 propositions atomiques faites, il faut signaler qu'il y en a 17 qui proposent un endroit de destination concret (Ex.: aller à Québec), donc il n'en reste que 33 (27 différentes et 6 répétées) du total de 84 questions pour lesquelles, le travail du maître sur l'agrégation des données, à partir des critères proposés par les enfants aurait du sens.

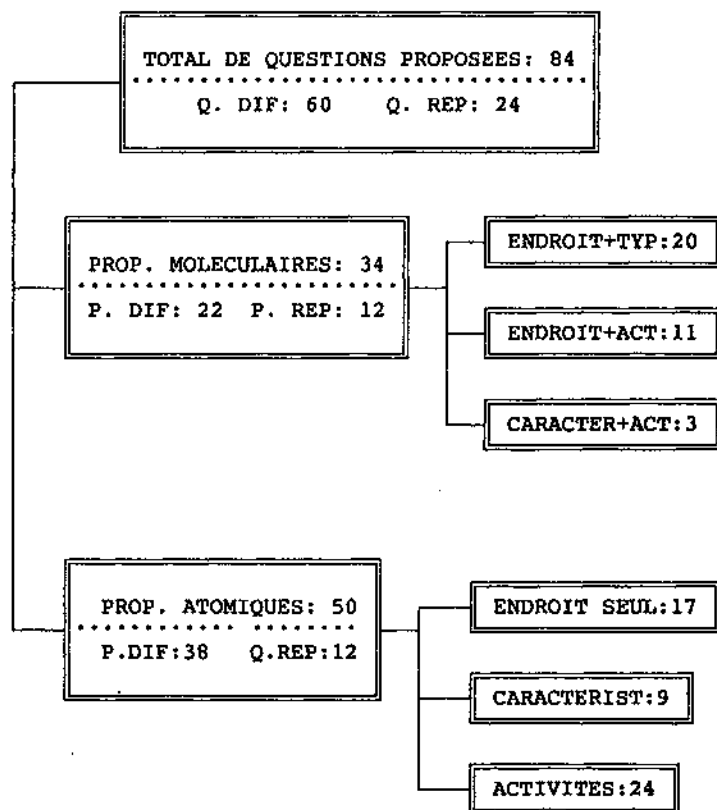


Schéma V1B.2

Les propositions moléculaires et leurs rapports avec les propositions atomiques déjà proposées, offrent au maître la possibilité d'un travail logique assez important:

- sur l'implication des questions. Ex.: les questions 25, 51, 52, 53, 54 et 57 peuvent susciter les débats suivants:

Est-ce que tous les élèves qui aiment visiter des châteaux (Q51), aiment aussi aller à Rome, pour voir des châteaux, des ruines (Q25)?

Et tous les élèves qui aiment aller à Rome, pour voir des châteaux, des ruines (Q25), aiment aussi aller visiter des châteaux, même si ceux-ci ne sont pas en Rome? (Q51 adaptée)

Mêmes questions entre Q53 et Q25.

Est-ce que les élèves qui aiment visiter les ruines du temps des Francs (Q57) sont les mêmes que ceux qui aiment aller à Rome, pour voir des châteaux, des ruines (Q25)?

Sont-ce les mêmes qui aiment visiter les trois choses à la fois, des châteaux, des monuments, des grottes, dans le monde entier (Q54), que ceux qui aiment aller visiter chaque chose séparément (Q51, Q52, Q53). Etc.

- sur les opérations entre sous-classes:

Inclusion

Ex.: Quelle relation il y a entre les élèves qui aiment aller à Béziers pour aller à la mer et faire du cheval (Q2) et les élèves qui aiment faire du cheval (Q44)?

Intersection

Ex.: Est-ce-qu'il est possible de trouver une question répondue affirmativement par tous les élèves qui aiment aller à Rome, pour voir des châteaux, des ruines (Q25), et ceux qui aiment aller en Italie (Q35)? De même pour les élèves qui aiment aller en Inde (Q34) et ceux qui aiment aller à l'étranger pour faire des découvertes?

Soustraction

Ex.: Est-ce-qu'il y a (ou peut-il y avoir) des élèves qui répondent "oui" à la question Q46 ("Aimez-

vous faire du sport?") et "non" à la question Q48 ("Aimez-vous faire du vélo?")?

Et au contraire, "oui" à la question Q48 et "non" à la question Q46?

Complémentarité

Ex.: Comment désigner, caractériser les élèves qui aiment faire le tour du monde (Q47) et qui n'aiment pas visiter des châteaux, des grottes, des monuments, dans tout le monde (Q54)?

Les exemples cités servent seulement à illustrer le type de travail logique que les questions posées permettent: ceci n'a pas été fait de façon exhaustive, et il n'a pas été proposé aux maîtres, mais dans les différentes observations réalisées (même dans la pré-expérimentation) on a observé des débats semblables, mais qui jamais n'étaient approfondis, ceci n'étant pas l'objectif de cette première séance.

A3. CARACTERISATION DES PROPOSITIONS DES ELEVES EN FONCTION DES QUESTIONS ET DES CRITERES

Du groupe de 25 élèves de la classe CM2B, 22 étaient présents à cette lère séance et seulement un d'entre eux n'a pas fait de propositions, il n'a pas posé des questions aux autres.

Les autres enfants présents dans la séance ont proposé des questions, avec une moyenne de 4 questions par élève, ce qui indique une forte participation.

Cette participation est résumée dans le tableau suivant (Tableau VIB.1):

Nombre quest/él	0 ≤ n.q. ≤ 2	3 ≤ n.q. ≤ 5	n.q. > 5
Nombre d'élèves	2	19	1
Pourcentage él.	9 %	86.5 %	4.5 %

- Tableau VIB.1 -

Le travail de chacun des 21 élèves nous l'avons caractérisé en fonction des questions proposées et des critères ou caractéristiques que nous avons signalés dans le paragraphe précédent; ces critères nous ont amené à considérer deux types des propositions:

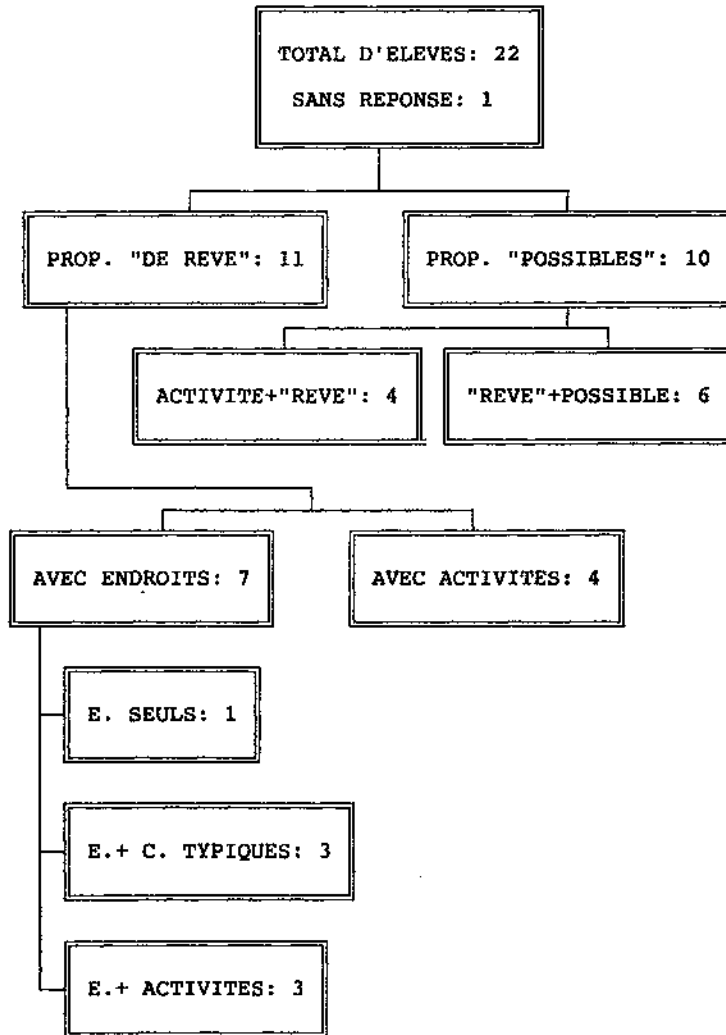
* Propositions "de rêve", où toutes les questions proposées sont du type que nous avons considéré comme "questions vers destination de rêve", ou bien des questions sur des activités qui peuvent être caractérisées comme "fantastiques" ou peu habituelles pour l'enfant.

Propositions avec des références sur des endroits possibles, avec des caractéristiques qui leur sont familières, ou des activités qui leur sont habituelles.

Presque toutes ces propositions, comportent un certain nombre de questions "fantastiques" ou "de rêve", mais pas plus de 50% du total des questions proposées, et celles-ci sont combinées avec les références possibles, familières, habituelles, notamment sur les activités à réaliser ou les caractéristiques de l'endroit de destination choisi.

Si on prend en compte les caractéristiques attribuées aux questions dans le paragraphe précédent,

nous trouvons la distribution suivante, pour les propositions faites:



- Schéma V1B.3 -

B) LES DONNES (II): QUESTIONS, POUR L'ENQUETE
Proposées par CM2A, Année scolaire 1988/89

Voici la liste de toutes les questions proposées par les élèves de CM2A; le symbole * représente le nombre d'élèves qui ont choisi la même question (après que celle-ci ait déjà été choisie par un autre élève)..

- 1.- Aimez-vous aider les autres à parler français?
- 2.- Aimez-vous aller à la campagne? (*)
- 3.- Aimez-vous aller à la plage? (***)
- 4.- Aimez-vous aller à la piscine?
- 5.- Aimez-vous aller à Paris? (*)
... pour voir des monuments célèbres?
- 6.- Aimez-vous aller aider les enfants en difficulté?
- 7.- Aimez-vous aller dans le massif de l'Himalaya
... pour faire de l'escalade?
- 8.- Aimez-vous aller dans un club de sport?
- 9.- Aimez-vous aller dans un centre informatique?
- 10.- Aimez-vous aller dans un pays
... que vous ne connaissiez pas?
- 11.- Aimez-vous aller en classe de mer
... pour faire des activités sur la mer?
- 12.- Aimez-vous aller en Angleterre
... pour voir le trésor royal?
- 13.- Aimez-vous aller en Espagne
... pour apprendre l'espagnol?
- 14.- Aimez-vous aller en Italie?
- 15.- Aimez-vous aller en ville
... faire des achats de souvenirs?
- 16.- Aimez-vous aller voir des immeubles à New-York? (*)
- 17.- Aimez-vous apprendre à respecter la nature?
- 18.- Aimez-vous courir les boutiques?
- 19.- Aimez-vous écrire des lettres?
- 20.- Aimez-vous faire de la cuisine?
- 21.- Aimez-vous faire de l'ordinateur?
- 22.- Aimez-vous faire des baignades?

- 23.- Aimez-vous faire des compétitions?
- 24.- Aimez-vous faire des jeux ensemble?
- 25.- Aimez-vous faire des jeux où on court?
- 26.- Aimez-vous faire des promenades à la montagne,
.... à la mer?
- 27.- Aimez-vous faire des sorties au bord de la mer?
- 28.- Aimez-vous faire des travaux manuels?
- 29.- Aimez-vous faire du foot?
- 30.- Aimez-vous faire du ski?
- 31.- Aimez-vous faire du sport?
- 32.- Aimez-vous faire du sport, de la natation?
- 33.- Aimez-vous faire du vélo?
- 34.- Aimez-vous faire la sieste?
- 35.- Aimez-vous faire un pique-nique? (*)
- 36.- Aimez-vous faire un pique-nique en montagne?
- 37.- Aimez-vous faire un pique-nique en vélo?
- 38.- Aimez-vous goûter les spécialités du pays?
- 39.- Aimez-vous la chaleur?
- 40.- Aimez-vous la mer?
- 41.- Aimez-vous la neige?
- 42.- Aimez-vous le français?
- 43.- Aimez-vous le froid?
- 44.- Aimez-vous le tennis? (*)
- 45.- Aimez-vous le sable chaud et la mer?
- 46.- Aimez-vous les classes de mer?
- 47.- Aimez-vous les croisières?
- 48.- Aimez-vous les colonies de vacances?
- 49.- Aimez-vous les croisières dans le Pacifique?
- 50.- Aimez-vous les maths?
- 51.- Aimez-vous les montagnes?
- 52.- Aimez-vous marcher en montagne?
- 53.- Aimez-vous vous promener dans les bois?
- 54.- Aimez-vous observer la nature?
- 55.- Aimez-vous regarder la télévision? (*)
- 56.- Aimez-vous rester au même endroit?
- 57.- Aimez-vous sortir à cheval?
- 58.- Aimez-vous sortir le soir?

- 59.- Aimez-vous vous loger dans un hôtel?
- 60.- Aimez-vous travailler?
- 61.- Aimez-vous visiter des villes en groupe?
- 62.- Aimez-vous visiter des monuments, des musées,
.... des parcs etc..., avec un guide?
- 63.- Aimez-vous visiter des monuments historiques?
- 64.- Aimez-vous visiter des musées? (*)
- 65.- Aimez-vous visiter les châteaux?
- 66.- Aimez-vous vous baigner?
- 67.- Aimez-vous vous promener?
- 68.- Aimez-vous voyager?
- 69.- Qu'est-ce que tu n'aimes pas?, pourquoi?
- 70.- Allez vous en vacances?
(Remarque: L'élève change la formulation "aimez-vous...?" employée dans les autres 6 questions qu'il a proposées)
- 71.- Je ne veux pas aller en URSS, et vous?

Remarques.

R1.- Les questions 69, 70 et 71 qui sont proposées en plus, avec d'autres qui sont dans la liste précédente, chez différents enfants, différentes des autres 68 questions dans leur formulation et ne suivent pas la consigne donnée, raison pour laquelle nous n'allons pas les prendre en compte dans le schéma général d'analyse des questions proposées; mais nous voulons les présenter précisément à cause de leurs différences avec le reste des propositions.

R2.- Un enfant a commencé à poser des questions, mais il les a barrées, pour faire ces deux assertions sur ses goûts:

- Je voudrais aller à la mer pour me baigner et me bronzer.

- Je voudrais aller à la montagne pour faire de l'escalade.

B1. CARACTERE SEMANTIQUE DES QUESTIONS: LES CRITERES

Les questions posées par les élèves de CM2A sont centrées principalement sur les activités à réaliser pendant le voyage (plus de 61% des questions).

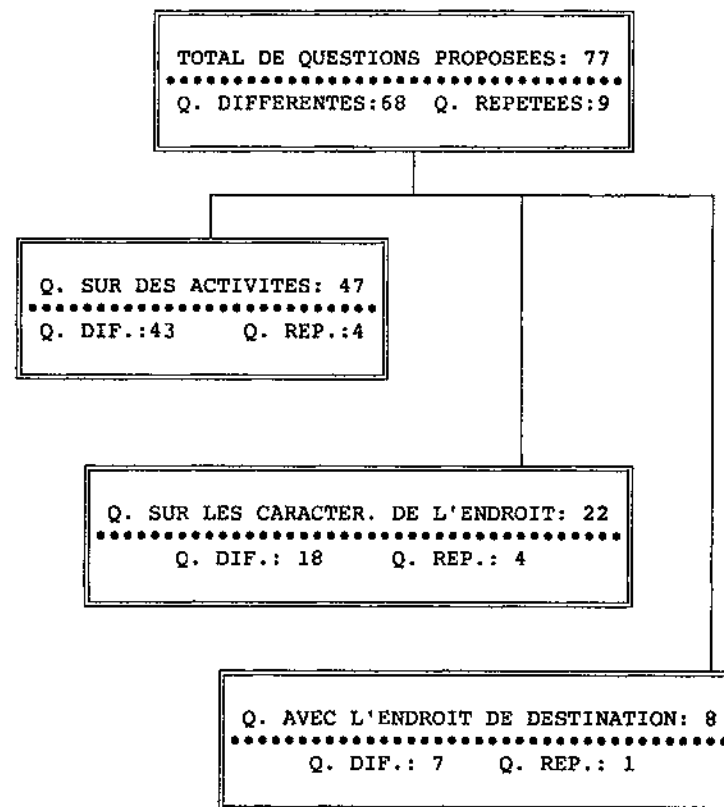
En deuxième position c'est sur les caractéristiques possibles de l'endroit de destination que se centrent les questions des enfants, mais d'une manière plus minoritaire (environ 26% des questions différentes, et 32% si on considère le nombre total des questions).

En dernier, le groupe de questions moins choisies (qui représentent approximativement 10% du total des questions), portent sur des endroits concrets de destination, mais on ne trouve qu'une seule question sur l'endroit tout court ("Aimeriez-vous aller en Italie?"); dans les autres six questions du groupe l'endroit est accompagné soit des activités proposées soit des caractéristiques typiques de cet endroit.

Les questions peuvent être classées donc, en considérant la nature de leur contenu sémantique, dans les groupes suivants: (Schéma VI.A.1)

Cette distribution globale du contenu sémantique des questions est assez différente de celle des élèves de la classe CM2B; ceux-ci étaient fortement centrés sur les endroits de destination et non sur les activités ou les caractéristiques du voyage.

Le caractère minoritaire des questions sur les endroits concrets, élimine à la fois le caractère fantastique et imaginaire qu'avaient beaucoup des questions proposées au CM2B.



- Schéma VI.A.1 -

Par contre le "réalisme" des questions est tel, que certaines d'entre elles deviennent non pertinentes étant donné le but du jeu: élaborer une enquête pour connaître les goûts des enfants sur un possible voyage collectif. Les questions "Aimez-vous regarder la télévision?", "Aimez-vous les maths.?" ou "Aimez-vous le français?", ne nous apportent pas d'informations pertinentes, vis-à-vis d'un voyage.

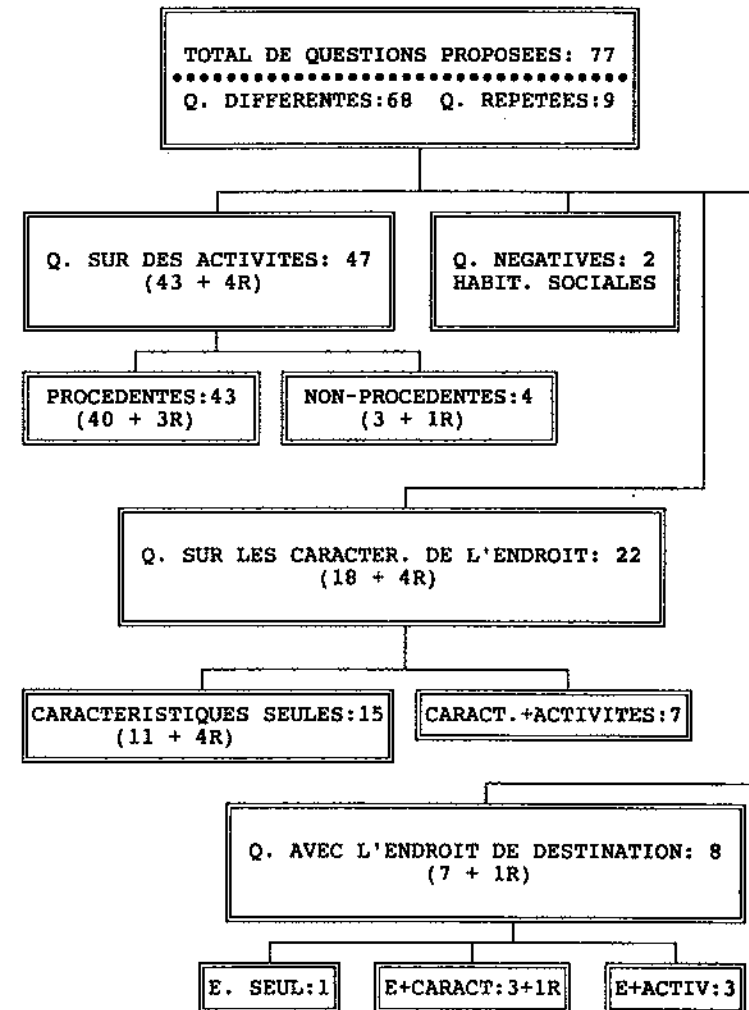
Il faut remarquer aussi, que les questions de la classe CM2B appelées "questions sur les habitudes sociales" sont présentes ici d'une manière un peu différente, mais nous considérons qu'elles peuvent appartenir à une même catégorie de questions: ce sont des questions sur les goûts négatifs, c'est-à-dire, sur ce qui n'est pas aimé.

Ce type de questions semble exprimer un besoin de connaissance, de la part des enfants, des choses des autres ou d'eux-mêmes, qui pourraient bloquer le voyage ensemble, par leur côté négatif: c'est-à-dire qu'elles expriment une considération différente des goûts positifs et négatifs.

Cette considération pourrait être très importante en tant que moyen social de décision collective et à cause de cette caractéristique nous avons voulu la remarquer dans cette épigraphe, malgré sa rareté dans le groupe de questions de ce type: deux parmi les 77 questions posées; elles pourraient aussi cacher des préjugés sociaux, toujours importants à déceler et à discuter en classe:

- "Qu'est-ce que tu n'aimes pas?, pourquoi?"
- "Je ne veux pas aller en URSS, et vous?"

La distribution un peu plus détaillée du contenu des questions, en prenant en compte tous ces critères, est exprimée dans le Schéma VI.A.1a



B2. STRUCTURE LOGIQUE DES PROPOSITIONS

Si on considère la structure logique des questions proposées par les élèves, parmi le total des 77 propositions faites (si elles on considère leur forme énonciative en négligeant la forme interrogative dans laquelle elles ont été formulées), il y en a 17 différentes plus 2 questions répétées qui ne sont pas des propositions atomiques, c'est-à-dire un total de 19 propositions qui peuvent être considérées comme moléculaires.

Nous avons déjà signalé, pour la classe de CM2B, la difficulté de gestion de ce type des propositions.

Dans l'ensemble des 58 propositions atomiques faites, il faut signaler qu'il y en a seulement 3 qui proposent un endroit de destination concret (Ex.:aller en Italie), donc c'est sur les 55 propositions qui restent (49 différentes et 6 répétées) du total de 74 questions pour lesquelles le travail du maître sur l'agrégation des données à partir des critères proposés par les enfants aurait du sens.

C'est-à-dire, dans cette classe de CM2A, le maître peut travailler sur 71% des propositions faites par les élèves, tandis que dans la classe de CM2B, le pourcentage était beaucoup plus restreint 39 %.

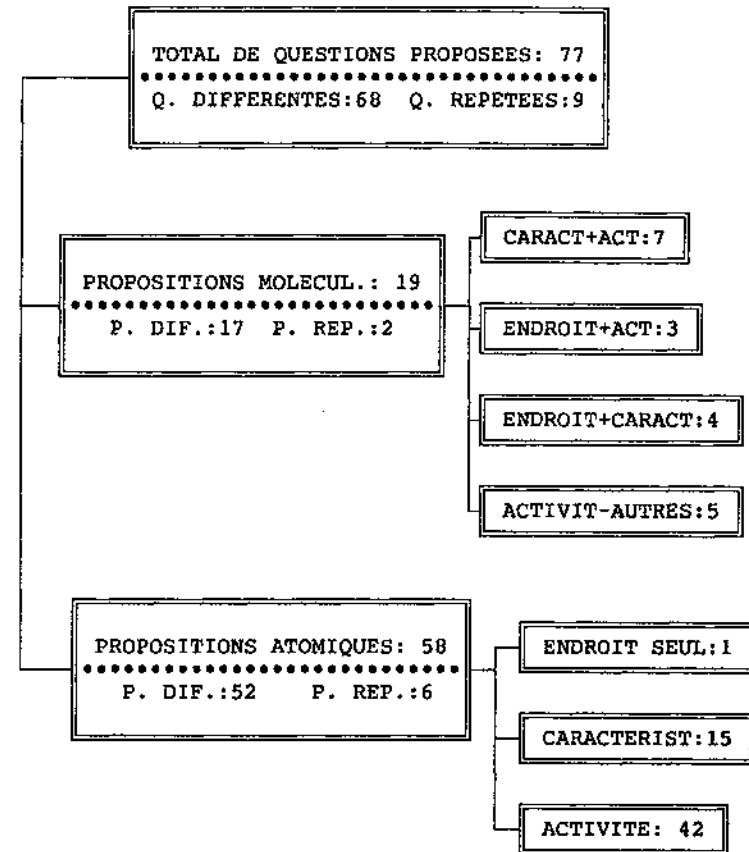


Schéma V1A.2

Le travail logique sur l'implication et les opérations avec les sous-classes serait aussi possible, en CM2A, à partir des questions proposées par les élèves, par exemple avec les questions Q46 et Q11; Q51, Q52, et Q54; Q62, Q63, et Q64; etc. (Voir A2)

B3. CARACTERISATION DES PROPOSITIONS DES ELEVES EN FONCTION DES QUESTIONS ET DES CRITERES

Les 24 élèves de la classe de CM2A peuvent être caractérisés en fonction des critères de leurs propositions, par les traits suivants:

- les 23 élèves présents pendant la séance ont posé des questions, avec une moyenne de 3 ou 4 questions par élève

- seulement l'apport d'un élève peut être considéré en dehors de la consigne: l'élève qui a fait des assertions sur ses goûts personnels, au lieu de poser des questions pour connaître les goûts collectifs. Il y a un autre élève dont les questions peuvent être considérées non-pertinentes pour le jeu (nous en avons déjà parlé)

- les questions de 4 élèves, font référence à des voyages fantastiques, impossibles, le reste de la classe est centré sur les caractéristiques et les activités des endroits à choisir (les élèves dans leurs propositions combinent ces deux types des questions), en restant dans le domaine des possibilités

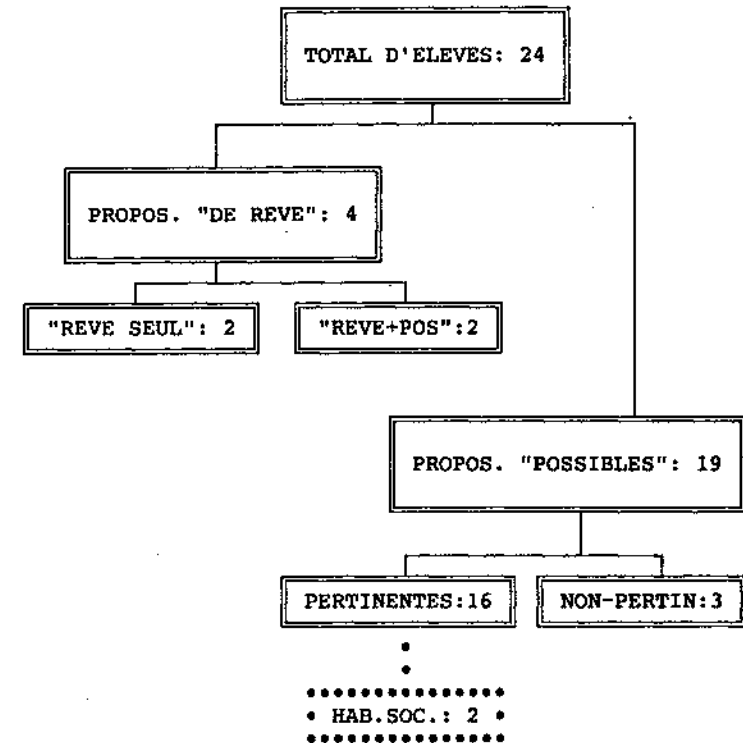
- il faut signaler aussi les deux élèves qui ont posé des questions sur les goûts négatifs

Ces considérations peuvent être résumées dans les tableaux suivants:

Nombre des propositions (n.q = nombre de questions proposées) faites par chaque élève et nombre d'élèves de chaque catégorie (selon le nombre de questions proposées).

Nombre questions	0 <n.q.≤ 2	3 ≤n.q.≤ 5	n.q > 5
Nombre d'élèves	6	14	3
Pourcentage d'él.	(26%)	(60%)	(13%)

- Tableau VIA.1 -



- Schéma VIA.3 -

4.1.1.2 Le travail du maître

Les deux maîtresses ont conduit la séance en accord avec les fiches didactiques prévues, et la préparation de la leçon; mais la manière dont la consigne a été dite a établi d'emblée, quelques différences dans le déroulement des leçons dans les deux classes:

CM2B

La consigne. Dévolution de la Phase-I: élaboration individuelle des questions.

La présentation de la situation a été faite de façon à laisser assez ouverte la participation des élèves, ce qui a enlevé un peu de force et de clarté à la consigne de la maîtresse; par contre cette ouverture a motivé les élèves qui ont commencé tout de suite à poser des questions, pleines d'imagination, pour l'enquête.

La maîtresse a su tirer profit des interventions des élèves pour repréciser la consigne et le type des questions attendues, mais l'imagination des élèves était déjà déclenchée et ceci a marqué le reste de la séance.

La phase collective: sélection des questions proposées

Les questions exotiques et portant sur des endroits concrets.

Parmi les questions proposées individuellement par chaque élève il y a un pourcentage très élevé (environ 57%) de questions que nous avons appelées "fantastiques", et qui portent sur endroits concrets de destinations lointaines et, d'une certaine manière, de "rêve": en conséquence moins de la moitié des questions ne vont pas être prises, par la maîtresse pour l'enquête, sous la forme rédigée.

La maîtresse a géré cette difficulté, dans la mise en commun, en demandant aux élèves les raisons du choix fait: c'est-à-dire, pourquoi veulent-ils aller à tel endroit?. Les réponses données par les élèves seront discutées et acceptées ou rejetées collectivement pour l'enquête, comme les autres questions proposées sur les activités ou les caractéristiques des endroits.

Ex.1: "El.- Aimez vous aller à Venise pour faire de balades en gondole?"

M.- Alors de Venise ce qui t'intéresse ce sont les gondoles?

Alors qu'est-ce qu'on met dans la question?

El.- aimez vous faire un tour de gondoles?

(La question a été retenue)."

Ex.2: "Aimez-vous aller au Louvre?"

M.- Alors, ça c'est un musée. La question serait ... ça c'est une question qui se poserait: Aimerez-vous visiter un grand musée?

Le professeur écrit cette question au tableau.

Ex.3: "E.- Aimerez-vous aller en Espagne?"

M.- Oh! Mais, qu'est-ce qu'il y a en Espagne? Est-ce que ça vous intéresse? Qu'est-ce qu'on peut faire en Espagne?

(Les élèves ne sont pas très convaincus).

M.- On sait pas encore où on va aller. Alors, pourquoi l'Espagne? Il y a des choses particulières?

E.- Parce c'est plein de petits trucs.

(La maîtresse ignore ce commentaire, et continue à chercher une justification à la question posée)

M.- Quelque chose de particulier à proposer aux gens?

E.- Il y a de la fête. Tous les jours il y a des fêtes.

E.- Pas tous les jours!

M.- Est-ce-qu'on pourrait poser la question d'une autre façon? Quelle question on pourrait poser? (En écrivant

au tableau) "Aimeriez-vous aller dans un endroit où il y a beaucoup de fêtes?"

Préviation des données du tableau.

Le caractère exotique des questions proposées par les élèves A produit aussi une grande quantité de réponses affirmatives: ceci a inquiété un peu la maîtresse, étant donné qu'il fallait (il était prévu) chercher aussi des questions discriminantes, c'est-à-dire de questions sur lesquelles les avis des enfants seraient partagés.

La maîtresse a essayé de chercher ce type de questions, même de forme explicite:

Ex.4: "Nicolas.- Aimez-vous visiter un musée de voitures?"

E.- Oui!, Non!

M.- Beaucoup n'aiment pas la question de Nicolas!

Bon, allez on la met!."

Cette question a été retenue.

Ex.5: "E.- aimeriez-vous aller visiter des magasins?"

E1.- Ah, non!

E2.- Ah, oui!

M.- Est-ce que tu crois que c'est une bonne question à poser?"

E.- Parce que les sahariens aimeront voir les choses françaises, et les français voudront voir ce que les sahariens ont dans leurs magasins.

M.- On la garde?"

Cette fois-ci la question n'était pas considérée comme pertinente par la maîtresse quand elle a été proposée, mais après l'argumentation de l'élève, elle l'a retenue.

Elle a décidé même d'ajouter, une nouvelle question à l'enquête, proposée par elle-même et qui aurait le caractère discriminant désiré:

Ex.6: "M.-Attendez!, On va ajouter une question que je propose moi-même, ¿Vous voulez?"

E.- Oui!

M.- Aimez-vous...

E.- ... aller à l'école?"

M.- ...faire un stage d'études?"

Allez, vous répondez!."

La surprise est arrivée, avec les réponses des élèves: ils avaient tous répondu affirmativement à la question.

Bien sûr, le jeu des enfants de faire plaisir au maître est à l'origine de cette réponse unanime!

Les propositions moléculaires.

La gestion par la maîtresse des questions des élèves qui n'étaient pas des propositions atomiques a été centrée sur deux aspects:

- montrer aux élèves qu'il n'est pas nécessaire que ces deux critères soient ensemble et qu'en fait, la question proposée suppose une double question

- séparer ces deux critères, sous forme de deux questions et s'interroger sur l'adéquation de chacune indépendamment l'une de l'autre

Ex.7: "Morgan.- Aimez-vous faire de fouilles archéologiques à la montagne?"

M.- Alors-là il y a deux questions. Tu me proposes deux choses:

Aimeriez-vous faire des fouilles archéologiques? Et puis

Aimeriez-vous aller à la montagne?"

(La maîtresse écrit au tableau les deux questions et après elle continue son discours.)

M.- Est-ce que les fouilles archéologiques on ne peut les faire que dans la montagne? Eh, non!

Il faut voir que dans ta question il y en a deux en fait."

Ex.8: "Aimeriez-vous aller en New York voir la statue de la Liberté?

M.- Il y a deux choses dedans. Quelle est celle que t'intéresse?

E.- Voir la statue de la Liberté."

Cette dernière proposition est retenue.

CM2A

La consigne. Dévolution de la Phase-I: élaboration individuelle des questions.

L'introduction dans la séance a été directe, en suivant la fiche didactique la maîtresse a centré la consigne sur les critères du voyage, c'est-à-dire sur la recherche des caractéristiques et des activités possibles dans un voyage.

Elle a introduit aussi la possibilité de critères négatifs, quand elle a précisé le sens du mot "goûts" utilisé dans la consigne: "Goûts: ça veut dire ce que j'aime ou ce que je n'aime pas".

La phase collective: sélection des questions proposées

Réalisme des questions proposées.

L'introduction faite de la consigne pourrait expliquer le pourcentage plus élevé d'élèves, dans ce groupe A, relatifs aux questions centrées sur les caractéristiques et les activités du voyage et l'absence presque totale de questions sur des endroits concrets de destination, par rapport à celui obtenu dans la classe de CM2B.

Cependant, ceci ne pourrait expliquer que partiellement le réalisme des propositions faites par

cette classe, et l'absence presque totale d'imagination par rapport aux questions des élèves de l'autre groupe: aucune référence explicite, ni du côté fantastique, ni du côté réaliste du voyage n'a été introduite par l'une ou l'autre des maîtresses (Voir la liste des questions proposées par les élèves, et les questions retenues dans le tableau).

La production de questions plus conformes à la consigne, a facilité le travail de gestion de la maîtresse, dans la mise en commun: il n'a pas été nécessaire d'éliminer, ou de reformuler, des questions sur les endroits concrets de destination .

Les propositions moléculaires.

La gestion des propositions moléculaires aussi a été aussi différente dans les deux classes.

Dans ce groupe la maîtresse a accepté quelques questions moléculaires, dans la liste collective élaborée.

Ce fait, qui avait été prévu différemment dans la préparation des leçons avec les maîtresses, nous a offert des bons exemples d'implications, valides ou pas dans la logique formelle, selon la contingence, mais qui existent du point de vue sémantique: ce sont les questions Q7 et Q8, Q1 et Q13.

Q7: "Aimez-vous la montagne?"

Q8: "Aimez-vous la marche en montagne?"

Sémantiquement et logiquement (A et B impliquent A, par la loi de simplification du connecteur "et"), donc Q8 devrait impliquer Q7 (la proposition conditionnelle Q8-->Q7, devrait être tautologique).

De même Q7 pourrait impliquer Q8, mais pas nécessairement.

Analyse des tableaux

Tableau V2-CM2B

Les constats

a) Les 15 questions

C1. Il y a 5 questions sur 15 (total des questions), donc un tiers, qui portent sur les caractéristiques de l'endroit (ou du voyage), les deux tiers restants portent sur les activités à réaliser.

C2. Il y a une question Q15 que tout le monde aime, et la question Q3 est aussi aimée par tous les élèves, sauf pour l'élève E3 qui avait répondu non à toute l'enquête, sauf à la question proposée par la maîtresse.

C3. Le nombre de "non" par question est inférieur à 10 (sur 23), sauf pour la question Q12 (12 "non"), c'est-à-dire, chaque question est aimée -au minimum- par la moitié des élèves.

En conséquence le nombre de "oui", dans l'ensemble des données du tableau, est supérieur au nombre de "non": 76/330 "non" = 23 % du total des réponses du tableau.

C4. Les questions "les moins aimées" sont:

- Q12 (12/23 "non"), Q11 (10/23 "non"), Q8 (9/23 "non") et Q10 (8/234 "non")

C5. La distribution des questions, selon le nombre de "non" par question, est exprimée dans le Tableau V2B.1a.

C6. Sur le Tableau V2-CM2B les questions Q6 et Q7 sont logiquement équivalentes ($Q6 \iff Q7$), chaque élève a donné la même réponse à chacune de ces questions:

Q6: 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1

Q7: 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 0 1 1 1

C7. Il existe aussi des questions "presque équivalentes", c'est-à-dire que seulement un élève a

donné une réponse différente à chacune de ces questions:

- (Q2,Q3), (Q3,Q15), (Q2,(Q6,Q7))

- (Q2,(Q6,Q7)) --> (Q2,Q6), (Q2,Q7)

En langage logique, nous pouvons traduire ce que nous avons signalé, comme l'existence de certaines implications entre ces questions:

$Q2 \implies Q3$, $Q2 \implies Q15$, $Q6 \implies Q2$, $Q2 \implies Q7$

Nombre non/quest	$0 \leq n/q \leq 2$	$3 \leq n/q \leq 5$	$6 \leq n/q \leq 10$	$n/q > 10$
Nombre questions	4	5	5	1
Questions	Q15-Q3 Q14-Q2	Q12 Q6-Q7 Q5-Q9	Q11 Q1-Q4 Q8-Q10	Q12

- Tableau V2B.1a -

Distribution des questions du tableau V2-CM2B selon le nombre de "non" par question.

b) Les 22 élèves

C1. Les élèves ont répondu aux questions majoritairement de manière affirmative: seulement 3 élèves (E4, E18, E20) parmi les 22, ont répondu négativement à plus d'un tiers des questions.

C2. L'élève E4 a répondu "non" à toutes les questions, sauf à celle que la maîtresse a ajouté en dernier.

Les élèves E18 et E20, ont partagé leurs réponses affirmatives et négatives: 8 "non" et 7 "oui".

C3. Il y a un élève E1, qui aime toutes les questions: il n'y a que des "oui" dans sa colonne.

Il y a 6 élèves qui aiment "presque tout": ils ont répondu "non" à une seule des 15 questions.

La distribution des élèves selon le nombre de "non" dans leurs réponses, est faite dans le Tableau V2B.1b.

C4. Il existe des couples d'enfants qui ont fait le même choix, leurs réponses sont identiques pour toutes les questions.

Nous avons repéré les couples suivants:

- (E2,E8), (E5,E7), (E10,E17)

C5. Il existe aussi des couples (même de triades) d'élèves avec une seule réponse différente:

- (E1,E2), (E10,E13), (E17,E13)

- ((E5,E7),E10) --> (E5,E10), (E7,E10)

- ((E5,E7),E17) --> (E5,E17), (E7,E17)

Nombre non/élève	$0 \leq n/é \leq 2$	$3 \leq n/é \leq 5$	$6 \leq n/é \leq 15$
Nombre d'élèves	12	7	3
Les élèves	le reste	E3-E5-E11 E14-E22-E24 E15	E4 E18-E20

- Tableau V2B.1b -

Distribution des élèves de CM2B selon le nombre de "non" dans leurs réponses

Tableau V2-CM2A

a) Les 14 questions

C1. Il y a 4 questions qui sont des propositions moléculaires (Q5,Q6,Q8,Q13).

C2. Les questions Q1 et Q7 expriment une proposition atomique qui fait partie à la fois des propositions moléculaires de Q13 et Q8.

Q1: Aimes-tu aller dans un musée?

Q13: Aimes-tu aller en Italie pour visiter des musées?

Q7: Aimes-tu la montagne?

Q8: Aimes-tu les marches en montagne?

Nous avons déjà montré, en 4.1.1.2 dans l'analyse du travail du maître de cette classe, que les données (la contingence) ne confirment pas des implications logiques entre les questions Q1 et Q13, ni entre Q7 et Q8, tandis que l'implication sémantique est évidente.

C3. Les questions portent principalement sur des activités à réaliser pendant le voyage, plutôt que sur les caractéristiques de cet endroit: 8 questions atomiques sur les activités, 2 questions atomiques (Q7,Q14) sur les caractéristiques de l'endroit.

Parmi les 4 questions moléculaires composées, de l'endroit plus de l'activité, seule la question Q8 fait référence aux caractéristiques de l'endroit; les trois autres questions (Q5,Q6,Q13) proposent un endroit concret de destination: le Pacifique, l'Espagne et l'Italie.

C4. Aucune des questions ne comporte plus d'un tiers de réponses négatives: elles ont au maximum 8 "non" (sauf la question Q3) sur un total de 22 réponses.

Il y a aussi un paquet de 4 questions, qui sont à la limite du tiers de réponses négatives (avec 7 "non"): Q1,Q2,Q8, et Q11. Ce sont donc, avec Q3 les questions "les moins aimées".

En conséquence la quantité totale des réponses négatives est nettement inférieure au total des réponses affirmatives: 63 "non" / 322 questions. $\approx 20\%$ du total des réponses.

C5. Il y a une question aimée par tous les élèves Q12, et deux questions que "presque" tout le monde aime les questions Q5 et Q14, auxquelles un seul élève a répondu négativement: E22 à la question Q3, et E7 à la question Q14.

La distribution des questions selon le nombre de réponses négatives est exprimée dans le Tableau V2A.1a.

C6. Il n'y a pas de questions qui soient identiques, donc logiquement équivalentes, il y a au moins une différence entre elles, il s'agit des questions qui sont aimées par tout le monde Q12, ou "presque" Q14 et Q5; donc on obtient les couples des questions (Q14, Q12) et (Q5, Q12) "presque équivalentes", avec une seule différence entre les deux.

Les implications qui définissent ces coïncidences, sont les suivantes:

Q14 \implies Q12 et Q5 \implies Q12.

Nombre non/quest	0 ≤ n/q ≤ 2	3 ≤ n/q ≤ 5	6 ≤ n/q ≤ 10	n/q > 10
Nombre questions	4	4	6	0
Questions	Q5-Q14 Q4-Q12	Q6-Q13 Q7-Q10	Q3-Q8 Q1-Q2 Q9-Q11	--

- Tableau V2A.1a -

Distribution des questions de CM2A selon le nombre de réponses négatives

b) Les 23 élèves

C1. Les élèves ont répondu globalement d'une manière affirmative à l'enquête: seulement deux élèves E11 et E13 ont partagé en deux leurs réponses affirmatives et négatives, les autres ont chacun moins d'un tiers de réponses négatives (5/14 "non" maximum).

C2. Il n'y a pas d'élèves "extrêmes": aucun élève n'aime tout (que des réponses affirmatives), aucun non plus, n'aime rien (que des réponses négatives).

C3. Il y a un paquet de quatre élèves qui aiment "presque" tout (une seule réponse négative chacun): E1, E15, E17, et E24.

La distribution des élèves selon le nombre de réponses négatives est exprimée dans le Tableau V2A.1b.

C4. Il existe des couples d'élèves, même des groupes de trois qui ont des réponses identiques: les mêmes

réponses à chaque question de l'enquête. Nous avons repéré:

- (E8, E16, E18) \implies (E8, E16), (E8, E18), (E16, E18)

C5. Il y a aussi des élèves qui ont répondu "presque pareil", ils ont une seule réponse différente, au reste des questions ils ont donné la même réponse:

- (E3, E20), (E17, E20), (E6, E15), (E15, E23).

Nombre non/élève	0 ≤ n/é ≤ 2	3 ≤ n/é ≤ 5	6 ≤ n/é ≤ 14
Nombre d'élèves	12	10	1
Les élèves	le reste	E2-E3-E4-E5 E10-E13-E14 E7-E19-E21	E11

- Tableau V2A.1b -

Distribution des élèves de CM2A selon le nombre de réponses négatives

Les conclusions

Concl.1 Les élèves ont accepté la dévolution du caractère de jeu de la situation proposée, avec l'élaboration de l'enquête et sa réponse: la moyenne du nombre des questions proposées individuellement (4 q/él) et les réponses données à l'enquête montrent cette acceptation.

Concl.2 L'objectif de la phase de travail collectif était la collecte des données qui donnent du sens à l'agrégation à effectuer pendant la deuxième séance. Cet objectif a été atteint par la gestion faite par les maîtresses dans les deux classes: voir l'analyse du travail du maître (paragraphe 4.1.1.2).

Concl.3 La séance a permis de mettre en évidence certains traits de la nature du travail logique naturel des enfants, non coïncidant avec les opérations logiques formelles:

- le fonctionnement des propositions moléculaires en tant que prédicats amalgamés: la conjonction de deux propositions atomiques n'implique pas, pour les enfants, chacune des propositions atomiques séparément.

- l'implication sémantique des questions, exprimée par les caractères des prédicats, ne coïncide pas avec l'implication logique de ces prédicats.

Concl.4 La description et la représentation de WERMUS du travail logique dans la pensée naturelle, à partir de l'amalgame des prédicats, et non pas des prédicats (propositions atomiques) déjà décantés nous semble tout à fait pertinente pour pouvoir expliquer le comportement observé.

Concl.5 Les tableaux des données résultant de cette première séance, dans chacune des classes CM2A et CM2B, offrent une distribution de réponses affirmatives et négatives (1 et 0), suffisamment diversifiée pour que l'agrégation puisse avoir un sens:

- la lecture et l'interprétation des données ne sont pas évidents à l'oeil nu, il faut travailler et comparer les données

- l'ordinateur peut apparaître à ce moment-là, comme un outil, un instrument qui nous permet plus facilement de faire ce travail de comparaison, comme nous avons fait pendant la pré-expérimentation, avec le programme de classification automatique de LERMAN, adapté par R. GRAS. (Voir pags. 583-591).

JEU DU VOYAGE 2ème séance: OBSERVATION

Préparation (Observation 1988/89)

Possibilités des élèves dans le JEU n° 1, PHASE-III:
"Le choix des voyages"

Les voyages offerts aux élèves, en tant que clients de l'agence de voyage, pour chaque classe sont ceux des tableaux V2A.2 et V2B.2.

Il est nécessaire de partir des données des Tableaux V2-CM2A et V2-CM2B, et d'avoir des réponses affirmatives aux quatre questions proposées dans chacun des voyages: cette condition permet à l'élève de "s'inscrire", ou pas, dans chaque voyage.

CM2A

VOYAGES	ELEVES pouvant s'inscrire
<u>VOYAGE A</u> Q4: se baigner Q5: les croisières Q2: compétitions sportives Q1: musée	E1-E2-E4-E6-E12 E14-E15-E23-E24
<u>VOYAGE B</u> Q12: faire du vélo Q10: goûter des spécialités Q3: tennis Q6: apprendre l'espagnol	E1-E7-E8-E10-E16 E17-E18-E19-E20-E22

VOYAGES	ELEVES pouvant s'inscrire
<u>VOYAGE C</u> Q2: compétitions sportives Q3: tennis Q12: faire du vélo Q4: se baigner	E1-E2-E3-E5-E7 E17-E20-E22-E24
<u>VOYAGE D</u> Q4: se baigner Q5: les croisières Q6: apprendre l'espagnol Q14: séjourner château de la Renaissance	E1-E4-E6-E8-E11 E12-E13-E15-E16-E17 E18-E19-E20-E23-E24
<u>VOYAGE E</u> Q13: aller en Italie visiter musées Q10: Goûter les spécialités Q14: Séjourner château de la Renaissance Q11: faire du foot	E1-E2-E3-E10-E12 E14-E15-E17-E20-E23
VOYAGES A-B-C-D-E PAS POSSIBLES	E21

-- Tableau V2A --

CM2B

VOYAGES	ELEVES pouvant s'inscrire
<u>VOYAGE A</u> Q3: musée célèbre Q2: châteaux Q11: océan Q8: fêtes	E2-E5-E7-E8 E12- E14-E16-E22
<u>VOYAGE B</u> Q3: musée célèbre Q14: étranger Q10: statue Liberté Q4: fouilles archéol.	E1-E7-E10-E12-E13 E15-E17-E19-E23-E24
<u>VOYAGE C</u> Q2: châteaux Q14: étranger Q5: montagne Q1: magasins	E1-E2-E3-E5-E7 E8-E10-E11-E13-E15 E17-E19-E22-E23
<u>VOYAGE D</u> Q15: stage étude Q6: croisière Q8: fêtes Q10: statue Liberté	E1-E5-E7-E12 E13-E22-E23-E24

VOYAGES	ELEVES pouvant s'inscrire
<u>VOYAGE E</u> Q14: étranger Q3: musée célèbre Q15: stage étude Q2: châteaux	E1-E2-E3-E5-E7 E8-E10-E11-E12-E13 E14-E15-E16-E17 E19-E22-E23-E24
<u>VOYAGE F</u> Q14: étranger Q9: gondole Q8: fêtes Q3: musée célèbre	E1-E2-E5-E7-E8 E13-E14-E16-E23-E24
<u>VOYAGE G</u> Q13: canoë-kayak Q5: montagne Q8: fêtes Q14: étranger	E1-E2-E5-E7-E8 E12-E13-E16-E23
VOYAGES A-B-C-D-E-F-G PAS POSSIBLES	E4-E6-E18-E20

- Tableau V2B -

Remarque: Les Voyages F et G n'ont pas été offerts pendant l'expérimentation.

L'Observation

La deuxième séance, s'est déroulée en trois PHASES, tel qu'il était prévu dans la fiche didactique:

- PHASE-I: Vérifier et compléter le tableau
- PHASE-II: Exploration de la matrice des données
- PHASE-III: Jeux du choix des voyages

La troisième PHASE, a été arrêtée après le premier Jeu: le Jeu n° 2 a été lancé à la fin de la séance, pour commencer à y jouer à la maison.

Le déroulement temporel de la séance dans chaque classe a été le suivant (Tableau V2AB):

	PHASE-I Vérifier	PHASE-II Explorer	PHASE-III Agréger
CM2A	15 min.	25 min.	14 min.
CM2B	20 min.	20 min.	10 min.

- Tableau V2AB -

Dans l'analyse, aussi bien du travail de l'élève que de celui du maître, nous allons différencier ces trois PHASES.

A) Le travail de l'élève

CM2A

PHASE-I: Vérifier et compléter le tableau

Les enfants ont suivi les indications de la maîtresse pour se "trouver" dans le tableau, tout le monde s'est reconnu:

- "le 23 c'est Gladys", avec l'élève E11 on vérifie qu'il s'agit bien de ses réponses, un problème se pose

"le 19 est vide"... , alors il faut le remplir, et ce même processus continue jusqu'à compléter le grand tableau, tandis que les enfants remplissent en même temps leurs petits tableaux .

Ils arrivent même à remarquer les erreurs: ou bien celles que les enfants font au tableau, ou bien celles qui existent entre le grand tableau et leurs petits (qui n'ont pas été commises volontairement dans la préparation des leçons: il s'agissait bien d'"erreurs" matérielles).

Au début de la séance il y a eu des commentaires sur le Questionnaire SCHTROUMPHS, quand les enfants ont observé le grand tableau affiché au mur:

E15.- "C'est comme les SCHTROUMPHS!: le 1 c'est le "oui", le 0 c'est le "non"."

PHASE-II: Exploration de la matrice des données

Dans la classe CM2A, cette PHASE a été un peu plus longue que dans l'autre classe (25 min. au lieu de 20 min), et elle a été organisée avec la distribution temporelle suivante:

- 5min. de recherche collective de renseignements, guidée par la maîtresse et à titre d'exemple pour le travail à réaliser à deux, postérieurement par les enfants (PHASE-IIa)

- 7 min. de recherche de remarques sur les données du tableau, par couples d'élèves (PHASE-IIb)

- 13 min. de mise en commun du travail réalisé par les élèves (PHASE-IIc)

PHASE-IIa

Les renseignements obtenus pendant la PHASE-IIa ont porté (tel qu'il était prévu dans la fiche didactique) sur:

- les questions que tout le monde aime: "faire du vélo"; ou presque: "séjourner dans un château de la Renaissance", "les croisières dans le Pacifique" (un seul 0)

- l'activité qui n'est pas beaucoup aimée: "le foot-ball"

- on peut faire cette recherche aussi pour les réponses des élèves: à chercher par deux (les enfants) avec d'autres remarques sur les questions

La réponse sur le foot-ball, en tant que question la moins aimée, était accompagnée de commentaires justificatifs:

E11.- "Parce que les filles n'aiment pas le foot-ball"

Il faut signaler que la question "Aimes-tu le foot-ball?" a obtenu 7 réponses négatives (7 sur 23), mais qu'elle n'était pas la seule avec cette quantité de "non": Q1, Q2 et Q8 avaient aussi 7 "non", et Q3 avait même plus de réponses négatives, 8 "non".

PHASE-IIb La quantité des remarques faites par les élèves pendant la PHASE-IIb, s'exprime dans le Tableau V2A.IIb.1

Nombre remarques/él. (Total-Remarques:54)	0<nr<2	2≤nr<4	nr≥4
Nombre d'élèves	5	15	3
Elèves	E2-E18-E20 E21-E24	le reste	E4-E14 E24

- Tableau V2A.IIb.1 -

Constats sur le nombre de remarques proposées

C1. Tous les élèves ont fait une remarque au minimum

C2. 65% des élèves (15 élèves) ont fait entre 2 et 4 remarques, 21% (5 élèves) ont fait une seule remarque, et 13% (3 élèves) ont fait plus de 4 remarques.

C3. Un total de 54 remarques ont été faites, dont 10 déjà signalées collectivement.

C4. Trois élèves ont formulé une remarque erronée, ou d'interprétation subjective (E3, E24 et E16) parmi les autres remarques proposées.

C5. Un seul élève E3, n'a pas apporté de remarques nouvelles: 2/3 étaient déjà signalées en classe, et l'autre remarque n'était pas correcte.

Analyse des remarques proposées pendant PHASE-IIb

Les constats.

Remarques sur les différents éléments du tableau

C1. Le travail sur le tableau qui relève les remarques faites par les enfants, a été basé sur les différents éléments du tableau: le tableau dans son ensemble, les lignes, les colonnes (individuellement prises, ou avec des comparaisons en établissant des couples) et les caisses.

C2. Sur un total de 23 élèves:

- 15 enfants ont fait des remarques sur les lignes (65% du total), dont 7 qui ont fait des remarques exclusivement sur les lignes (30% du total).

- 11 enfants ont fait des remarques sur les colonnes (48% du total), dont 1 seul qui a fait des remarques exclusivement sur les colonnes (4% du total).

- 6 enfants ont travaillé simultanément sur les lignes et sur les colonnes (26% du total)

- 2 enfants ont travaillé sur les cases (une seule remarque), et ceci d'une manière exclusive: ils n'ont pas émis d'autre type de remarques (8% du total).

- 5 enfants ont fait des remarques générales sur le tableau (22% du total), dont un enfant qui a fait exclusivement des remarques très vagues sur le tableau (4% du total).

- 7 enfants ont établi de rapports entre les lignes ou les colonnes (30% du total): 2 élèves ont comparé des couples de lignes (les questions sur le voyage), et 5 élèves ont comparé les colonnes (les colonnes représentent les élèves).

La caractérisation des élèves selon les éléments du tableau qu'ils ont travaillé est résumé dans le Tableau V2A.IIb.2.

C3. Les enfants qui ont établi des rapports plus généraux de comparaison entre les données, ou bien en regardant tout le tableau ou un sous-ensemble de celui-ci (les couples), ont fait aussi d'autres remarques sur les lignes et/ou sur les colonnes: un seul enfant n'a travaillé que sur le tableau E12 (d'une manière très vague), et un autre élève E18 que sur les couples, il a comparé un seul couple de colonnes (dont l'une était la sienne).

C4. Inversement les deux élèves qui se sont fixés sur une seule donnée du tableau (une seule case) E21 et E24, n'ont pas fait d'autre type de remarques.

C'est aussi le type de travail moins fréquent, parmi ceux observés chez les élèves.

NOMBRE TOTAL D'ELEVES: 23 CM2A	NOMBRE D'ELEVES AVEC	
	TRAVAIL	TRAV. EXCLUSIF
sur les CASES	2 él.	2 él. E21-E24
sur les LIGNES	15 él. E3-E7-E10-E13 E8-E14-E19-E22	7 él. E6-E11-E15 E17-E20-E23
sur les COLONNES	10 él. E1-E3-E5-E8-310 E14-E18-E19-E22	1 él. E2
sur LIGNE+COLON.	6 él. E3-E14-E22	3 él. E8-E10-E19
sur les COUPLES	7=2L+5C L: E7-E13 C: E1-E3-E5-E14	1 él. E18
sur le TABLEAU	4 él. E1-E14-E22	1 él. E12

- Tableau V2A.IIb.2 -

Remarque: TRAVAIL EXCLUSIF --> TRAVAIL

C5. Le travail sur les lignes est plus fréquent que le travail sur les colonnes: 15 parmi les 23 élèves ont fait au moins une remarque sur les lignes, tandis que seulement 11 élèves ont fait des remarques sur les colonnes.

C6. Il est plus fréquent aussi en tant que travail exclusif, presque la moitié des élèves qui ont travaillé sur les lignes l'ont fait d'une manière exclusive (7 élèves sur 15).

Tandis que seulement un enfant parmi les 11 qui ont travaillé sur les colonnes, l'a fait de manière exclusive et c'est l'élève E18 dont nous avons déjà parlé en C3 (il a comparé un seule couple de colonnes, et l'une d'elles était la sienne).

C7. Le travail sur les couples par contre, est plus fréquent sur les colonnes que sur les lignes, 5 couples de colonnes et 2 couples de lignes.

Remarques sur l'interprétation des données

C8. L'interprétation réalisée par les enfants, des faits remarqués à partir des données, permet aussi la caractérisation du travail fait par les élèves, dans deux catégories assez générales, selon que le travail est basé:

- sur le dénombrement
- sur la généralisation de la quantification

C9. Le travail basé sur le dénombrement produit deux types différents de remarques:

- les assertions: les enfants constatent un fait numérique, sans autre commentaire

Ex.: E2.- "La llème aime 7 propositions et n'aime pas 7 propositions".

- les "preuves": le fait numérique (le cardinal) sert d'explication, même de preuve à des conclusions plus générales

Ex.: E14.- "Le tennis n'est pas été beaucoup aimé (8 personnes ne l'aiment pas)".

C10. Les remarques que nous avons appelées "sur la généralisation de la quantification", portent aussi sur la quantité des faits, mais n'utilisent pas des cardinaux pour l'exprimer, sinon des quantificateurs "pré-logiques" (tous, aucun/e, personne, un/e seul/e quelques...), quantificateurs "grammaticaux": adjectifs ou adverbes de quantité (peu, très peu, beaucoup, rien, ...), ou d'expressions de comparaison (plus que, moins que, autant, presque, le plus, le moins ...).

C11. Dans cette catégorie nous trouvons ensemble des expressions tout à fait correctes et précises aussi bien du point de vue formel logique, que du point de vue grammatical.

Ex.: E12.- "Personne n'aime tout voir".

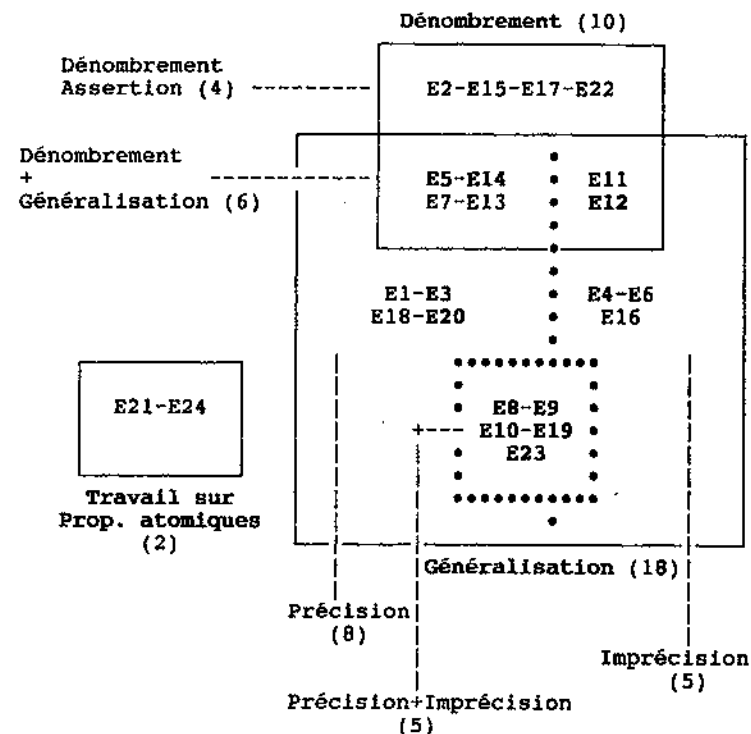
Ex.: E7.- "Il y a plus d'élèves qui préfèrent aller en Italie pour voir des musées plutôt que rester en France" avec des expressions plus vagues, avec un manque de précision assez important qui ne permettent pas de se prononcer sur sa validité logique:

Ex.: E4.- "Pour le numéro 10 il n'y a pas beaucoup de non". (Le numéro 10 a 4 "non", 7 étant le maximum de "non" par question)

ou bien qui ne déterminent ou ne caractérisent pas suffisamment le fait remarqué:

Ex.: E8.- "Il y a l'élève n° 11 qui n'aime pas beaucoup de choses". En fait l'élève E11 c'est l'élève qui aime le nombre le plus petit (le nombre mineur) des propositions faites: c'est l'élève qui a le plus de réponses négatives (de "non")

C12. La caractérisation des élèves en fonction de l'interprétation faite des données, selon les catégories proposées dans C8 et analysées dans C9, C10 et C11, est résumée par le diagramme de Venn suivant (Diagramme V2A.IIb.1):



- Diagramme V2A.IIb.1 -

Remarques sur les codes utilisés dans le Diagramme:

Caractéristique (n) \iff Card (Caractéristique) = n
Ex: Dénombrement (10) \iff 10 élèves ont utilisé le Dénombrement dans leurs remarques.

- Caractéristique: Définition des sous-ensembles de chaque catégories.

- L'intersection des ensembles est exprimée par l'addition des caractéristiques.

- E"n": Code de l'élève n° "n"

Opérations logiques des remarques

C13. Sur le travail logique "stricto sensu", nous avons regardé l'utilisation des quantificateurs logiques, l'implication et l'équivalence, et la négation.

- Il y a 10 élèves parmi les 23 (donc 43%) qui ont fait fonctionner un quantificateur logique comme nous venons de le présenter (voir Diagramme V2A.IIb.1).

- Le travail sur l'implication des propriétés est présent de manière explicite, dans une remarque des élèves E7 et E13, en comparant deux colonnes:

E7-E13.- "Il y a plus d'élèves qui préfèrent aller en Italie pour voir des musées plutôt que de rester en France".

Remarque: Q13: Aimes-tu aller en Italie pour visiter des musées? (7 "non"), et Q1: Aimes-tu aller dans un musée? (5 "non").

- Le travail sur l'équivalence peut être observé chez les élèves qui ont fait des comparaisons sur le tableau, entre les colonnes -les élèves- (E1,E3,E5,E14,E18), ou entre les lignes -les questions- (E7,E13): en signalant ou bien les coïncidences, ou bien les différences, ils font fonctionner implicitement la reconnaissance de l'équivalence ou la non-équivalence des deux propositions, à partir de leur contingence, même s'ils n'arrivent pas à l'établir formellement:

Ex.: E3.- "Les n° 16 et 15 aiment presque tout à part 3 choses".

Ex.: E5.- "Le 1 et le 24 n'ont qu'un seul non".

C14. C'est dans ce type de travail que l'égocentrisme de l'enfant s'est manifesté:

Ex.: E1.- "L'élève 1 et le 16 ont presque les mêmes".

E1 a "non" à Q13, et E16 a "non" à Q2 et Q11, dans le reste ils coïncident affirmativement; E1 a observé (E1-E16) mais il n'a pas remarqué que E16 était équivalent à E18.

Ex.: E18.- "Moi et Céline nous avons fait le même choix". Céline est le E8 et elle est effectivement équivalente à E18 (ce qui a été remarqué), mais E18 n'a pas remarqué son équivalence avec E16 qui était beaucoup plus proche dans le tableau.

C15. Le travail sur la négation a été présent chez la plupart des élèves, pendant la PHASE-IIb: à l'exception de trois élèves (E18,E3,E20), tous les autres ont travaillé sur la négation

- sur les réponses négatives à l'enquête (les "non")

Ex.: E1.- "Il y a plus de oui que de non".

- sur la négation des propositions ("n'aimer pas...")

Ex.: E7.- "7 d'entre nous n'aiment pas les compétitions sportives".

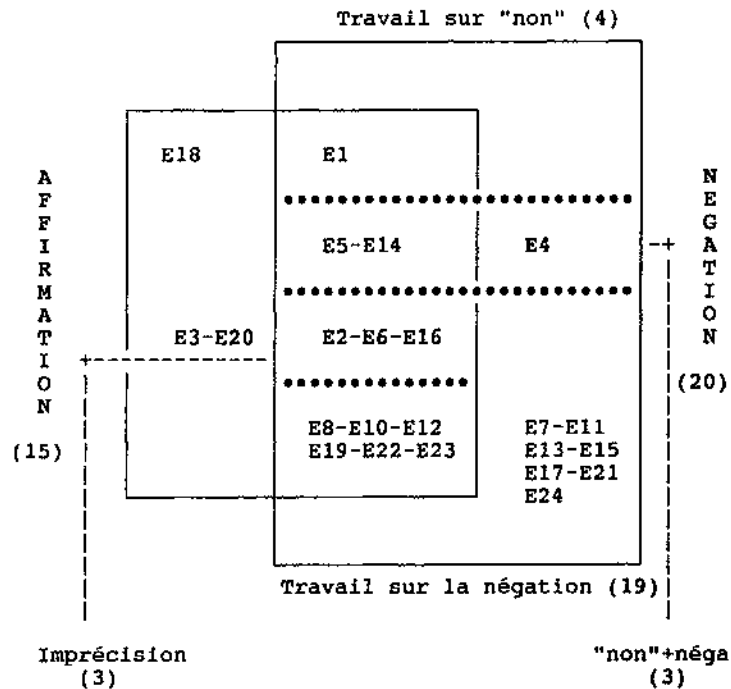
- même sur la double négation

Ex.: E16.- "Il n'y a pas beaucoup d'enfants qui n'aiment pas goûter les spécialités du pays".

C16. Parmi les trois élèves qui n'ont pas fait de référence explicite aux "non", et qui n'ont pas utilisé la négation dans leurs remarques, deux enfants (E3,E20) n'ont explicité les exceptions des généralisations que sur les affirmations qu'ils avaient faites, en utilisant les expressions "sauf" et "à part de".

Donc un seul élève n'a pas travaillé (explicitement) sur la négation.

C17. Le Diagramme V2A.IIb.2 résume ce travail des élèves sur la négation



- Diagramme V2A.IIb.2 -

C18. Il y a 8 enfants qui ont été centrés seulement sur la négation (plus d'un tiers du total d'élèves).

PHASE-IIc

Les remarques qui ont été reprises, et le travail que celles-ci ont suscité, pendant la mise en commun ont été les suivants:

- i) la discussion sur la pertinence de considérer une activité en tant qu'"une activité pour tout le monde" s'il y a un élève qui n'aime pas cette activité
- ii) la comparaison entre "visiter les musées en Italie" et "visiter un musée"
- iii) le nombre d'élèves (7) qui n'aiment pas les compétitions sportives
- iv) l'identité du choix des élèves E8 et E18

Ce travail a été généralisé par la maîtresse, avec la demande de recherche par les enfants, "des élèves qui ont répondu pareil, qui ont répondu la même chose".

La maîtresse exigeait chaque fois des élèves "d'être capables de prouver" leurs remarques ou leurs assertions.

Cette exigence a produit des débats sur les remarques faites:

- i) sur les désaccords: "pour tout le monde", "presque tous", "tous sauf", "tous à part de..."...
- ii) démarche: comparer deux lignes
 - combien y a-t-il de "oui" dans chaque ligne?: plus de "oui", moins de "non", compter les "non"
 - comparer les "oui" et les "non" de chaque question...

Résultat: c'est "presque pareil" les "oui" et les "non" dans chaque question (interprétation subjective du résultat "oui": 16 sur Q1, 18 sur Q13, "non": 7 sur Q1, 5 sur Q13.

- iii) vérification: le dénombrement; résultat un cardinal (7) sur lequel tous les élèves sont d'accord
 - iv) débat: "répondre pareil" - "pas pareil"
- résultat: découverte et reconnaissance des couples des élèves

- (E23-E12), (E8-E18) identiques
- (E18-E19) non-identiques, avec une réponse différente

PHASE-III

Les élèves "s'inscrivent" dans les voyages possibles pour eux, tandis qu'ils font de commentaires sur leurs possibilités d'inscription:

E.- "J'ai tout"

E.- "On peut en prendre deux"

E.- "Je peux m'inscrire à quatre voyages"...

Vérification collective des choix des enfants:

- Pour l'élève E12: "Je peux faire 4 voyages, sauf un...". Il ne peut s'inscrire que dans trois voyages: A-D-E

- Pour l'élève E3: Voyages C-E

- Les enfants qui ne peuvent s'inscrire dans aucun Voyage proposé: E21.

Résultats des "inscriptions" des élèves

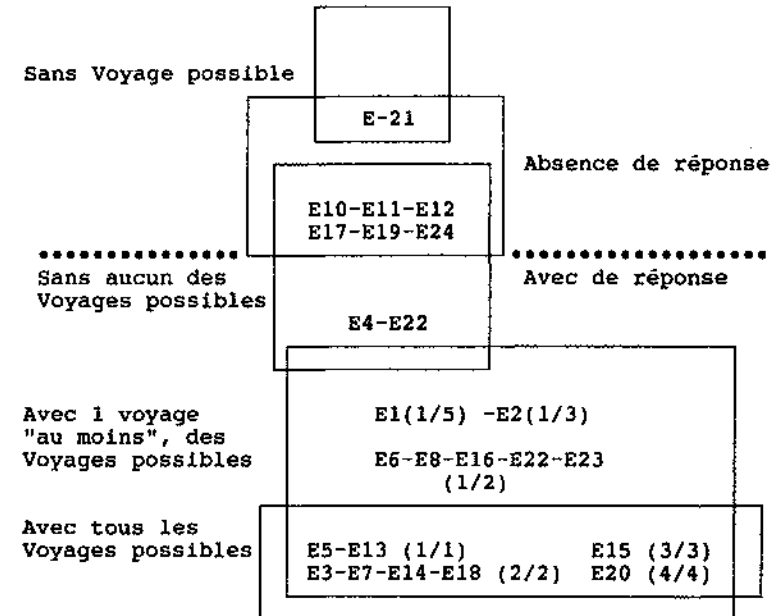
Le travail individuel d'inscription aux voyages proposés des 23 élèves de la classe donne les résultats suivants:

- 14 élèves ont trouvé au moins un voyage pour pouvoir s'inscrire parmi tous ceux qui étaient possibles pour eux, 8 élèves n'ont pas donné de réponse, et pour deux élèves l'unique réponse qu'ils ont donné est fausse.

- parmi les 14 élèves avec des inscriptions correctes, 8 élèves ont trouvé tous les voyages qui leur étaient possibles, et 6 n'ont trouvé qu'un seul des voyages possibles (deux pour 5 des 6 élèves, et trois pour l'autre élève), nous avons considéré cette catégorie, comme "erreurs d'absence".

- le seul élève qui ne pouvait s'inscrire à aucun voyage E21 n'a pas donné de réponse explicite relative à son impossibilité, mais il n'a pas donné non plus une réponse fausse: absence de réponse

La distribution des élèves selon leurs inscriptions:



- Diagramme V2A-III-

Remarque: la maîtresse demande aux enfants de chercher, à la maison, tous les voyages possibles, étant donné qu'elle a manqué de temps pour le travail fait dans la classe.

Résultats: Sauf l'élève E10 qui n'a pas donné une réponse, et l'élève E1 qui a oublié un des voyages possibles (mais il a trouvé les autres 4 Voyages aussi possibles), les autres 21 élèves ont trouvé tous les voyages possibles pour chacun, et s'ils n'avaient pas de Voyages possibles ils l'ont explicité.

CM2B

PHASE-I: Vérifier et compléter le tableau

La PHASE-I s'est déroulée aussi en accord à la fiche didactique; elle a duré un peu plus longtemps que

dans l'autre classe, 20 minutes au lieu de 15 malgré les efforts explicites de la maîtresse pour aller plus vite (M.-"C'est moi qui remplit le reste rapidement"), mais avec le même déroulement: détection d'erreurs et référence aux SCHTROUMPHS comprises.

PHASE-II: Exploration de la matrice des données

PHASE-IIa: la recherche collective des renseignements des enfants a duré 10 min. (6min. à CM2A)

PHASE-IIb: la recherche de remarques par couples d'enfants a duré 5 minutes (7min. à CM2A)

PHASE-IIc: la mise en commun, 5 minutes aussi (13 minutes à CM2A)

La PHASE-II a été, dans son ensemble plus courte que celle de CM2A (20 minutes au lieu de 25): seulement la PHASE-IIa a été plus longue (presque le double de temps).

PHASE-IIa: Une élève a démarré cette PHASE, avant que la maîtresse suggère de faire des remarques:

E15.- "Pour le voyage d'études, tout le monde a dit OUI, sauf E4". La maîtresse profite de l'intervention de E15 pour introduire les remarques et lui demande:

M.- Tout le monde a dit OUI: Eh! à quoi tu le vois que tout le monde a dit OUI?

E15.- On regarde "Faire un stage d'études", dernière ligne...

M.- Et, qu'est-ce qu'on dit sur faire un stage d'étude?

Es.- 1,1,1,1,1,...

M.- Alors, qu'est-ce qu'on peut dire?

E.- Ça intéresse à tout le monde.

A partir de ce moment-là, la maîtresse demande d'autres renseignements, mais tout suite ajoute une direction de recherche:

M.- Vous pouvez trouver d'autres renseignements?

- On a vu que tout le monde veut faire un stage d'étude, est-ce qu'il y a d'autres choses qui intéressent tout le monde? ...

M.- Est-ce qu'il y a un élève, écoutez bien, qui pourrait partir avec vous?

Les directions de recherche proposées par la maîtresse font déjà travailler les élèves dans cette PHASE:

- sur les questions qui intéressent tout le monde, donc celles qui intéressent le plus

- sur les coïncidences et les différences, dans les couples de colonnes (réponses de deux élèves)

- et sur les méthodes de recherche de remarques et de vérification de ces méthodes.

Dans cette classe le travail individuel des enfants a été plus intense que dans l'autre pour cette PHASE-IIb; celle-ci a fonctionné comme exemple de type de remarques, mais non pas comme méthode de recherche, ni de vérification.

PHASE-IIb: La quantité des remarques faites par les élèves pendant cette PHASE, est exprimée dans le Tableau V2B.IIb.1

Nombre remarques/él. (Total-Remarques:44)	0≤nr<2	2≤nr<4	nr≥4
Nombre d'élèves	12	7	4
Elèves	le reste E2-E13:0	E1-E6-E7 E10-E14 E15-E17	E3-E4 E8-E23

- Tableau V2A.IIb.2 -

Constats sur le nombre de remarques proposées

C1. Il y a deux élèves E2 et E13 qui n'ont fait aucune remarque: E13 a proposé une remarque, mais elle est incompréhensible (la lettre et la rédaction).

C2. La moitié de la classe a fait une seule remarque, l'autre moitié en a fait de deux à six

C3. Un total de 44 remarques ont été faites (10 remarques de moins que dans CM2A), dont deux remarques (élèves E6-E12) qui avaient déjà été faites pendant la PHASE-IIa.

C4. Les élèves E6 et E14 ont fait un erreur de calcul.

C5. Trois élèves n'ont pas fait des nouvelles remarques: E2 qui n'a rien formulé, E13 avec une remarque incompréhensible et E12 avec une unique remarque déjà faite par la maîtresse.

Analyse des remarques proposées pendant PHASE-IIb

Les constats.

Remarques sur les différents éléments du tableau

C1. Sur un total de 22 élèves:

- 14 enfants ont fait des remarques sur les lignes (63.5% du total), dont 10 enfants qui ont fait des remarques exclusivement sur les lignes (48% du total).

- 8 enfants ont fait des remarques sur les colonnes (36% du total), dont 3 enfants qui font des remarques exclusivement sur les colonnes (13% du total).

- 3 enfants ont travaillé simultanément sur les lignes et sur les colonnes (13% du total), dont un seul élève qui travaille aussi sur les couples.

- aucun enfant n'a travaillé sur les cases

- 2 enfants ont fait des remarques générales sur le tableau: ces mêmes enfants ont fait exclusivement une remarque assez vague sur le tableau.

- 3 enfants ont établi des rapports entre les lignes ou les colonnes (13% du total): 1 élève a comparé des couples de lignes (les questions sur le voyage), et 2 élèves ont comparé les colonnes (les élèves même).

La caractérisation des élèves selon les éléments du tableau qu'ils ont travaillé est résumé dans le Tableau V2B.IIh.2.

C2. Le travail de cette classe est centré principalement sur les lignes et les colonnes, avec 4 comparaisons entre elles (couples), 2 remarques générales sur le tableau et aucun travail spécifique sur les cases.

C3. Le travail sur les lignes est plus fréquent que le travail sur les colonnes (presque le double: 14 él.- LIGNES, 8 él.- COLONNES).

Il est plus fréquent aussi en tant que travail exclusif (plus du triple): 10 él. travaillent exclusivement sur les lignes, 3 él. exclusivement sur les colonnes.

NOMBRE TOTAL D'ELEVES:22	NOMBRE D'ELEVES AVEC	
	TRAVAIL	TRAV. EXCLUSIF
CM2B		
sur les CASES	---	---
sur les LIGNES	14 él. E7-E10-E14-E17	10 él. E1-E3-E4-E6-E8 E11-E12-E15 E18-E23
sur les COLONNES	8 él. E5-E7-E9 E14-E17	3 él. E19-E20-E22
sur LIGNE+COLON.	3 él. E14	2 él. E6-E17
sur les COUPLES	4=1L+3C L: E10 C: E9-E14	1 él. E5
sur le TABLEAU	2 él.	2 él. E16-E24

- Tableau V2B.IIb.2 -

Remarque: TRAVAIL EXCLUSIF --> TRAVAIL

Remarques sur l'interprétation des données

C8. L'interprétation réalisée par les enfants, des faits remarqués à partir des données permet, aussi dans cette classe, la caractérisation du travail fait par

les élèves, dans deux catégories assez générales, selon que le travail est basé:

- sur le dénombrement
- sur la généralisation de la quantification

C9. Les assertions contenant un cardinal, produites à partir du travail sur le dénombrement, sont observables aussi dans cette classe.

C10. L'utilisation des cardinaux, en tant que preuve, n'existe pas dans cette classe, c'est plutôt une explication ou un commentaire ajouté au cardinal que nous trouvons ici.

Il s'agit d'assertions "commentées", où le commentaire généralise relativement l'Assertion, mais il ajoute aussi une certaine imprécision: trois élèves ont fait ce type de remarques E6-E18-E20.

Ex.: E18.- "Pour le numéro 12 il y a beaucoup des non, 12". C'est la question Q12, avec 12 non, celle qui a le plus de réponses négatives, c'est la question "moins aimée".

C11. La quantification est aussi utilisée de façon différenciée dans cette classe:

- avec des quantificateurs "pré-logiques":

Ex.: "Visiter un musée célèbre tout le monde a dit oui sauf l'élève n° 4".

- avec des quantificateurs "grammaticaux":

Ex.: E1.-"Il y a beaucoup d'élèves qui aimeraient aller à l'étranger".

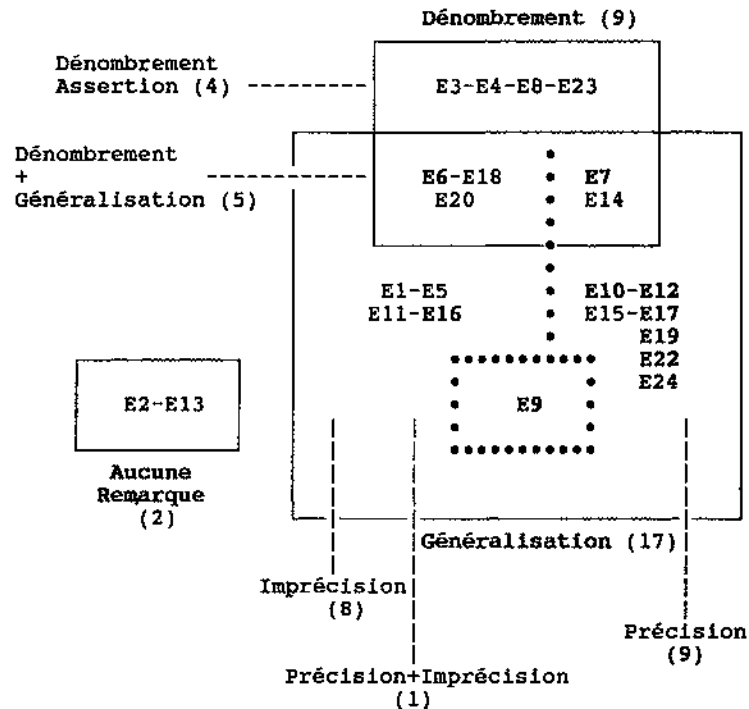
- et/ou des expressions de comparaison

Ex.: E24.- "Il y a plus de oui que de non"

C12. La plupart des remarques considérées dans cette catégorie, sont des prédicats atomiques (aimer...), ou sa négation (n'aimer pas), généralisés sur un ensemble fini de variables (les élèves ou les questions), et elles utilisent une formulation assez proche de la langue naturelle (même les quantificateurs): elles n'expriment pas de généralisations qui supposent des

comparaisons plus générales ou un vocabulaire plus spécifique.

C13. La caractérisation des élèves en fonction de l'interprétation faite des données, est résumée avec le diagramme de Venn suivant (Diagramme V2B.IIb.1):



- Diagramme V2B.IIb.1 -

Remarques sur les codes utilisés dans le Diagramme:

Caractéristique (n) \iff Card (Caractéristique) = n
Ex: Dénombrement (10) \iff 10 élèves ont utilisé le Dénombrement dans leurs remarques.

- Caractéristique: Définition des sous-ensembles de chaque catégories.

- L'intersection des ensembles est exprimée par l'addition des caractéristiques.

- E"n": Code de l'élève n° "n"

Opérations logiques des remarques

C13. Sur le travail logique "stricto sensu":

- Il y a 9 élèves sur 23 (donc 39%) qui ont fait fonctionner un quantificateur pré-logique comme nous venons de le présenter (voir Diagramme V2B.IIb.1).

- Le travail sur l'implication des propriétés est présent d'une manière moins explicite que dans l'autre classe: dans une remarque l'élève E10, qui, en comparant deux lignes, signale

E10.~ "Tout le monde veut aller au musée célèbre sauf le n° 4.

Il y a plus de gens, qui ne veulent pas aller au musée de voitures". Implicitement l'élève E10 remarque que tous les élèves qui aiment "aller au musée de voitures", aiment aussi "aller au musée".

L'élève E10 cherche, avec ses remarques, l'implication logique qui dérive de l'implication sémantique entre "aller visiter un musée célèbre" et "aller visiter un musée de voitures": au niveau implicite il a constaté (dans la contingence) que

"aimer visiter un musée célèbre" \implies "aimer visiter un musée de voitures"

tandis que ceci ne fonctionne pas en sens inverse: "il y a plus de gens qui ne veulent pas aller au musée de voitures".

- Le travail sur l'équivalence a été observé aussi dans cette classe, chez les élèves qui ont fait des comparaisons sur le tableau, entre les colonnes -les élèves- (E5,E9,E14), ou entre les lignes -les questions- (E7,E10): en signalant bien les coïncidences, bien les différences, ils font

fonctionner implicitement la reconnaissance de l'équivalence ou la non-équivalence des deux propositions, à partir de leur contingence, même s'ils n'arrivent pas à l'établir formellement:

Ex.: E5.- " n° 1 et 2 pourraient partir tous les deux en voyage mais seulement le 2 veut pas aller voir la statue de la Liberté et le 1...". Il n'arrive pas à finir la phrase en disant "et le 1 lui il peut y aller", mais il remarque la seule différence qui existe entre E1 et E2 sur la question Q10: "Aimez-vous la statue de la Liberté?".

Ex.: E9.- "Il y a beaucoup de différences, ex.: l'élève n° 13 aime tout et le n° 4 n'aime presque rien sauf le stage d'étude".

Les remarques de E10, analysées par l'implication illustrent aussi le travail sur l'équivalence.

C14. Dans cette classe on n'a pas constaté, dans ce type de travail l'égo-centrisme de l'enfant, tel qu'il s'est manifesté dans la classe de CM2A.

C15. Le travail sur la négation a été présent aussi dans cette classe, chez la plupart des élèves pendant la PHASE-IIb: à l'exception de cinq élèves (E1, E5, E12: centrés sur les aspects positifs, aucune référence à la négation dans leurs remarques, E2, E13: sans remarques), tous les autres ont travaillé sur la négation

- sur les réponses négatives à l'enquête (les "non"): plus de la moitié des élèves ont fait ce type de remarques (12 él. sur 23)

Ex.: E24.- "Il y a beaucoup plus de oui que de non".

- sur la négation des propositions: il y a seulement 5 élèves dans cette classe (5él. sur 23) qui ont fait ce type de remarques, soit 4 fois moins que dans le CM2A.

Ex.: E10.- "Il y a plus de gens qui ne veulent pas aller au musée de voitures".

- même sur la double négation

Ex.: E16.- "Personne n'a les mêmes goûts".

C16. Tous les élèves des deux dernières catégories de C15. (E9-E10-E14-E16-E19) sauf un (E19), ont fait aussi des remarques plus générales de comparaison, ou bien des couples, ou bien sur tout le tableau.

C17. L'élève E14 a interprété les réponses négatives, aussi bien dans les réponses d'un élève que dans les réponses à une question, comme des désaccords avec les autres réponses (les réponses positives). Elle interprète aussi dans une autre remarque, les "oui" et les "non" en tant que réponses "justes" et "fausses".

PHASE-IIc

Les remarques qui ont été reprises, et le travail que celles-ci ont suscité, pendant la mise en commun ont été les suivants:

- mise en évidence d'une élève E4 qui n'a mis que des zéros (sauf pour la question Q15: stage d'étude)

Remarque d'une autre élève à ce sujet: "Elle (E4) a le droit!".

- interprétation d'une remarque sur une question Q3 avec le cardinal des réponses positives très proche du cardinal de l'ensemble de référence (21 "oui, sur 22 réponses)

Résultat: quantification de la proposition faite ("Presque tout le monde aime Q3)

- travail de justification-vérification d'une remarque exprimant une assertion basée sur la quantification d'une proposition: travail inverse du travail antérieur

- sur la question Q14: "Presque tout le monde aime Q14"

Résultat: justification de cette assertion ("Elle n'a que 3 "non")

- sur la questions Q12: "Beaucoup de gens ne veulent pas aller au musée de voitures"

Résultat: reconnaissance d'un cardinal supérieur des réponses négatives par rapport aux réponses affirmatives (12 "non", 10 "oui"), mais aussi le constat d'un certain équilibre entre les deux ensembles de réponses ("C'est équilibré à peu près").

- sur la remarque faite sur le choix d'un élève E13, dont le cardinal de réponses positives coïncide avec le cardinal de l'ensemble, exprimée avec l'utilisation du quantificateur pré-logique "tout": "E13 aime tout"

Résultat: vérification de cette assertion, ("E13 a de "1" partout")

PHASE-III

Il y a eu anticipation, de la part des élèves, du travail qu'ils devaient réaliser pendant cette PHASE: avant que la maîtresse finisse de copier au tableau les propositions des différents voyages avec 4 caractéristiques, un enfant intervient:

E.- "Je peux choisir le Voyage A"

M.- "Comment le sais-tu?"

E.- "Il faut que ça corresponde toujours aux réponses de l'enquête"

Les élèves ont répondu individuellement, en faisant les choix possibles des voyages que leurs réponses leur permettaient.

Vérification collective:

- de la décision de l'élève E12: il peut aller à tous les voyages

Réponse: il ne peut pas aller aux Voyages "C", "F".

- des élèves qui ne peuvent aller qu'à un seul voyage: vérification pour l'élève E18

Réponse: il ne peut aller à aucun voyage proposé

- des élèves qui ne peuvent aller à aucun voyage (E4-E6-E18-E20):

- vérification pour E4 et E20

- remarque de E18: "Je ne peux aller nulle part"

Résultats des "inscriptions" des élèves

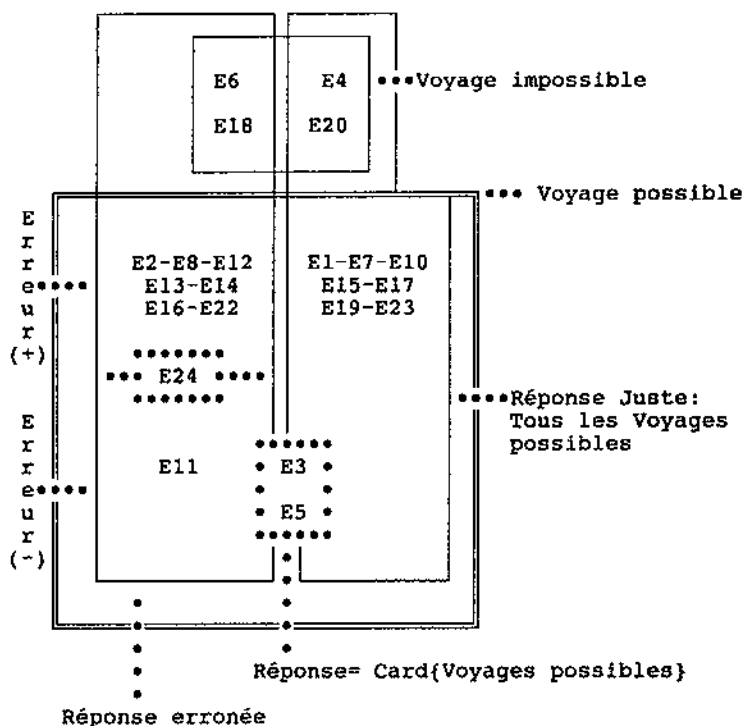
Le travail individuel d'inscription aux voyages proposés des 22 élèves de la classe de CM2B donne les résultats suivants:

- tous les élèves, à l'exception de E11, ont donné une réponse: 15 élèves ont trouvé au moins un voyage pour pouvoir s'inscrire parmi tous ceux qui étaient possibles pour eux, deux (E3 et E5) ont répondu juste au nombre de voyages auxquels ils pouvaient s'inscrire, sans les préciser

- parmi les élèves qui ne pouvaient s'inscrire à aucun voyage (E4-E6-E18-E20), E4 et E20 ont donné une réponse explicite de leur impossibilité, E6 et E18 ont donné des inscriptions fausses

- parmi les 15 élèves avec au minimum une inscription correcte, 7 élèves ont trouvé tous les voyages qui leur étaient possibles, et 8 ont fait des erreurs dans leurs réponses: 7 élèves ont trouvé tous leurs voyages possibles mais ils ont mis aussi un autre voyage qui ne leur correspondait pas (erreurs positives); tandis qu'un seul enfant E24 avait à la fois une erreur négative, d'absence (un voyage possible non-mis) et un voyage non-possible pour lui.

La distribution des élèves selon leurs inscriptions:



- Diagramme V2B-III-

B) Le travail du maître

CM2A

et

CM2B

Cette deuxième séance est le moment de la présentation aux élèves du tableau comme instrument de travail, comme un outil.

La dévolution de cet instrument a été faite progressivement à partir des trois PHASES de la leçon:

PHASE-I ou la dévolution de l'identification de l'outil: il contient tous les élèves et il doit contenir aussi toutes leurs réponses.

Cette identification a été atteinte à partir de:

- la reconnaissance individuelle de chaque élève dans le tableau, et la vérification aussi individuelle de leurs réponses (celles qui sont déjà dans le tableau)

- la détection et correction des erreurs (commises de façon involontaire pendant la préparation de la séance) entre les petits tableaux individuels et le grand tableau affiché au mur, et

- le remplissage des "trous" laissés dans les tableaux, avec la recherche pertinente des réponses et des élèves "absents", aussi bien dans le grand tableau (les propres élèves impliqués) que dans les petits tableaux (chaque enfant sur sa feuille polycopiée).

Les deux maîtresses ont suivi ce même processus, avec les variations suivantes:

CM2A

Identification des codes

- "0 et 1, c'est comme les SCHTROUMPHS: le 1 c'est oui et le 0 c'est non". C'est le commentaire fait par une élève E15, ce qui permet l'identification des réponses affirmatives et négatives, mais ça demande à la maîtresse des précisions pour l'identification des colonnes.

- "Les colonnes ce sont les élèves (par ordre alphabétique), pas les SCHTROUMPHS": remarque de la maîtresse que permet d'identifier la position de chaque élève dans le tableau.

- "Les réponses, oui et non (1,0), ce sont toutes vos réponses aux questions": précision de la maîtresse avec la demande de vérification individuelle après avoir constaté des absences, "la colonne 19 est vide".

Compléter le tableau

- "On remplit": Cette consigne de la maîtresse est suivie par tous les élèves, à partir du travail au grand tableau, pour chaque élève qui a des cases vides, en commençant par l'élève E19 qui a toute la colonne vide.

Donc le remplissage est effectué par colonnes: chaque élève remplit dans l'ordre des questions, les réponses qui manquent, dans le grand tableau.

CM2B

La méthode de présentation de tous les résultats de l'enquête de la première séance, a été abordée aussi dans cette séance-là, et le tableau à double entrée questions/élèves avait été présenté et avait commencé à être élaboré, dans la séance précédente.

En conséquence l'identification des codes du tableau était déjà réalisée et cette deuxième séance est commencée par la maîtresse avec la demande aux élèves de recherche ou d'identification individuelle dans le tableau: "Est-ce que vous vous êtes retrouvés?" Identification individuelle dans le tableau.

Recherche d'erreurs.

Vérification à deux (l'élève qui vérifie et son voisin), dans le tableau de l'identification des élèves et de leurs réponses: ceci permet le constat d'erreurs, ce qui à son tour provoque une recherche systématique de celles-ci et leur correction.

Compléter le tableau:

L'élève E6 remarque que sa colonne est vide et la maîtresse lui demande de la remplir: le voisin de E6 lui dicte les réponses de l'enquête tandis que E6 place ces réponses dans les cases pertinentes dans le grand tableau et les autres enfants les placent dans leurs petits tableaux.

Pour les autres élèves qui ont des vides dans leurs réponses, c'est la maîtresse qui signale une case et demande à l'enfant impliqué de venir la remplir, ensuite les élèves concernés dictent les réponses des cases signalées par la maîtresse.

Donc, dans cette classe on fait compléter le tableau case par case, (la maîtresse a justifié son choix, dans la table ronde qui a suivi l'observation, comme nécessaire pour éviter le fonctionnement mécanique de ce processus).

La différence de la durée de cette PHASE-I dans les deux classes est de cinq minutes: 15 min. en CM2A et 20 min. en CM2B.

PHASE-II ou la dévolution de la potentialité de l'outil: analyse quantitative et interprétation de la contingence

Cette dévolution a été aussi progressive, en trois sous-phases

PHASE-IIa. Situation didactique d'initiation à la lecture/interprétation du tableau, à partir des exemples et des questions des maîtresses: c'est la dévolution de l'anticipation sur la potentialité du tableau.

Les enfants ont commencé à anticiper:

- les remarques quantitatives et comparatives sur les données dans les deux classes CM2A et CM2B

- et à anticiper aussi les stratégies de recherche dans le tableau, stratégies nécessaires pour la lecture et l'interprétation des données: au niveau de l'action l'anticipation a fonctionné dans les deux classes, les remarques des enfants le montrent; elle a fonctionné de façon explicite dans la classe de CM2B: la gestion de la maîtresse a été très déterminante, avec l'exigence pour les élèves de la formulation des "pourquoi", des remarques faites, et de "comment" ils voyaient ces remarques.

La durée de cette PHASE 6 min. dans le CM2A et 10 min dans le CM2B, montre aussi, au niveau du temps, la différence de travail investi par chaque maîtresse dans cette PHASE didactique.

PHASE-IIb. Situation a-didactique de recherche et formulation de remarques générales sur les données du tableau: dévolution de la prise en charge de l'analyse et l'interprétation du tableau

Les maîtresses ont surveillé ce travail individuel ou par couples d'enfants, en travaillant personnellement avec les élèves qui en ont besoin (5 ou 6 minutes). Pas de différences entre les deux classes.

PHASE-IIc. Situation didactique de vérification et de débat collectif des remarques proposées par les élèves: dévolution de la vérification ou de la validité des assertions ou des jugements produits

Cette PHASE, a eu une différence de durée assez significative entre les deux classes, CM2A 13 min. et CM2B 5 min., ce qui pointe aussi la différence du travail réalisé par le maître et les élèves pendant ce temps.

CM2A

Etant donné que pendant la PHASE-IIa, la maîtresse n'a demandé aux élèves ni la vérification des remarques, ni la formulation de la démarche suivie pour leur élaboration ou leur vérification, comme dans l'autre classe, ce travail restait à faire, et il a été fait pendant cette PHASE-IIc.

La gestion des remarques des enfants plus abondantes et générales qu'en CM2B, a été établie par la maîtresse à partir de l'exigence:

- de l'explicitation sur la validité ou l'acceptation de la généralisation de l'attribution d'un prédicat sur tous les valeurs de la variable

Discussion: "S'il y en a un qui n'aime pas l'activité, est-ce que c'est une activité pour tout le monde?"

- et de la vérification des comparaisons proposées par les enfants

Ce travail a permis au maître, de travailler sur la validité d'une implication logique, en partant de l'analyse de la contingence, des différentes valeurs de la variable et non à partir de la nécessité logique qui en dérivait sémantiquement:

Prouver: "Il y a plus d'élèves qui préfèrent aller en Italie pour visiter les musées en Italie que rester en France et visiter les musées".

La recherche de la "preuve" a produit une explicitation de certaines des démarches méthodologiques pour élaborer les remarques et leur validité ou leur vérification.

Le travail de vérification a permis aussi de comparer le choix de deux élèves et de juger leur identité (équivalence logique) ou leur proximité ou leur distance (coïncidences ou différences):

Vérifier: "E18 et E19 ont répondu pareil"

Chercher d'autres couples d'élèves qui ont répondu pareil.

CM2B

Un travail de vérification des remarques beaucoup plus court, mais qui a permis aussi au maître:

- de faire expliciter aux enfants, ou de préciser le jugement implicite dans les assertions: "beaucoup de gens veulent", "beaucoup de gens ne veulent pas"

- de connaître le critère de comparaison des enfants, sur la proximité entre deux lignes, en

fonction du nombre de réponses négatives et non pas de leurs coïncidences ou différences entre leurs réponses.

- de pouvoir parler des différences, avec une double lecture : le constat de la différence, en vérifiant au niveau de la contingence la validité d'une assertion et avec la généralisation de la formulation, avec l'utilisation d'un quantificateur pré-logique "rien sauf"

E19.- "E4 n'a mis que des zéros sauf le stage d'études"

M.- "Qu'est que ça veut dire?"

E19.- "Qu'elle aime rien sauf le stage d'études"

et la valuation déontique (WERMUS, 1986) de cette différence, propre de la P.N. et différente du jugement logique porté précédemment

E24.- "Elle a le droit!"

PHASE-III ou la dévolution du fonctionnement de l'outil: le tableau comme instrument pour l'agrégation de données

Le travail concernant cette PHASE sera développé fondamentalement dans la troisième séance; dans cette deuxième séance le travail pour les enfants est réduit:

- à un exercice a-didactique sur le fonctionnement du tableau: la vérification de leurs réponses personnelles sur certaines questions (celles qui ont été proposées par la maîtresse), sous forme de différents voyages.

Les maîtresses devaient présenter la consigne du travail:

- "Chercher les voyages auxquels ils peuvent s'inscrire. Condition de l'inscription à un Voyage: avoir répondu affirmativement à toutes les questions de ce Voyage."

Elles devaient aussi vérifier les inscriptions.

Le désir de la maîtresse de CM2B de provoquer l'anticipation des enfants sur le fonctionnement du jeu, (et il y a eu en enfant qui effectivement s'est avancé vers la maîtresse, en manifestant sa possibilité d'inscription avant que la maîtresse parle des conditions), a fait se poser la question aux enfants sur les conditions pour l'inscription à un Voyage, ce qui a constitué une vraie "devinette" pour certains élèves: ils n'avaient aucun moyen de connaître la réponse, sauf "deviner" les intentions du maître et leur propre désir de pouvoir s'inscrire (l'élève qui avait répondu affirmativement et a interrompu la maîtresse..

La réponse d'un élève illustre cette affirmation que nous venons de faire:

M.- "Qu'est-ce qu'il faut pour pouvoir s'inscrire à un Voyage?"

E.- "Un billet!"

La vérification de certaines des inscriptions a permis de mettre en évidence "objectivement" (selon les règles du jeu et les données du tableau):

- la non-possibilité de toutes les inscriptions réalisées dans la classe de CM2B (presque toutes les erreurs sont des inscriptions non-possibles et que les enfants avaient considérés comme possibles

- l'absence de certains voyages possibles et que les enfants n'avaient pas pris en compte, dans la classe de CM2A

- l'impossibilité pour certains élèves de s'inscrire en fonction de leurs réponses et des caractéristiques choisies pour les Voyages, ce qui a permis aux maîtresses des deux classes de reprendre la situation de l'agence de Voyage, pour essayer de résoudre un problème de "solidarité" dans la classe:

"Trouver un voyage avec 4 caractéristiques pour les enfants qui restent sans aucun Voyage possible."

L'élaboration de ce Voyage, et les réflexions méthodologiques qui ont accompagné ces réponses, analysées dans la prochaine séance, supposent la prise en charge des élèves de la dévolution du fonctionnement du tableau, comme outil de résolution et discussion d'un problème collectif.

CONCLUSIONS VOYAGE-2

Concl.2.1 Cette séance nous a permis de regarder la présentation aux enfants du tableau des données et sa dévolution en tant qu'instrument de travail.

Concl.2.2 L'analyse détaillée présentée dans l'observation de la séance, montre la dévolution progressive faite par les maîtresses, selon les différentes PHASES prévues:

- PHASE-I: dévolution de la connaissance de l'outil
- PHASE-II: dévolution de la potentialité de l'outil

La PHASE-III n'a pas été proposée aux élèves: elle sera abordée et analysée dans les prochaines séances.

Concl.2.3 Les résultats individuels des élèves et le fonctionnement collectif observé, nous permet d'affirmer que cette dévolution des PHASES-II et III a été réussie.

Concl.2.4 Cette séance nous a permis aussi d'observer l'utilisation du tableau par les maîtresses, en tant qu'instrument de gestion des raisonnements des enfants.

Concl.2.5 La description du travail du maître, dans l'observation de la séance, nous montre des exemples de cette gestion, notamment de la dévolution de la vérification ou de la validité des assertions ou des jugements des élèves sur:

- la généralisation d'un attribut sur toutes les valeurs de la variable et l'utilisation des pré-quantificateurs logiques

- la relation d'implication, et/ou de l'équivalence des propositions, au niveau de la contingence et non de la nécessité logique dérivée du contenu sémantique des propositions

- la négation des propositions, les différences entre les fonctions propositionnelles (selon les valeurs de leurs variables), la complémentarité des ensembles,

Concl.2.6 Cette séance nous a permis aussi de montrer des exemples du rôle phénoménotéchnique prévu a priori pour l'ensemble des leçons:

- dans "la présence" et le fonctionnement de certains aspects de la P.N. ou du langage naturel des élèves, différencié de la pensée logique ou de sa formalisation en jeu dans la séance: les valuations déontiques, l'égo-centrisme des enfants, la généralisation incomplète (presque tous, beaucoup ou très peu, presque pareil...).

- et la possibilité de gestion, par les maîtres, à partir du tableau:

- acceptation ou rejet de certaines formulations, de certains jugements: s'il s'agit de commentaires ou d'évaluations subjectives qui ne rentrent pas en contradiction avec les informations du tableau, il n'y a pas besoin de les "corriger" (même s'ils peuvent être discutés), si par contre les commentaires sont réfutables ou reformulables à partir des renseignements du tableau, ils sont repris et faits corriger ou "traduits" par la maîtresse (ou les autres élèves)

- la demande de précisions par rapport à un élément de référence objectif

- la possibilité d'utilisation aussi par le maître de ce même double langage, naturel et formel, selon le travail réalisé: sur les renseignements du tableau, sur les évaluations/interprétations des enfants

Les troisième et quatrième séances, de 30 minutes chacune, correspondent aux Jeux de l'Agence de Voyage prévus dans la PHASE-III de la Fiche Didactique de la deuxième séance, qui n'ont pas été faits dans cette séance-là.

JEU DE VOYAGE 3ème séance: OBSERVATION
(1988/89)

A) Le travail préalable de l'élève

CM2A

Le travail individuel: Les constats

C1.- Toutes les propositions des enfants, avec des Voyages pour l'élève E21, qui ne pouvait partir dans aucun des autres Voyages proposés pendant la deuxième séance, sont justes. Seuls les enfants E10 et E17 n'ont pas fait de propositions.

C2.- Parmi les 21 élèves qui ont fait des propositions justes, 19 ont suivi strictement la consigne (Voyages avec 4 caractéristiques), 5 élèves parmi ces 19 ont fait plus d'une seule proposition.

Seulement deux élèves E2-E23 n'ont pas suivi la consigne pour le nombre des caractéristiques du voyage et ils ont donné 5 caractéristiques par voyage, (l'élève E23 a fait deux propositions de Voyages avec 5 caractéristiques chacun).

L'analyse

L'élève E21, pour qui les autres élèves ont préparé des voyages, avait répondu affirmativement à l'enquête sauf pour les questions Q4, Q6 et Q10, donc c'était facile de trouver un Voyage avec 4 caractéristiques (questions où il a répondu affirmativement), parmi les 11 possibles.

Mais le fait d'avoir une réponse juste à l'élaboration du voyage, d'une manière si unanime, nous permet de montrer que la dévolution du sens du Jeu de l'agence de l'agence de Voyage de cette PHASE-III de la situation a été une réussite.

De même pour l'identification de l'outil, travail qui a été commencé dans la PHASE-I, la dévolution a été faite au moins partiellement, pour ces 21 élèves qui ont proposé des Voyages justes: ils sont capables de trier un sous-ensemble de données de l'ensemble total, en fixant une des caractéristique (dans ce cas la colonne).

Nous verrons dans la prochaine séance et aussi dans l'autre classe que cette réussite n'est pas totale et qu'elle diminue, quand les variables à manier dans le tableau augmentent.

CM2B

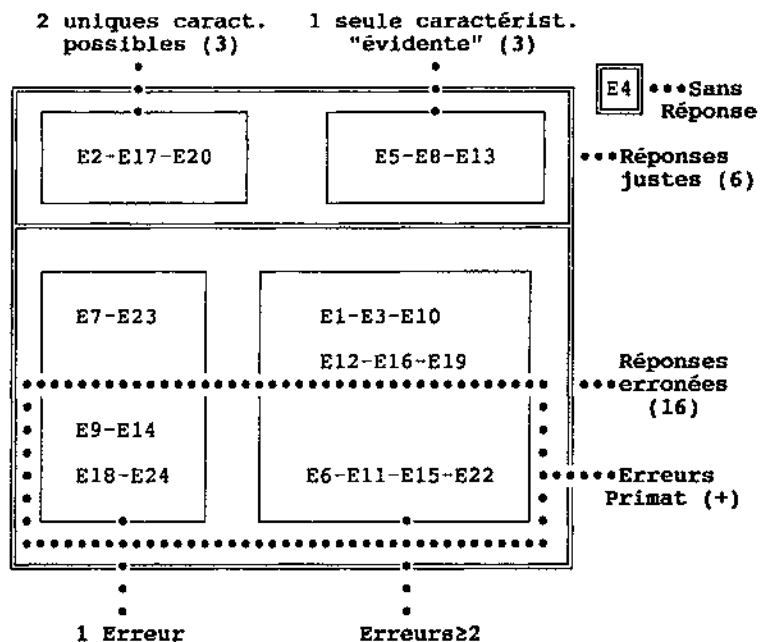
C1.- La recherche d'un voyage possible (avec 4 caractéristiques) pour que les élèves E9-E18-E20-E25 puissent aussi partir a donné les résultats suivants à la fin de la deuxième séance:

- 6 élèves avaient trouvé des réponses justes et possibles, même s'ils reconnaissaient qu'elles ne suivaient pas la consigne (ne possèdent pas 4 caractéristiques)

- 6 élèves ont trouvé aussi des caractéristiques justes mais ils ont ajouté une caractéristique erronée

- 10 élèves ont commis plus de deux erreurs dans leurs réponses

C2.- L'erreur la plus fréquente a été de considérer comme des caractéristiques possibles, les caractéristiques avec le plus de réponses affirmatives, sans regarder si elles convenaient aux élèves visés (erreurs liés au primat du positif) 8 enfants ont fait ce type d'erreur.



- Diagramme V3B -

C3.- A la maison:

- il a eu 8 élèves de plus qui ont trouvé des réponses justes, mais parmi eux 4 enfants ont ajouté une caractéristique erronée; il faut remarquer que les élèves E10, E11, E15, E16, E19, E22 (dans cette catégorie) avaient produit plus de deux erreurs dans leurs premières propositions dans la classe

B) La troisième séance

Cette séance de caractère didactique, est une séance collective dont le travail à réaliser est la recherche du Cardinal d'un des Voyages proposés ou étudiés, et l'identification de tous ses "voyageurs": c'est l'identification dans le tableau, d'un sous-

ensemble des données (les élèves, sous-ensemble des lignes, qui vérifient la conjonction des questions Qa-Qb-Qc-Qd, sous-ensemble des colonnes).

Nous allons analyser d'abord le travail du maître: la dévolution et la gestion de la situation, et après le travail de l'élève: les stratégies de recherche mises en oeuvre.

B1) Le travail du maître **CM2A** et **CM2B**

Les constats

C1.- Le travail de dévolution du problème "Combien d'élèves peuvent partir dans un Voyage de 4 caractéristiques données" a été réalisé différemment dans les deux classes:

C1A.- Dans la classe de CM2A la maîtresse a posé cette question à propos des Voyages A-B-C-D-E proposés la séance précédente, mais elle a donné aussi le moyen de le résoudre: elle a demandé quels étaient les élèves qui pouvaient s'inscrire dans un Voyage déterminé et elle comptait combien ils étaient.

Après, dans un deuxième temps, la maîtresse a profité de la proposition de l'élève E2 sur le Voyage "Y"=(Q1-Q3-Q5-Q12) pour l'élève E21 (celui qui ne pouvait pas partir aux autres Voyages) pour relancer la question: Combien d'élèves peuvent s'inscrire au Voyage "Y"?

C1B.- Dans la classe de CM2B, le problème a été posé directement à partir de la proposition de l'élève E15, le Voyage "G" = (Q1-Q8-Q12-Q15) pour l'élève E18 (un des élèves qui ne pouvait pas partir dans les Voyages proposés).

C2.- A partir de ce moment, le problème est le même dans les deux classes, et la gestion des réponses des élèves c'est la gestion des stratégies de recherche

des élèves, dans le tableau, d'un sous-ensemble des données.

L'analyse

a) La dévolution

Dans la première phase la maîtresse de CM2A, n'a pas fait, la dévolution du problème de recherche du cardinal aux élèves: c'est elle qui a résolu le problème, a donné une stratégie de résolution (demande des élèves qui pouvaient s'inscrire) et a donné la réponse (a compté ces élèves).

Le travail réellement demandé aux enfants pendant cette phase, a été de porter un jugement, une *évaluation sur leur appartenance a un ensemble défini par la conjonction de quatre caractéristiques; le travail de vérification que la maîtresse a utilisé pendant cette phase avec les élèves illustre cette affirmation: pour chaque Voyage elle avait demandé le nombre d'élèves qui pouvaient s'inscrire, elle a vérifié avec un de ces élèves-ci, que lui, il pouvait bien s'inscrire dans ce voyage, donc vérification individuelle d'appartenance.

C'est dans la deuxième phase qu'elle a fait la dévolution du problème, même si la question aux deux moments a été la même: "Combien d'élèves..."

b) La gestion des stratégies de recherche

La gestion des stratégies de recherche dans le tableau, a été semblable dans les deux classes:

- les maîtresses font expliquer à un des élèves qui a donné une réponse numérique, comment il avait trouvé

- elles contrôlent la compréhension par le reste des élèves, de l'explication donnée par leur camarade, et éventuellement elles font préciser à l'élève qui présente sa stratégie (ou précisent elles-mêmes) les aspects ou les difficultés trouvés par les autres élèves

- elles proposent de petites astuces pratiques, pour pouvoir mener à terme matériellement, la stratégie proposée par l'élève:

CM2B

Ex.1.- Pour la stratégie 1., écrire le nom des élèves éliminés, au lieu de la croix, pour ne pas se tromper

Ex.2.- Proposer d'utiliser la grande règle (de tracer au tableau), pour suivre une ligne, ou une colonne

- elles "font écouter", les propositions/suggestions des autres élèves, pour remarquer si elles sont pertinentes

CM2A

Ex.1.- "Faire du vélo": c'est sûr!, il ne faut pas vérifier!.

Cette question Q12 est aimée par tout le monde.

Ex.2.- "Faire de croisière sur le Pacifique": pas la peine de chercher, une seule élève ne peut pas, c'est E22! et ce n'est pas E21!.

E21 c'est l'élève pour lequel les élèves étaient en train de vérifier la possibilité d'inscription au voyage.

Les stratégies ont montré tout simplement, comment les élèves les faisaient fonctionner, mais il n'y a pas eu de débats, ni de discussions sur leur pertinence: leurs résultats ont été vérifiés et corrigés si ceci s'imposaient.

Dans la classe de CM2B, la maîtresse a remarqué la différence du travail fait sur le tableau: Stratégie 1, travail sur les lignes, Stratégie 2 sur les colonnes.

Dans la classe de CM2A, le résultat du problème a été vérifié rapidement par la maîtresse ("lever le bras

et compter"), mais la stratégie n'a été ni vérifiée, ni contredite. (?)

Le défi, sur la recherche d'un voyage pour le maximum d'élèves, finit cette séance dans les deux classes, et permet une dernière ébauche de débat: "Pourquoi pas pour toute la classe?".

L'acceptation de ce défi suppose l'acceptation individuelle de la dévolution du problème du cardinal, qui, parce qu'il a été traité pendant toute la séance d'une manière collective, a laissé ouverte la possibilité de la non-prise en charge obligatoire du travail par tous les élèves.

Les réponses des élèves seront analysées collectivement dans une quatrième et dernière séance, sur le JEU de "l'Agence de Voyage".

B2) Le travail de l'élève

Les constats

C1.- Les stratégies qui ont été proposées dans les deux classes ont été les suivantes:

CM2B

- Stratégie 1: "Mettre une croix, pour éliminer, les élèves qui ont un "0" dans "aller visiter un musée de voitures, après pour "les fêtes", etc. Qui reste?"

- Stratégie 2: "Regarder élève par élève, s'il y a un "0", élimine!"

CM2A

-Stratégie 1.- "Total d'élèves moins le nombre de "non" de chaque question"

C2.- Les remarques sur la quantification et la négation ont été constantes:

C2Q.- Remarques sur la quantification:

CM2A

- Pendant la vérification de la possibilité d'inscription d'un élève concret, dans un voyage qui contient une question Q avec seulement des réponses affirmatives, les enfants ont explicité leur conviction sur l'inutilité de la vérification personnelle pour chaque élève, de cette question Q12, puisque tout le monde la vérifie:

Vérification d'inscription dans le Voyage B, contenant Q12: faire du vélo, de l'élève E18:

E.- "Tout le monde fait du vélo, il ne faut pas le vérifier pour E1!"

Même remarque, sur la même question Q12, mais pour une autre élève E2

E.- "Faire de croisière sur le Pacifique": pas la peine de chercher, c'est une seule élève que ne peut pas, c'est E221 et ce n'est pas E21!"

E21 c'est l'élève pour lequel les élèves étaient en train de vérifier la possibilité d'inscription au voyage.

CM2B

- Dans la vérification collective du nombre d'élèves pour le Voyage "G", avec la Stratégie 1, les remarques sur la quantification ont été faites au moment où les enfants allaient éliminer les élèves qui ne vérifient pas la question Q15 (avec tous ses réponses affirmatives):

M.- Qu'est-ce qu'il nous reste à regarder?

E.- "Faire un stage d'études", mais tout le monde a dit OUI aux études!

M.- Alors, est-ce qu'on regarde les études?

E.- Non!

M.- Est-ce que ça vaut la peine d'aller vérifier?

E.- Non!

Dans la discussion si le Voyage cherché pour le maximum d'élèves pouvait être le Voyage pour toute la classe, un élève remarque l'impossibilité, sauf si ce Voyage est la question Q15:

M.- "Pour toute la classe?

E.- Non!, Il y a que pour le stage d'étude pour lequel ça marcherait!"

C2N.- Sur la négation:

- l'impossibilité d'inscription à un Voyage déterminé parce qu'il a des réponses négatives oblige ce type de remarques, aussi bien de la part du maître que de celle des élèves:

CM2B

M.- "On continue, on va chercher quel est le Voyage qui peut réunir les trois élèves, l'élève E20 ne peut pas s'inscrire à ce Voyage-là (Voyage G)?

E.- Non.

E.- Non, les fêtes il a mis NON.

E.- Le E25, NON.

M.- Et le E25 non plus. E2, l'élève E25, pourquoi il ne peut pas?

E2.- Parce qu'aux magasins il a répondu NON.

CM2A

La vérification d'inscription de l'élève E14, au Voyage D, permet de corriger son erreur "d'inscription":

E.- "0, Non! Pour aller en Espagne pour apprendre l'espagnol, il a Non! Tu peux pas aller au Voyage D!

L'analyse

Les stratégies de recherche

Les stratégies des élèves, pour déterminer les ensembles demandés et leurs cardinaux, ont commencé à être anticipées par certains élèves, dans leurs réponses individuelles, comme ça a été observé aussi dans le travail collectif.

Mais on a observé aussi les difficultés de compréhension, pour beaucoup d'enfants non pas de la consigne, sinon de la tâche qui lui était associée; ils avaient des difficultés à dépersonnaliser le travail d'inscription ou non d'un élève concret dans tel ou tel voyage, pour arriver à la généralisation de tous les élèves possibles: c'est la différence entre déterminer l'appartenance d'un élément à un ensemble défini par la conjonction de 4 critères, et la détermination, par extension de ce même ensemble, à partir de sa définition par la compréhension, définition exprimée par une proposition conjonction de ces 4 caractères.

La stratégie de CM2B, de différences entre le Cardinal de l'ensemble total et des réponses négatives des questions analysées, est erronée parce qu'elle ne prend pas en compte les cardinaux des diverses

intersections partielles, (deux à deux, à trois, etc) des 4 sous-ensembles des réponses à chacune des questions séparément, c'est-à-dire qu'elle ne prend pas en compte les coïncidences entre les lignes.

Cette stratégie n'a été ni détruite, ni analysée suffisamment, elle a seulement été rejetée parce qu'elle ne donnait pas le résultat trouvé majoritairement par les enfants qui avaient trouvé des réponses.

Mais certains enfants (pas très nombreux) ont commencé à anticiper vaguement où se trouvait la difficulté: dans les coïncidences des réponses négatives, mais ils n'ont pas vérifié cette intuition.

A propos du travail logique

C'est le type de travail réalisé pour trouver les élèves qui pouvaient s'inscrire dans un certain Voyage ou l'élimination des élèves qui ne vérifient pas certaines questions, et le nombre des zéros, beaucoup moins important que celui des 1, ce que a privilégié la recherche des "non", et a renforcé le travail sur la négation.

Le travail sur la négation n'a pas un caractère formel, de formulation correcte etc., c'est au niveau implicite, au niveau de l'action que ça fonctionne: c'est plus rentable de chercher les réponses négatives parce qu'elles sont moins fréquentes dans notre tableau.

Mais c'est cette économie dans les stratégies qui renforce la prise en compte des négations, de l'absence d'un caractère, c'est ce qui est privilégié dans ce Jeu, par rapport à la présence de ce caractère.

C'est aussi la reconnaissance des différences comme étant plus pertinentes que les choix majoritaires, pour le travail à réaliser: les questions "aimées par tous les élèves" ne déterminent rien, ce

sont les réponses différentes les NON, ou la non-coïncidence de critères, qui établissent les différences, les impossibilités, etc., donc c'est sur ces différences qu'il faut travailler.

Le travail sur le Tableau

Les stratégies utilisées, ont montré l'économie dans cette situation, de l'observation des lignes par rapport à l'observation de colonnes, étant donné qu'il s'agissait d'observer 4 sous-ensemble de 22 éléments, un par un, ou bien de chercher quatre éléments dans chaque sous-ensemble de réponses personnelles de chaque enfant (22 fois minimum par processus).

Les lignes ou les colonnes homogènes ont été redécouvertes en tant que facilitation du travail à réaliser, donc elles sont investies d'un nouvel intérêt à être repérées.

Les cases contenant les négations ont été aussi "revalorisées" par rapport à celles qui contiennent une affirmation.

JEU DE VOYAGE 4ème séance: OBSERVATION (1988/89)

A) Le travail préalable de l'élève: le "défi"

Le travail individuel: Les constats

La recherche du Voyage où puisse inscrire un maximum d'élèves: défi lancé par la maîtresse pendant la séance précédente, a donné les résultats suivants:

CM2A

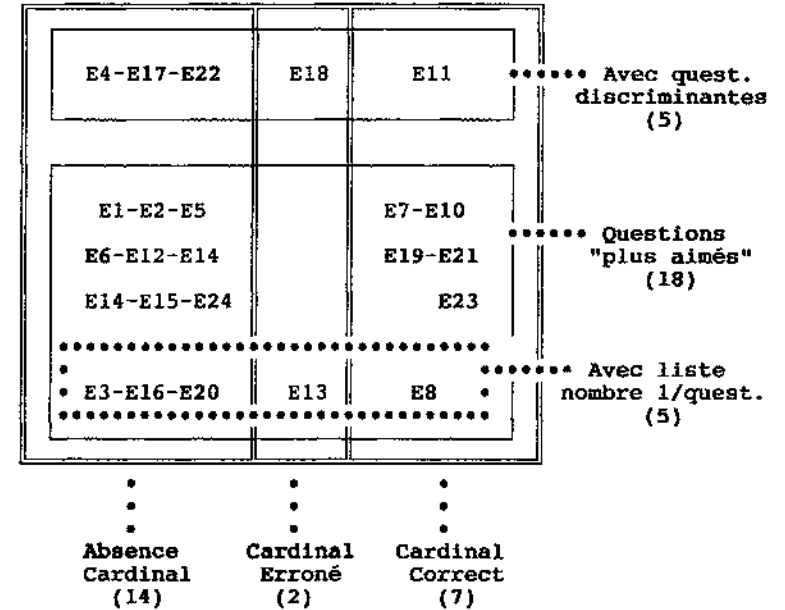
C1.- tous les élèves ont fait des propositions, dont 18 sont fabriquées avec les 4 caractéristiques qui ont les quantités mineures des réponses négatives et les autres 5 propositions qui contiennent au moins une question assez discriminante (les questions avec le plus de réponses négatives)

C2.- le cardinal du Voyage proposé a été donné correctement par 7 élèves, tandis que le double d'élèves, 15 élèves, n'ont pas donné le cardinal, et 1 élève a donné un cardinal erroné.

C3.- 5 élèves avaient sur leur feuille de travail la liste de réponses affirmatives par question (pour 14 questions) et un élève a donné le cardinal de l'ensemble proposé en donnant les réponses affirmatives de chacune des caractéristique proposées.

C4.- L'élève E18 a donné, pour la proposition qu'il a faite, un cardinal supérieur au cardinal total de l'ensemble d'élèves: il a additionné les élèves qui pouvaient s'inscrire à chacune des caractéristiques du Voyage proposé.

Le travail des élèves est résumé dans le Diagramme V4A.1



- Diagramme V3A.1 -

Remarques sur le Diagramme: les élèves qui sont écrits avec des caractères plus foncés (Ex.: E6), ont donné le cardinal correct de l'ensemble des élèves qui pouvaient s'inscrire au Voyage S, proposé par l'élève E22 pendant la 4ème séance.

CM2B

C1.- Parmi les 25 élèves: trois élèves (E4-E12-E14), n'ont pas fait de propositions, 8 élèves ont fait plus d'une proposition, et 14 ont fait une seule proposition.

C2.- Des 22 élèves qui ont fait des propositions: 10 élèves ont donné des propositions qui n'ont pas le

cardinal du sous-ensemble proposé, et les 12 élèves restants proposent aussi le cardinal du sous-ensemble proposé: 9 cardinaux sont justes, et 3 erronés (erreur de calcul?, erreur de stratégie?).

C3.- La question de la maîtresse, sur le nombre d'élèves qui pouvaient s'inscrire dans le Voyage "G", proposé par E15, a obtenu une bonne réponse de la part de tous les élèves qui ont donné une réponse (12 élèves), ou bien est restée sans réponse, (12 élèves aussi).

C4.- Les stratégies pour élaborer les propositions du voyage peuvent être groupées dans deux catégories différentes:

- élaborer des propositions qui prennent en compte exclusivement des questions très aimées (beaucoup des "oui"): 15 élèves

- élaborer des propositions combinées, qui prennent en compte aussi bien les questions aimées par tout le monde (ou presque), et des questions discriminantes, dans lesquelles les avis des enfants sont très partagés: 6 élèves

Plusieurs élèves (parmi eux E6) ont élaboré des propositions différentes, avec chacune de ces stratégies-ci.

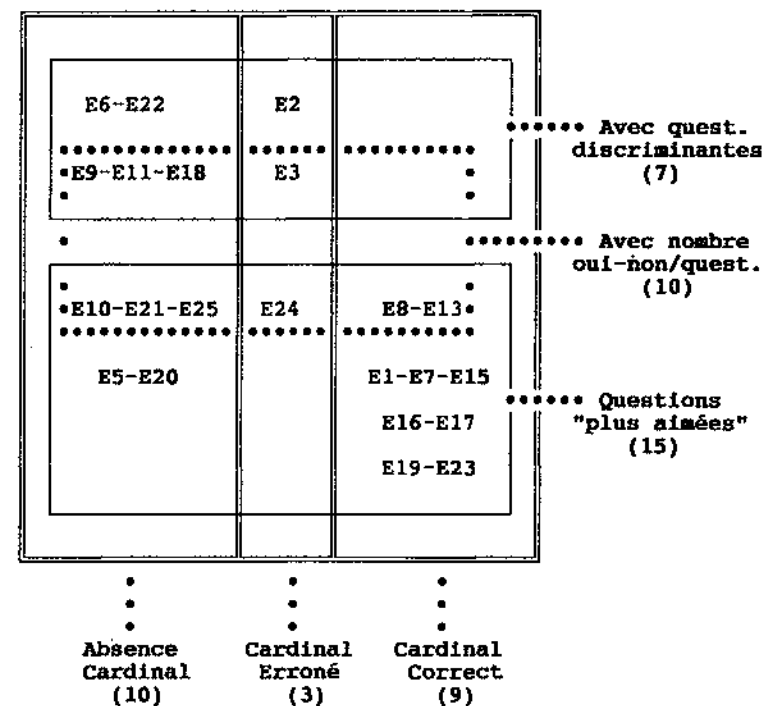
C5.- A propos du cardinal de la proposition faite: 10 élèves ont noté le nombre de oui, ou de non par question, même si quelques-uns ont donné aussi le cardinal de l'ensemble (E8 et E13), la plupart (8 élèves) qui ont fait ce type des remarques n'ont pas donné le cardinal de l'ensemble proposé.

C6.- Un élève E2 a donné un cardinal pour le voyage proposé, supérieur au cardinal de l'ensemble total des élèves.

C7.- Les réponses des élèves E24 et E25 sur le cardinal du voyage proposé, montrent un changement de stratégie: de la liste de oui par question, même de l'addition des cardinaux des réponses affirmatives dans

chacune des questions du voyage proposé, à la recherche des "non" par question, et à l'identification de ces "non" (les élèves qui ont répondu négativement à chaque question du voyage proposé).

Les résultats des élèves et leurs stratégies sont exprimés dans le Diagramme V3B.1



- Diagramme V3B.1 -

Remarques:

R1.- Les élèves qui sont écrits avec des caractères plus foncés (Ex.: E2), ont donné correctement le cardinal du Voyage G, proposé par l'élève E15, pendant la troisième séance: 11 élèves (50% du total).

R2.- Aucun élève qui a fait des propositions avec des questions discriminantes, n' a donné le cardinal correct de l'ensemble d'élèves qui vérifient cette proposition.

L'analyse: CM2A et CM2B

L'acceptation de la part des élèves du défi de la maîtresse, avec l'élaboration des propositions pour un voyage majoritaire et la nature de ces propositions, montre que la dévolution du Jeu n° 2 de l'Agence de Voyage -PHASE-III- (les élèves en tant qu'agents, et non en tant que clients), a été faite.

La recherche du cardinal du sous-ensemble défini par la conjonction de quatre propositions (ou par l'intersection de quatre sous-ensembles, 4 lignes du tableau) a été réussie par 30% des élèves dans la classe de CM2A et par 41% des élèves dans la classe CM2B.

Les travaux des élèves nous montrent aussi que le travail de correction des cardinaux fait en classe est "suivi" (fait ou copié?) par la moitié des élèves, dans chacune des classes.

L'évolution de certains élèves dans leurs stratégies de recherche des cardinaux, est visible dans les travaux des élèves E24 et E25 de CM2B:

E24: "12 pour le musée, 24 pour l'étude, 15 pour les fêtes, 17 pour les magasins: $24+17+15+12=68$ ".

Cette réponse est barrée et après il fait la proposition suivante:

E24: "21 élèves peuvent aller au voyage que je propose, musée 2, château 2, étude 0, étranger 2".

La réponse est correcte, même si elle doit prendre en compte les intersections communes: l'élève E4 ne peut aller ni au musée, ni visiter un château, ni aller à l'étranger.

E25: "magasins=16, étude=23, fêtes=13, voiture=11".

Réponse barrée.

E25: "magasins = non = 7, fêtes = non = 10, étude = non = 0, voiture = non = 12".

Réponse barrée aussi.

A coté de la dernière réponse donnée, E25 écrit les nombres: 9-1-2-8-13-18, les élèves qui peuvent s'inscrire au voyage.

Donc ces réponses montrent bien l'évolution de la recherche du nombre de réponses positives vers le nombre de réponses négatives, puis vers les éléments concrets non-éliminés: elles peuvent être considérées comme l'exemple de la démarche suivie par d'autres enfants (qui ne l'ont pas formulé), mais qui a été constatée pendant l'observation de ces dernières séances.

Les autres travaux individuels peuvent offrir aussi certaines traces de ces évolutions: l'abondance de listes des oui par questions pour les élèves qui ne trouvent pas le cardinal correct, les références aux non, ou pour les élèves qui peuvent ou qui ne peuvent pas aller, etc.

La stratégie de l'addition des cardinaux de chacune des propositions du voyage a été observée aussi dans les travaux de chaque classe.

B) La quatrième séance

Cette séance de caractère didactique continue et complète le travail de recherche du cardinal d'un voyage, commencé pendant la séance précédente.

La recherche du voyage, avec quatre caractéristiques, qui puisse inscrire un maximum d'élèves, offre un double possibilité du travail avec les élèves:

- du choix des critères (questions) pour le voyage, qui ne correspondent pas exactement aux questions "les plus aimées": cardinal mineur de

réponses affirmatives par question , mais cardinal de l'intersection plus grand

- sur les stratégies des élèves pour poursuivre la recherche des caractéristiques (questions) pour élaborer le voyage (le travail était déjà commencé)

B1) Le travail du maître CM2A et CM2B

Les constats

C1.- La recherche du cardinal maximum des sous-ensembles de quatre caractéristiques et l'explicitation des méthodes de recherche étaient les objectifs visés par les deux maîtresses pendant cette séance.

C2.- Les phrases:

- Quelle proposition? Combien d'élèves tu peux inscrire?

- Comment tu as fait pour organiser ton voyage? Comment tu as calculé?

- Qui a fait autrement? Comment?

ont été le fil conducteur de la séance, pour relancer constamment la consigne, et réaliser la dévolution du travail de recherche aux enfants, malgré le caractère collectif et didactique de la séance.

C3.- Le travail de la classe de CM2A a été plus centré sur la méthode pour trouver le cardinal, une fois donné le sous-ensemble avec les quatre caractéristiques, tandis que dans la classe de CM2B c'était la méthode d'organisation du voyage (la recherche des questions) qui a été travaillée plus profondément.

C4.- Cette différence produite par la gestion du maître des réponses des élèves a permis de vérifier dans la classe de CM2B un contre-exemple par la méthode générale d'élaboration du voyage majoritaire, "plus de réponses affirmatives dans les questions choisies, plus d'élèves peuvent s'inscrire":

M.- La proposition qui avait "le plus de oui" peut inscrire 20 élèves, et cette proposition, qui "a beaucoup de oui mais pas le plus", et elle peut amener 21 élèves, pour quoi?

Remarque: La réponse à cette question repose sur le cardinal des intersections des sous-ensembles déterminés par chaque question proposée pour le voyage; elle sera étudiée dans le paragraphe suivant d'analyse.

C5.- Dans la classe de CM2A ce même problème des intersections apparaît mais sous la forme de méthode pour trouver le cardinal de l'ensemble proposé, malgré la question initiale de la maîtresse sur la méthode pour élaborer le voyage:

M.- "Quelle méthode vous avez choisi pour trouver les voyages?"

E15.- Compter les non: j'ai choisi les activités avec le moins de "non"...

M.- Avec cette méthode combien d'élèves?

E15.- Je n'ai pas compté!

E.- Comptez les "non", et il reste en total les "oui" de chaque activité."

Les élèves appliquent cette méthode et l'enfant que l'a proposée le fait au tableau, après il enlève les "doubles", celles qui ont le même cardinaux (sans prendre en compte les intersections), mais il y a des contestations de la part des autres élèves:

E.- Dans les colonnes il peut y avoir 1 dans une activité et 0 dans l'autre...!

E.- Si tu élimines une des lignes avec le même nombre, cette ligne peut avoir des élèves différents...!

C6.- Les deux classes finissent avec un petit débat, à propos des changements qui auraient lieu dans les cardinaux des voyages, si on change les conditions de recherche, en augmentant les caractéristiques possibles, mais en réduisant les conditions nécessaires:

"Voyages avec 5 caractéristiques. Condition nécessaire pour pouvoir s'inscrire: avoir "au minimum" 2 questions parmi ces 5 questions, avec des réponses affirmatives".

Ces voyages permettront l'inscription de plus d'élèves? ou de moins d'élèves?

L'analyse

Les différences constatées entre les deux classes peuvent s'expliquer aussi bien à partir de la gestion des maîtresses que des propositions faites par les élèves, et ces différences-ci permettent aussi d'observer divers constats ou remarques des élèves:

Les interventions de la maîtresse de CM2B, ont porté fondamentalement sur la méthode de recherche des voyages: comment choisir les caractéristiques (les questions) du voyage?

Ces interventions, et la demande de la maîtresse de deux propositions différentes des élèves (questions et cardinal différents) pour vérifier, nous ont permis d'observer les stratégies de recherche et vérification, et des remarques sur les données, que nous présenterons dans l'analyse du travail de l'élève.

La maîtresse de CM2A a fait vérifier indépendamment plusieurs propositions d'élèves, et après les cardinaux ont été comparés, donc le travail principal a reposé sur la vérification du cardinal de chaque proposition, et même quand elle a posé la question sur la méthode pour trouver les voyages, les élèves ont commencé avec les stratégies de recherche du cardinal, et c'est sur celles-ci que le débat a été mené.

B2) Le travail de l'élève

Les constats

Les stratégies de recherche et vérification, et des remarques sur les données, de la part des élèves, que nous avons observées dans cette séance, ont été les suivantes :

CM2B

Stratégies de vérification:

- vérification: "Vérifier personne par personne", "vérifier colonne par colonne"
- élimination: "Chercher les zéros (dans les lignes-questions) et chaque fois qu'on voit un zéro éliminer l'élève qui l'a"
- remarques: "Pas enlever un même enfant deux fois"

Stratégies de recherche:

- tâtonnement: "D'abord un peu au hasard, après j'ai changé les questions qui n'allaient pas par d'autres plus aimées"
- sélection: "On a choisi les questions qui avait moins de zéros". "J'ai compté les 1 et j'ai choisi celles qui avaient le plus de 19"

Remarques:

- "D'abord on prend "stage d'études", elle n'a pas de zéros!"
- "Les mêmes gens pour "tour du monde" et pour croisière"!

CM2A

Stratégies de vérification:

- vérification: "Vérifier personne par personne"
- élimination: "Chercher les élèves qui ne peuvent pas y aller dans chaque activité, et le marquer à côté de la ligne"

- remarques: "Enlever "les questions doubles"."
(les questions qui ont le même cardinal)

Stratégies de recherche:

- sélection: "On a choisi les questions qui avait moins de non". "J'ai compté les non et j'ai choisi les activités qui avaient le moins de non".
- dénombrement et soustractions: "J'ai compté les "non", il reste en total les "oui" de chaque activité".
"Croisière: un non, vélo: tous, châteaux: un non, se baigner: deux non, donc si à 23 j'enlève 4, il reste 21 élèves."

Remarques:

- "Dans les colonnes il peut y avoir 1 à une activité, et 0 à l'autre"
- E.- Si tu élimines une des lignes avec le même nombre, cette ligne peut avoir des élèves différents...!

L'analyse

Le choix des caractéristiques du voyage

La réponse à la question posée par la maîtresse, sur la comparaison des cardinaux des deux voyages proposés par les élèves:

M.- La proposition qui avait "le plus de oui" peut inscrire 20 élèves, et cette proposition, qui "a beaucoup de oui mais pas le plus", et elle peut amener 21 élèves, pourquoi?

est basée sur le cardinal des intersections des sous-ensembles défini par chaque question proposée pour le voyage

étude
châteaux
musée
étranger

Voyage "V"

Card (V) = 20

{non-V} = {E4, E18, E20, E25}

Card ({étude})=24 - {{étude}' = ϕ
 Card ({châteaux})= 22 - {{châteaux}' = {E4, E20}
 Card ({musées}) = 22 - {{musées}' = {E4, E25}
 Card({étranger}) = 22 - {{étranger}' = {E4, E18}

█ {{châteaux}' ∩ {musées}' ∩ {étranger}' = {E4}

étude
étranger
tour du monde
croisière

Voyage "G"

Card (G) = 21

{non-G} = {E4, E18, E20}

Card ({étude})=24 - {{étude}' = ϕ
 Card ({t. du monde})=21 - {{t. du monde}' = {E4, E18, E20}
 Card ({croisières}) = 22 - {{croisières}' = {E4, E18, E20}
 Card({étranger}) = 22 - {{étranger}' = {E4, E18}

█ {{t. monde}' ∩ {croisière}' ∩ {étranger}' = {E4, E18}

█ {{t. du monde}' ∩ {croisière}' = {E4, E18, E20}

Le fait d'avoir demandé à la maîtresse de faire comparer ces deux propositions, le "Voyage V" et le "Voyage G" au début de la séance, a permis la comparaison des stratégies: celle des élèves qui cherchent les questions "les plus aimées", et celles des élèves qui cherchent le maximum possible d'élèves, même si les élèves n'étaient pas conscients de la différence entre elles.

Les stratégies de détermination du cardinal

Ce même travail sur l'intersection des sous-ensembles, présent aussi dans la classe de CM2A ne permet pas de résoudre le problème du maximum d'élèves, sinon de régler les problèmes de méthode pour trouver le cardinal de l'ensemble conjonction de 4 caractéristiques (ou l'ensemble intersection des quatre sous-ensembles des caractéristiques): Constat C5.

Le débat final dans les deux classes, demande une certaine anticipation de la part de l'élève, sur les modifications possibles (augmentation, diminution?) du cardinal d'autres types des voyages, avec des conditions différentes sur le nombre de caractéristiques et les conditions d'inscription, mais seulement les élèves qui avaient déjà une certaine maîtrise dans la recherche des cardinaux étaient en mesure de pouvoir anticiper ces modifications, ou raisonner sur les possibilités offertes.

La correction du travail des élèves, préalable à cette séance et que nous avons déjà analysé, montre que entre 30 et 40% des élèves avaient la maîtrise désirée, au début de cette séance.

Le déroulement de cette quatrième séance n'a pas apporté d'autres données pour pouvoir juger l'évolution/l'amélioration de cette maîtrise individuelle; seul le travail collectif a été observé et ses traces sur les corrections individuelles des élèves, qui montraient (nous l'avons déjà dit) la capacité de la moitié des élèves, approximativement, à suivre ces débats et corrections collectives: l'évaluation de l'observation réalisée sur cette séance, coïncide avec ces données initiales.

LES CONCLUSIONS VOYAGE-3/VOYAGE-4

Concl.3-4.1 Ces deux séances permettent d'observer l'initiation des enfants à l'agrégation des données (à l'analyse typologique):

- à certains de ses objectifs: l'exploration et la classification des données

- aux méthodes: "la prise en compte simultanée des similarités et des différences entre les objets"

Concl.3-4.2 Elles montrent aussi la possibilité de l'utilisation du tableau, comme outil/instrument de discussion collective, et/ou de recherche des possibles solutions aux problèmes collectifs de désaccords, de différences:

- constat et discussion des choix majoritaires
- l'existence et le droit à la différence, au désaccord avec une majorité éventuelle

- la possibilité de réaliser des groupements (en fonction des similarités), et du fait que ceux-ci puissent être différenciés entre eux (en fonction des dissemblances)

Concl.3-4.3 Le caractère de jeu, de fiction, relativise les conclusions précédentes, il ne s'agissait pas d'un vrai problème des enfants.

L'envie de jouer (de pouvoir "partir ensemble" ou "d'amener le maximum d'élèves") peut masquer la vraie nature du problème.

Nous présentons ces jeux comme un exemple du fonctionnement, par analogie, d'une "vraie situation entre les enfants", dont les moyens de discussion, et de recherche des solutions pourraient être faits à partir de l'analyse typologique.

Concl.3-4.4 Les difficultés "techniques" existantes dans la mécanique de recherche "manuelle" des ressemblances et des différences des variables, parmi tout l'ensemble possible des données, ont été observées chez les élèves.

La moitié des élèves n'arrive pas à réaliser correctement cette recherche, même à la fin de ces deux séances, mais nous avons observé que celle-ci avait du sens pour les enfants: ils savaient ce qu'ils cherchaient, même s'ils avaient des difficultés, ou des erreurs.

Concl.3-4.5 La conclusion 5 de la première séance, où cette difficulté était déjà avancée étant donné la diversité des données à traiter, sur l'adéquation de l'ordinateur comme instrument pour réaliser ce travail de comparaison, nous semble encore plus pertinente, après ces deux dernières séances.

Concl.3-4.6 La classification hiérarchique des questions et des élèves, à partir de l'analyse de leur similarité (selon l'indice de LERMAN), établi sur les tableaux des données des deux classes CM2A, et CM2B, nous montre les groupements possibles des questions ou des élèves, qui donneraient tout son sens à l'agrégation¹.

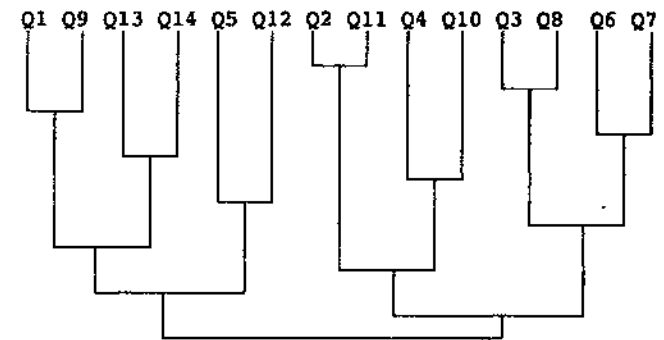
Nous présentons ci-dessous la classification proposée par le logiciel CHIC et le travail avec les élèves, que cette classification aurait rendu possible.

1. Voir Arbres V2Q-CM2A, V2E-CM2A, V2Q-CM2A, et V2E-CM2B de l'exemple d'utilisation du logiciel CHIC.

I-CLASSIFICATION HIERARCHIQUE: QUESTIONS VOYAGE 88/89

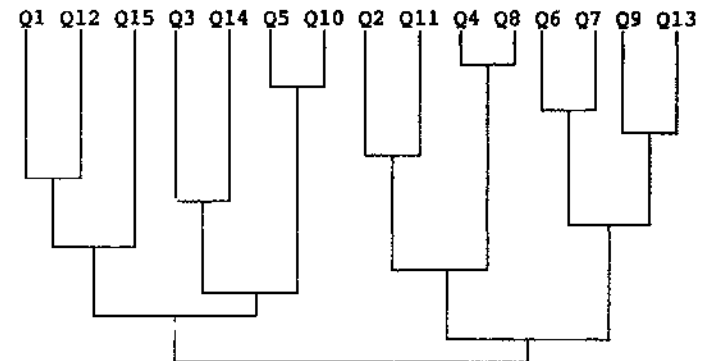
Analyse de la similarité entre les questions, selon I.C.LERMAN et utilisation du LOGICIEL CHIC, sur la matrice des données de l'expérimentation 88/89: Tableaux V2-CM2A et V2-CM2B.

CM2A



Arbre V2Q-CM2A

CM2B

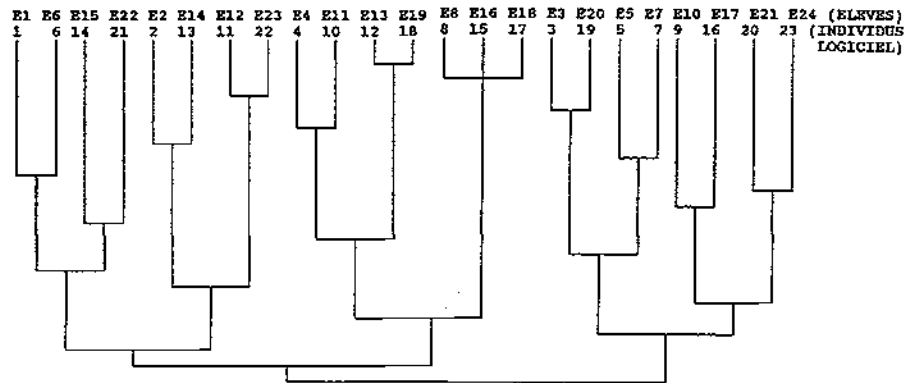


Arbre V2Q-CM2B

CLASSIFICATION HIERARCHIQUE des ELEVES: VOYAGE 88/89

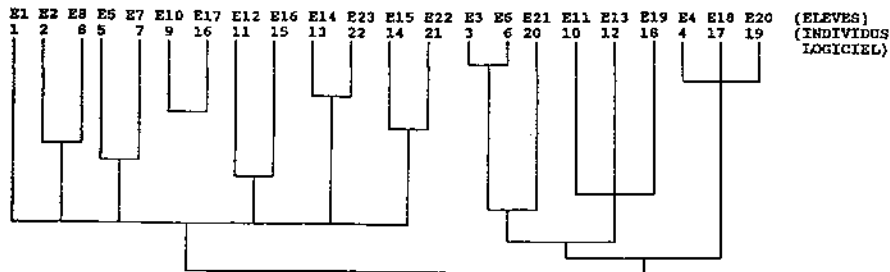
Analyse de la similarité entre les élèves, selon leurs réponses aux questions dans le JEU DU VOYAGE, selon I.C.LERMAN et en l'utilisant dans le LOGICIEL CHIC, aussi sur les matrices des données de l'expérimentation 88/89: Tableaux V2-CM2A et V2-CM2B.

CM2A



- Arbre V2E-CM2A -

CM2B



- Arbre V2E-CM2B -

III- LA CLASSIFICATION HIERARCHIQUE: UNE AIDE A LA DECISION

L'analyse de la classification hiérarchique des questions et des élèves obtenue à partir du traitement informatique des données des tableaux de l'expérimentation des leçons (Tableau V2-CM2A et Tableau V2-CM2B), nous apporte des renseignements sur la proximité des élèves ou des questions, et sur leurs groupements, en fonction de l'indice de proximité de LERMAN.

Nous allons analyser les renseignements apportés et signaler leur possible utilisation, dans le cadre des situations didactiques travaillées.

LES QUESTIONS

L'arbre V2Q-CM2A nous montre, à partir des groupements successifs des questions -selon leur proximité-, la partition de l'ensemble des questions en deux classes, à peu près équitables:

Classe "A" = {Q1,Q9,Q14,Q5,Q12}

Classe "B" = {Q2,Q11,Q4,Q10,Q3,Q8,Q6,Q7}

En reprenant la PHASE-III de la deuxième séance des situations didactiques du JEU DU VOYAGE: "les Jeux des élèves Agents d'une Agence de Voyage", avec cette classification les élèves auront une première proposition à faire: deux voyages, le Voyage "A" et le Voyage "B", contenant chacun les questions de la Classe "A" et de la Classe "B" respectivement, ce qui produit chez les élèves les possibilités d'inscription suivantes:

i) Condition nécessaire d'inscription: "avoir des réponses affirmatives dans toutes les questions"

Voyage "A" = {Q1,Q9,Q14,Q5,Q12}

Elèves: {E2,E8,E12,E13,E15,E16,E18,E19,E21,E23,E24}

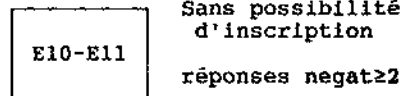
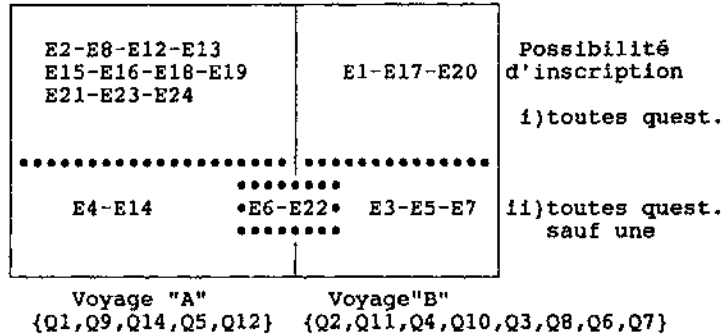
Voyage "B" = {Q2,Q11,Q4,Q10,Q3,Q8,Q6,Q7}

Elèves: {E1,E17,E20}

Sans possibilité d'inscription, avec ces conditions:
 Elèves: {E3,E4,E5,E6,E7,E10,E11,E14,E22}

ii) Condition nécessaire d'inscription: "avoir des réponses affirmatives dans les questions proposées, avec la possibilité d'acceptation d'une unique réponse négative, parmi toutes les questions"

La possibilité d'inscription avec cette nouvelle condition produit la distribution des élèves suivante:



- Diagramme CHIC-R.CMZA -

La distribution des élèves établie par la classification hiérarchique des questions, nous offre déjà une première proposition:

- possibilité de deux Voyages "A" et "B" (avec 6 et 8 caractéristiques respectivement), et dans lesquels il n'y aura pas plus d'une caractéristique qui ne soit pas aimée par les élèves inscrits.

- les deux voyages proposés permettent, avec cette condition-ci, l'inscription de tous les élèves sauf deux: E10 et E11

- la "solution" pour permettre l'inscription de E10 ou E11 pourrait être soumise à débat:

solution a) laisser 6 caractéristiques aussi pour le Voyage "B" -au lieu des 8 proposées par la classification hiérarchique-, en enlevant Q2 et Q3 (par exemple)

Cette solution permet l'inscription de E10 (avec une seule réponse négative dans le reste des questions) et à condition que E11 ait seulement deux caractéristiques (Q7 et Q8) avec des réponses négatives: C'est acceptable, pour lui?, pour le reste des élèves?

solution b) chercher un voyage pour tous les deux, comme on a fait pour les élèves qui ne pouvaient s'inscrire dans aucun des Voyages proposés en classe

d'autres solutions possibles: suggestions des élèves et discussion

Conclusion

La classification proposée par CHIC, pour les questions, optimise les propositions à faire par les élèves: avec seulement deux voyages, ceux-ci peuvent emmener presque tous les élèves de la classe; la recherche de solution pour les deux élèves qui ne peuvent pas s'inscrire apparaît plus facile à chercher étant donné que le nombre de critères proposés dans chaque voyage est aussi optimal: le nombre le plus grand possible de caractéristiques pour grouper le plus grand nombre d'élèves.

LES ELEVES

L'analyse de la classification hiérarchique des élèves établit une partition de l'ensemble d'élèves en trois classes à peu près équitables:

Classe 1 = {E1-E6-E15-E22-E2-E14-E23}
 Classe 2 = {E4-E11-E13-E19-E8-E16-E18}
 Classe 3 = {E3-E20-E5-E7-E10-E17-E21-E24}

Les classes 1 et 2 sont plus proches entre elles, dans cette classification, que de la classe 3.

Cette partition des élèves, nous montre les groupes des élèves dont la proximité, en fonction de leurs réponses aux questions du tableau, est plus grande.

Maintenant nous avons les groupes qui peuvent partir ensemble, en fonction de leurs goûts (leurs réponses). En conséquence, s'il s'agit d'élaborer différentes propositions de voyage pour ces trois groupes d'élèves, le problème est l'inverse: quelles questions choisir pour chacun de ces groupes d'élèves?

Ce nouveau processus de recherche et la discussion peuvent être menés de manières diverses:

- toute la classe cherche des question pour ces trois groupes
- les groupes impliqués cherchent et discutent entre eux, une décision qui les affecte seulement eux-mêmes; donc le choix des questions et les conditions d'inscription seraient aussi fixées par chaque groupe

LES QUESTIONS-LES ELEVES

La considération des deux classifications à la fois nous montre certaines relations entre les classes des élèves et les classes des questions:

- la grande coïncidence entre les élèves de la Classe 3, et ceux qui pouvaient s'inscrire au Voyage "B"
- la possibilité d'inscription au Voyage "A", majoritairement, des élèves des Classes-1 et 2
- la proximité entre l'élève E10, sans possibilité initiale d'inscription dans aucun voyage, et les élèves de la Classe-3 (inscrits majoritairement

au Voyage "B"), pourrait permettre à celui-ci une solution de Voyage, le Voyage "B",

- une autre possibilité pour E11, aussi sans possibilité initiale d'inscription dans aucun voyage: sa proximité aux élèves de la Classe-2 (inscrits majoritairement au Voyage "A"), pourrait permettre à celui-ci une solution de Voyage, le Voyage "A"

Le Diagramme CHIC-(Q-E).CM2A montre les relations que nous venons de signaler

	E2-E12 E15-E23	E8-E13-E16 E18-E19	E21 •E24•	V O Y A G E
	E14	E4	•	"A"
	E6-E22		•	
	E1		E17-E20 • •E24•	V O Y A G E
			E3-E5-E7	"B"
		E11	E10	
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	

- Diagramme CHIC-(Q-E).CM2A -

En conséquence les Voyages à proposer et l'inscription des élèves seraient les suivants:

VOYAGE "A":

{E4, E6, E8, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E18, E21, E22, E23}

VOYAGE "B": {E1, E3, E5, E7, E10, E17, E20, E24}

VOYAGE "A" et VOYAGE "B": {E6,E22,E24}

{E1,E21}: élèves dont la proximité des questions et celle des élèves ne coïncident pas. Ils sont "inscrits" dans le Voyage dans lequel ils étaient classés, définis par la proximité des questions, mais ils sont plus proches de certains des élèves qui sont "inscrits" dans l'autre Voyage: c'est un choix à négocier;

{E6,E22,E24}: élèves qui peuvent être inscrits dans les deux Voyages; ils ont été inscrits en fonction de la proximité avec les élèves, c'est-à-dire, ils sont inscrits au Voyage auquel leur Classe a été inscrite: E6-E22 avec la Classe 1, donc au VOYAGE "A", et E-24 avec la Classe 3 au VOYAGE "B".

CHAPITRE 5. L'OBSERVATION DES SITUATIONS-II**CLASSIFICATION DES PLANTES (88/89)****5.1.OBSERVATION: 1ère SEANCE.**

CM2A-CM2B

5.1.1 Obs.1: Déroulement de l'ingénierie

Les deux classes ont fini la 1ère. séance, comme c'était prévu, avec l'élaboration d'une liste de questions (voir la feuille annexe, avec la liste de questions, pour chaque classe).

Le travail demandé aux élèves (par groupe de deux): liste des questions, en observant 2 ou 3 plantes, qui va permettre de classer toutes les plantes. (A analyser)

Pour la 2ème séance, dans la préparation, nous avons modifié légèrement la fiche didactique-IV (voir fiche didactique-IV modifiée). Le but de cette séance: précision dans la définition des critères, attribution des critères choisis aux plantes.

LISTE DES QUESTIONS CHOISIES COLLECT.: LES CRITERES

CM2A

- 1.- Est-ce que votre plante a des feuilles dentées?
- 2.- Est-ce que votre plante a des épines?
- 3.- Est-ce que votre plante a des bourgeons?
- 4.- Est-ce que votre plante a des feuilles qui piquent?
- 5.- Est-ce que votre plante fait partie d'un arbre?
- 6.- Est-ce que votre plante a des feuilles accrochées directement à la branche?
7. - Est-ce que votre plante a des fruits?
8. - Est-ce que votre plante a des nervures?

CM2B

1. - Est-ce qu'il y a des épines sur les branches?
2. - Est-ce que les feuilles sont piquantes?
3. - Est-ce que la plante donne des fruits?
4. - Est-ce que la plante donne des fruits rouges?
5. - Est-ce que ses feuilles sont longues?
6. - Est-ce qu'elle porte des bourgeons?
7. - Est-ce que votre plante vient d'un arbre?
8. - Est-ce que la feuille a des lobes?
9. - Est-ce que la feuille a des dents?
10. -Est-ce que la feuille a la forme d'une aiguille?

La liste complète de questions, de chaque groupe d'élèves, et des plantes observées est détaillée dans l'ANNEXE-2: Obs.1.3 Le travail des enfants, (dans les Annexes des Fiches didactiques).

5.1.2 Obs.1: Analyse quantitative des propositions des élèves

Le nombre des propositions faites par les différents groupes d'élèves, pendant la première séance de la Classification des plantes, dans la PHASE de recherche de critères (Voir ANNEXE-2), sont les suivantes:

CM2A

nombre propos./groupe	nombre de plantes/groupe	
	(1-2)	(3-4)
1 proposition	G5-G6-G7-G8	G10
1<n.proposit≤3	G11	G4-G9-G12
5 propositions	G1	G2-G3

- Tableau F.1A.TE -

1ère séance-CM2A: nombre de propositions faites par chaque groupe

Remarque: nous avons mis aussi le nombre de plantes observées par chaque groupe, pour voir s'il avait une relation avec le nombre de propositions faites.

CONSTATS

C1. Nous voyons déjà que cette relation entre nombre de propositions faites et le nombre de plantes observées n'existe pas, au moins dans ce groupe de CM2A.

C2. Un total de 29 propositions ont été faites par les élèves pendant cette PHASE de recherche.

C3. Deux propositions par groupe, c'est la moyenne des apports faits.

C4. Tous les groupes ont fait au moins une proposition (5 groupes/12). Donc, plus de la moitié des élèves ont fait au moins deux propositions.

C5. 25% des groupes ont fait 5 propositions.

CM2B

nombre propos./groupe	nombre de plantes/groupe	
	(2)	(3-4)
1 proposition		G6-G7-G8-G9
2 propositions	G5	G1-G2-G3-G4
5/6 propositions	G11-G12	G10

- Tableau F.1B.TB -

1ère séance-CM2B: nombre de propositions faites par chaque groupe

CONSTATS

C1. Nous voyons déjà que la relation entre le nombre de propositions faites et nombre de plantes observées n'existe pas non plus, dans ce groupe de CM2B.

C2. Un total de 30 propositions ont été faites par les élèves pendant cette PHASE de recherche.

C3. Deux propositions (et "demie") par groupe, c'est la moyenne des apports faits.

C4. Tous les groupes ont fait au moins une proposition (4 groupes/12). Donc, 2/3 des élèves ont fait au moins deux propositions.

C5. 25% des groupes ont fait 5 ou 6 propositions.

5.1.3 Obs.1: L'analyse des propositions

L'analyse des questions et remarques faites par les élèves dans la PHASE de recherche des critères, nous montre la coexistence des critères pertinents, du point de vue de la botanique, c'est-à-dire liés à l'identité de la plante: caractéristiques des feuilles, des tiges, les fruits, les bourgeons, etc.; et des critères qui ne le sont pas: la taille des feuilles, la couleur verte des plantes, des caractéristiques accidentelles -feuilles crochues, feuilles qui tombent, etc.-.

Les propositions soulignées (plus foncées) dans la liste détaillée des propositions par groupes, sont les questions que nous avons considérées comme un exemple du réalisme enfantin: elles sont non-pertinentes pour le travail proposé, elles sont anecdotiques.

Nous pouvons constater aussi différents niveaux de précision dans la formulation des critères: de l'imprécision des questions du type, "Est-ce que ta plante est longue et au bord elle est pointue?", "Vos feuilles sont-elles arrondies?", "Est-ce que votre plante a des arêtes? ; à des expressions précises "Est-ce que ta plante à des bourgeons?", "Est-ce que ta plante fait partie d'un arbre?".

Nous avons essayé de caractériser les réponses de chaque groupe à l'aide des critères que nous venons de citer: pertinence (ou non) botanique, précision de formulation (ou non), mais le travail s'est révélé impossible, puisqu'ils coexistent tous (ou presque)

dans les différentes réponses de chaque groupe, comme un amalgame qui ne peut pas être séparé en ses divers composants.

Dans les deux classes le niveau est homogène, aussi bien au niveau de participation que sur le type de questions proposées.

5.2 OBSERVATION: 2ème SEANCE

CM2A-CM2B

5.2.1.Obs.2: Déroulement de l'ingénierie

La séance s'est terminée dans les deux classes alors que les élèves avaient commencé à remplir les 4 ou 5 premières colonnes du tableau.

La précision du vocabulaire n'a pas suivi le même rythme:

- CM2A: Explication et observation de feuille simple et composée, pas trop de remarques sur le fruit (ou la fleur), pas plus que sur les bourgeons. Ces remarques et explications restent à faire.

- CM2B: Beaucoup de travail sur le bourgeon, et le fruit.

Présentation de la feuille de vocabulaire, mais pas d'explications sur la feuille simple ou composée. Cette explication reste à faire.

Le travail demandé aux élèves (par groupe de deux): attribution des critères (réponses par oui ou non aux questions élaborées dans la séance précédente) aux 3 ou 4 plantes données à chaque groupe.

5.2.2 Obs.2: Préparation de la 3ème séance

(Modification de la fiche didactique prévue pour l'ensemble des séances):

- Distribution de plusieurs plantes et d'un document botanique pour chaque groupe de deux élèves. Distribution à chaque enfant d'une petite matrice incomplète, identique au grand tableau du travail collectif.

Déroulement prévu:

1. Commencer directement par la Consigne 2, 1er paragraphe.

2. Compléter le tableau, en laissant vides les cases qui comportent une doute, pour les Compléter après l'information, si celles-ci ne sont pas trop nombreuses ou si elles ne bloquent pas la suite du travail. Dans ce cas-là, arrêter de compléter le tableau et procéder à l'explication des concepts en difficulté.

3. Précision et explication du vocabulaire botaniste (pour chaque classe différemment, selon la séance précédente).

4. Finir de compléter le tableau.

5. Faire des remarques sur le tableau, qui peuvent nous aider à classer les plantes. (suite de la consigne 2 de la fiche didactique).

6. Ajouter les nouvelles plantes: rosier, champignon et lichen. Remplir les colonnes respectives.

Fin de la séance, en annonçant l'utilisation des renseignements contenus dans le tableau, pour faire des classifications dans la prochaine séance.

5.2.2 Obs.2: Le travail de l'élève

Les élèves doivent attribuer les critères choisis ensemble, pendant la séance précédente, à deux ou trois plantes données.

Les résultats observés dans chaque classe, en fonction de leurs questions, donnent les erreurs suivantes:

CM2A

<u>Questions</u>	<u>Nombre total d'erreurs par question</u>
- Est-ce que votre plante	
1.- ... a des feuilles dentées?	4 + 1?
2.- ... a des épines?	2
3.- ... a des bourgeons?	19
4.- ... a des feuilles qui piquent?	4 + 1?
5.- ... fait partie d'un arbre?	7 + 3?
6.- ... a des feuilles accrochées directement à la branche?	11 + 2?
7. - ... a des fruits?	16
8. - ... a des nervures?	2

CM2B

	<u>Nombre total d'erreurs par question</u>
-- Est-ce que	
1. -... il y a des épines sur les branches?	1
2. -... les feuilles sont piquantes?	5
3. -... la plante donne des fruits?	8
4. -... la plante donne des fruits rouges?	3 + 1?
5. -... ses feuilles sont longues?	8 + 2?
6. -... elle porte des bourgeons?	14 + 2?
7. -... votre plante vient d'un arbre?	8
8. -... la feuille a des lobes?	7
9. -... la feuille a des dents?	4
10.-... la feuille a la forme d'une aiguille?	3

CONSTATS: Les questions sur les bourgeons et sur les fruits sont les questions qui accumulent un nombre d'erreurs plus grand en considérant les deux classes ensemble. Ce sont les deux questions "plus spécifiquement botaniques" et les plus indépendantes des critères directement observables par le sens (forme, taille, etc).

Si nous observons maintenant le nombre d'erreurs produit par les élèves des deux classes ensemble, en fonction de la plante observée, nous obtenons les erreurs suivantes:

PLANTES	NOMBRE D'ERREURS
- Fougère	10 + 1?
- Acacia	10
- Pin	17 + 2?
- Mousse	10 + 2?
- Chêne	7
- Fragon	12 + 3?
- Châtaigne	3
- Arbousier	9 + 2?
- Houx	11
- Bruyère	24 + 3?
- Ronce	4 + 1?
- Plantain	9 + 2?

CONSTATS: On peut constater aussi qu'il y a des plantes qui provoquent plus d'erreurs, chez les élèves, que d'autres. La bruyère et le pin sont les deux plantes "plus difficiles" pour les élèves, quand il s'agit de reconnaître les critères choisis.

Voyons maintenant les deux variables à la fois, la question et la plante, dans chacune des deux classes:

Nombre élève. 3 2 2 2 2 1 2 3 2 4 1 3

	Fou	Aca	Pin	Mou	Chê	Fra	Cha	Arb	Hou	Bru	Ron	Pla	
Q1	2			1						2			5
Q2			1							1			2
Q3	3	2	2	1		1		1	1	3	1	3	17
Q4							1	2		2	1		6
Q5		1		2		3		1	1	1		1	10
Q6	1		1	2	1	2		2		2		2	13
Q7		1	2		1	1		1	2	4	1	3	16
Q8			1	2						2	1		6
	6	4	7	8	2	7	1	6	4	17	4	9	

- Tableau F.2A.EFE -

Nombre d'erreurs par plante, et par question: CM2A

Remarques: Les lignes Q3 (bourgeons), Q6 (feuilles accrochées directement à la branche) et Q7 (fruits) ont un nombre supérieur d'erreurs à celui des autres questions.

La colonne plus échouée est "Bruyère" (avec 17 erreurs), c'est aussi la plante qu'il a été observée par un nombre plus grand d'élèves (4); mais il faut remarquer aussi que parmi les autres plantes qui ont été observées par 3 élèves, le plus grand nombre d'erreurs est de 9.

Nombre élève. 2 2 4 2 3 3 2 3 2 3 1 1

	Fou	Aca	Pin	Mou	Chê	Fra	Cha	Arb	Hou	Bru	Ron	Pla	
q1					1								1
q2			2			1		1	1	1			6
q3		1	2		1	1				2			7
q4			1					1	1	1			4
q5	1	1	3			1	1	1	1	1		1	11
q6	2	2	2	2		2	1	1	1	2			15
q7		1	1		1	3			1	1			8
q8	1	1		1	2			1			1		7
q9				1					2	1			4
q10	1		1							1			3
	5	6	12	4	5	8	2	5	7	10	1	1	

- Tableau F.2B.EFR -

Nombre d'erreurs par plante, et par question: CM2B

REMARQUE: Q5 (feuilles longues) avec 11 erreurs et Q6 (bourgeons) avec 15, sont les questions avec le plus grand nombre d'erreurs

Les colonnes "Pin" et "Bruyère" sont celles qui comportent un nombre supérieur d'erreurs

Si nous prenons ensemble les questions communes, nous allons obtenir, un nouveau tableau des erreurs commises globalement (dans les deux classes) sur la totalité des critères choisis:

Nombre élève.		5	4	6	4	4	7	4	6	4	7	2	4	
		Fou	Aca	Pin	Mou	Chê	Fra	Cha	Arb	Hou	Bru	Ron	Pla	
C1		2			2					2	3			9
C2				1		1					1			3
C3		5	4	4	3		3	1	2	2	5	1	3	33
C4				2			1	1	2	1	3	1		11
C5			2	1	2	1	6		1	2	2		1	18
Q6		1		1	2	1	2		2		2		2	15
C7			2	4		2	2		1	2	6	1	3	23
Q8				1	2						2	1		6
q4				1					1	1	1			4
q5		1	1	3			1	1	1	1	1		1	11
q8		1	1		1	2			1			1		7
q10		1		1							1			3
		11	10	19	12	7	15	3	11	11	27	5	10	

- Tableau F.7AB.ETE -

Nombre d'erreurs par plante, et par question: CM2A+CM2B

REMARQUES: Les lignes représentent les questions: celles qui correspondent seulement à une classe, ont conservé leur code (Qn:CM2A et qn: CM2B).

Les nouveaux codes "C", représentent les questions communes, mais qui avaient des codes différents. Ces nouveaux codes sont les suivants:

C1 = Q1 + q9 (feuilles dentées)
 C2 = Q2 + q1 (plante avec épines)
 C3 = Q3 + q6 (bourgeons)
 C4 = Q4 + q2 (feuilles piquantes)
 C5 = Q5 + q7 (partie d'une arbre)
 C7 = Q7 + q3 (fruit)

Ici nous avons montré graphiquement, quelles sont les plantes et les questions avec une quantité supérieure d'erreurs. On voit aussi que celle-ci n'est

pas fonction directe du nombre de plantes observées, ni du nombre d'enfants qui ont fait l'observation.

En conséquence, la difficulté d'attribution des critères (mesurée par la production des erreurs), n'est pas homogène, elle est en fonction des plantes et des questions.

Les données.

L'attribution correcte des critères aux plantes choisies pour élaborer le tableau (avec les plantes ajoutées par le maître, pour vérifier la maîtrise des élèves sur les critères, une fois "corrigés"), offre la distribution suivante: Tableau F2A et Tableau F2B.

5.3.OBSERVATION: 3ème SEANCE

CM2A-CM2B

5.3.1.Obs.3: Déroulement de l'ingénierie

- CM2A: La séance s'est terminée après la phase 3, sans pouvoir faire la phase 4. Il reste à remplir, la ligne (incomplète) du critère 6 (feuilles accrochées directement à la tige), et les colonnes vides (8-12-40-52).

- CM2B: La séance est terminée après la phase 4, sans commencer la phase 5.

Aucun travail écrit n'a été demandé aux enfants pendant cette séance.

5.3.2.Obs.3: Préparation de la 4ème séance

(Modification de la fiche didactique prévue pour l'ensemble des leçons):

- CM2A: La maîtresse complètera la ligne 6 du tableau, et fera remplir aux enfants les colonnes qui restent (en prenant en compte deux colonnes pour le même type de plantes (malgré un codage différent).

Suivre les phases 5 et 6 comme il était prévu pour la séance précédente.

Suivre la fiche didactique prévue pour la 4ème séance.

REMARQUES (Critères possibles à proposer aux enfants, pour classer les plantes):

- Pour la PHASE 1 l'exemple possible de 1ère classification peut être "plantes avec des épines (sur la tige), et plantes qui n'ont pas des épines sur la tige". Pour préciser la classification, on ajoute un autre critère "plantes avec les feuilles dentées et plantes qui n'ont pas les feuilles dentées".

Pour la PHASE 2, les étiquettes que doit donner le maître sont:

A = <nervure, épine, fruit>

B = <nervure, épine, pas fruit>

C = <nervure, pas d'épines, fruit>

D = <nervure, pas d'épines, pas de fruit>

Pour la PHASE 3, les critères pour les noeuds de chaque branche de classification de l'arbre, sont: "fruits-pas fruits, épines-pas épines, feuille simple-feuille composée".

Construire l'arbre, établir les étiquettes finales de chaque branche, construire les paquets de plantes qui correspondent à chaque étiquette. Chercher l'étiquette (ou étiquettes) pour les plantes qui ne sont dans aucun des paquets A, B, C, ou D.

- CM2B: Suivre les phases 5 et 6 comme il était prévu pour la séance précédente.

Suivre la fiche didactique prévue pour la 4ème séance.

REMARQUES (les critères possibles à proposer aux élèves, pour classer les plantes):

- Pour la PHASE 1 l'exemple possible de 1ère classification peut être "plantes avec des épines (sur la tige), et plantes qui n'ont pas d'épines sur la

tige". Pour préciser la classification, on ajoute un autre critère "plantes avec les feuilles dentées et plantes qui n'ont pas les feuilles dentées".

Pour la PHASE 2, les étiquettes à donner par le maître sont:

A = <épine, fruit, dentées>

B = <épine, fruit, pas dentée>

C = <pas d'épines, fruit, dentée>

D = <pas d'épines, pas fruit, pas dentée>

Pour la PHASE 3, les critères pour les noeuds de l'arbre sont: "fruits-pas fruit, épines-pas épine, feuille simple-feuille composée".

Construire l'arbre, établir les étiquettes finales de chaque branche, construire les paquets de plantes qui correspondent à chaque étiquette. Chercher l'étiquette (ou étiquettes) pour les plantes qui ne sont dans aucun des paquets A, B, C, ou D.

(Voir ANNEX3-3: Réponses au travail à proposer aux élèves.)

5.4 OBSERVATION: 4ème SEANCE

CM2A-CM2B

5.4.1 Obs.4: Déroulement de l'ingénierie

La séance est terminée pour les deux classes, après la présentation des étiquettes de la PHASE-2.

En CM2A la maîtresse a demandé de finir le travail à la maison, tandis que en CM2B la maîtresse a annoncé ce travail pour la prochaine séance.

Travail écrit demandé aux élèves pendant la séance (A analyser):

- CM2A: Travail individuel de recherche des plantes avec des bourgeons et des feuilles composées (après la présentation par la maîtresse de l'arbre de classification: bourgeons/pas bourgeon, f.composée/f.

pas composée, et avoir rempli la branche "pas bourgeon" avec les élèves). Correction dans le cours.

- CM2B: Travail individuel d'élaboration de la classification obtenue de nos plantes avec le critère "épines/pas épines". Correction dans le cours.

Suite de la classification commencée, en ajoutant le critère "fruit/pas fruit" (on le fait ensemble pour la branche "épines"). Travail individuel pour la branche "pas d'épines". Correction.

5.4.2 Obs.4: Préparation de la 5ème séance

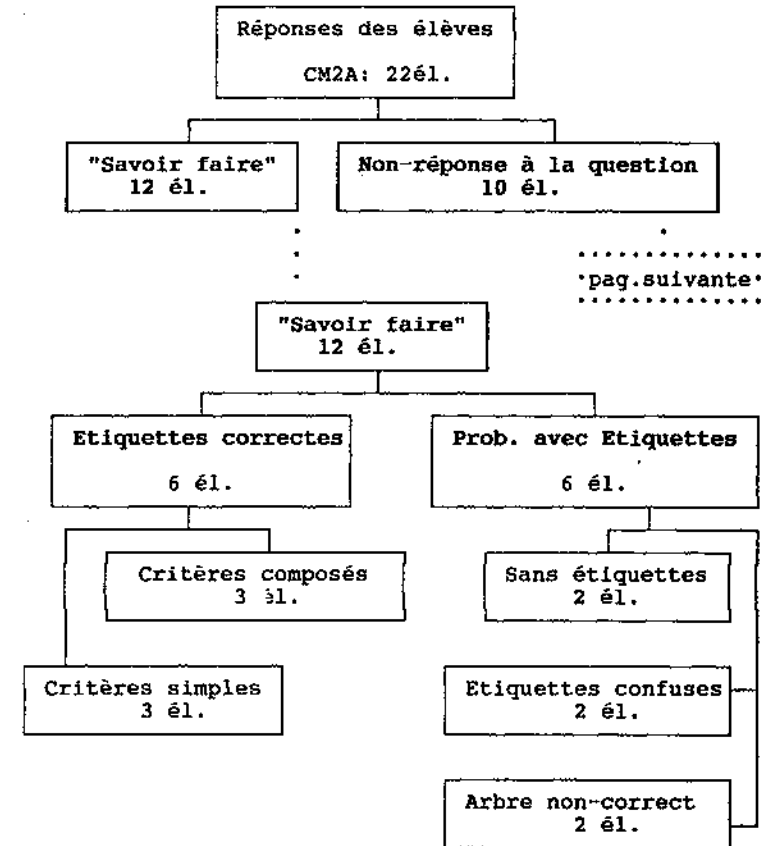
- CM2A: Correction du travail proposé à faire à la maison (remplir les étiquettes données avec 3 critères chacune).

Réalisation de la PHASE-3 (prévue pour la 4ème séance).

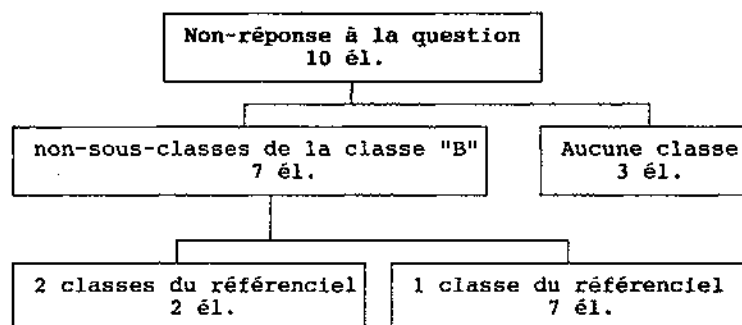
- CM2B: A réaliser la PHASE-2 et la PHASE-3 (prévues pour la 4ème séance).

5.4.3 Obs.4: Le travail des élèves

Le travail fait par les élèves, en considérant les réponses données à la question de la maîtresse, peut être classé dans les catégories suivantes:



.....
pag.suivante



- Graphique F4ATRE -

Détail des réponses erronées, sur la classification: CM2A

CONSTATS

C1. Il y a 3 enfants qui n'ont donné aucune classe faite; même pas celle que la maîtresse avait faite auparavant, et à partir de laquelle ils devaient trouver la sous-classe demandée.

C2. Il y a 7 élèves qui ne donnent pas les sous-classes d'une classe (travail demandé), mais qui cherchent encore la partition du référentiel à partir du nouveau critère, en négligeant les classes résultant de la partition précédente.

C3. Plus de la moitié des élèves (55%) ont su répondre à la question de la maîtresse: ils ont trouvé les classes demandées.

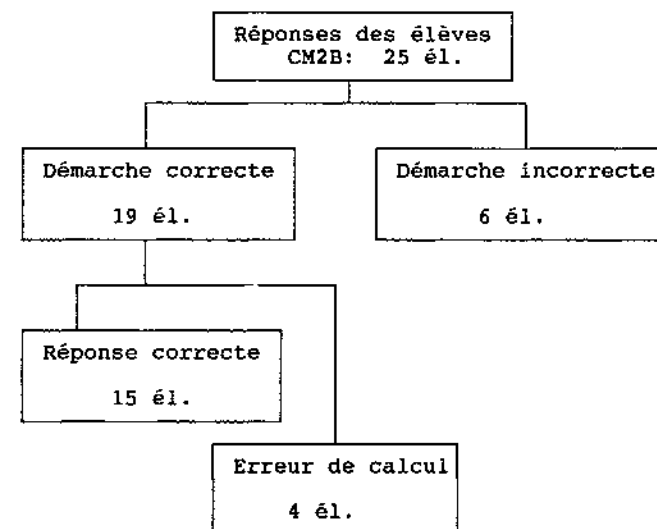
C4. Les problèmes avec les étiquettes sont beaucoup plus généralisés: 3/4 des élèves ne les utilisent pas d'un façon compréhensible dans leurs réponses, pour caractériser les résultats obtenus.

Seulement 6 élèves, parmi ceux qui ont donné la réponse correcte, utilisent la combinaison des deux critères en donnant des critères composés, ou bien des critères simples à l'aide d'arbres de classification.

CM2B

Le travail demandé par la maîtresse dans cette classe, suivre la classification obtenue avec les critères "épines, pas d'épines", en ajoutant les critères "fruit, pas de fruits", a été commencé en classe avec la maîtresse pour la branche "épines" et continué individuellement par les élèves, pour la branche "pas d'épines".

Les résultats obtenus sont les suivants:



- Graphique F4BTE -

Travail des élèves de CM2B, sur la classification (l'arbre).

CONSTATS

C1. Tous les élèves ont fait au moins la classification faite au tableau avec la maîtresse ("épine-pas d'épine"), et aussi la classification ("fruit-pas fruit"), soit dans la branche "pas d'épines" (ce qui était demandé par la maîtresse), soit dans tout l'ensemble des plantes.

C2. La plupart des élèves qui ont donné une réponse correcte à la maîtresse, ont trouvé une représentation compréhensible de leurs résultats: arbres, diagrammes, distribution en colonnes en utilisant différents niveaux, etc.

C3. Il y a trois élèves qui ont vérifié dans la première classification faite, dans chaque sous-classe ("épines-pas d'épines") et pour chaque élément si celui-ci vérifiait ou non le nouveau critère "fruit":

- deux élèves ont utilisé pour ce travail des codes symboliques: code binaire 0-1 à côté du numéro de la plante, un cercle ou un carré entourant ce numéro.

- Un autre élève a marqué "fruit" ou "pas fruit" à côté des numéros des plantes.

Cette stratégie n'a pas été observée dans l'autre classe.

C4. Sauf un élève, tout les autres n'ont utilisé que des étiquettes simples, avec un seul critère:

- s'ils se sont servis de ces étiquettes dans une représentation en arbre, plus ou moins formelle, ils n'ont pas eu de problèmes de reconnaissance des classes, avec leurs étiquettes simples

- par contre ceux qui n'ont pas fait de représentations plus ou moins arborescentes, n'ont pas pu, avec leurs étiquettes simples, nommer les différentes classes trouvées: il s'agit de dénominations incomplètes (même incorrectes) de ces classes où un seul critère (positif ou négatif) doit désigner le résultat d'une combinaison de deux critères et de leurs négations.

C5. Le seul élève qui a utilisé les étiquettes combinées l'a fait partiellement: deux étiquettes ("épine-fruit", et "pas d'épines-fruit) parmi les quatre possibles.

5.5 OBSERVATION: 5ème SEANCE

CM2A-CM2B

5.5.1 Obs.5: Déroulement de l'ingénierie

Les deux groupes ont suivi le plan prévu.

Travail écrit demandé aux élèves:

CM2A: Remplir les étiquettes données avec 3 critères (fait à la maison).

- Trouver l'étiquette qui correspond à CH (champignon) et L (lichen) (pas nervures, pas d'épines, pas de fruits).

- Dans la construction de l'arbre (PHASE-3), chercher au moins une plante au bout de chaque branche, après les critères "fruit/pas fruit, épines/pas d'épines".

- Ecrire l'étiquette qu'auront les plantes placées au bout d'une certaine branche (la branche demandé: "fruit-pas d'épines-f. pas composée").

CM2B: Remplir les étiquettes données dans la PHASE-2. (Fait dans la classe et corrigé).

- Chercher l'étiquette qui correspond aux plantes pas classées (ce sont: 49-40-14-13-12-10-5-16-17-21-28 et leur étiquette "pas d'épine-fruit-pas dentée).

- Ecrire l'étiquette qu'auront les plantes placées au bout d'une certaine branche (la branche demandé: "pas fruit-épine-f. simple").

Les deux groupes devront compléter à la maison, l'arbre de classification avec les trois critères donnés ("fruit-épine-f. composée"), en cherchant toutes les étiquettes qu'on pourrait placer au bout de chaque branche, ainsi que les plantes qu'on pourrait y classer. (Pour connaître les réponses justes, voir ANNEXE-3, dans la préparation de la 4ème séance)

5.5.2 Obs.5: Réponses du travail proposé aux élèves

CM2A

Nous pouvons distinguer quatre groupes de réponses:

1) Réponses Justes: Les enfants qui ont répondu juste à tout le travail: étiquettes et plantes classées, nous considérons qu'ils maîtrisent la représentation graphique de la classification sous forme d'arbre.

Ces enfants sont: 8-10-12-17-19.

Total des effectifs: 5 enfants sur 22, 22.72 %.

- Parmi ceux-ci, les enfants 8 et 10 ont ajouté les plantes CH et L, à la dernière classe <pas fruit-pas d'épine-pas feuille composée>.

2) Erreurs Partielles: Les enfants qui ont produit certaines erreurs partielles: la répétition d'une plante dans deux classes à la fois, l'omission de certaines plantes, erreur dans une étiquette, etc.

Nous considérons que ces erreurs relèvent plutôt d'un manque d'attention pendant le travail (on dirait des erreurs de calcul), que de la méconnaissance de la méthode à suivre et pourtant la simple correction de ces erreurs devrait suffire pour les surmonter.

Ces enfants sont: 2-9-13-14-15-16-21-22-24

Total des effectifs: 9 enfants sur 22, 40.90 %.

- Parmi ceux-ci, tous les enfants sauf le 2 et le 15 ont ajouté les plantes CH et L, à la dernière classe <pas fruit-pas d'épine-pas feuille composée>.

- Donc, le total d'enfants qui ont ajouté le CH et le L à la dernière classe de l'arbre, est de 8 parmi les 14 qui ont su interpréter l'arbre. Ce qui représente 57.14 % des réponses réussies (total ou partiellement), mais ce sont 36.36% du total des réponses.

3) Etiquettes correctes seulement pour les plantes de la première classe (Méconnaissance ou Négligence?): C'est un groupe de quatre enfants qui n'ont répondu que pour la première classe (un exemple donné par le maître, quand il a proposé le travail?) de l'arbre, pour le reste ils n'ont pas répondu, ou ils répètent les plantes trouvées dans plusieurs classes, en général tous ont bien écrit les étiquettes et aussi les plantes de la première classe.

Donc, nous pensons que ça peut être aussi bien un problème de négligence (ils commencent à faire le travail et ils ne le terminent pas, ou commencent à copier sur le voisin), que de méconnaissance de la méthode à suivre et aussi la fait que la maîtresse ait donné comme exemple de travail, la première classe. Il faudrait le vérifier avec la maîtresse et éventuellement avec les élèves.

Ces enfants sont: 4-6-18-23.

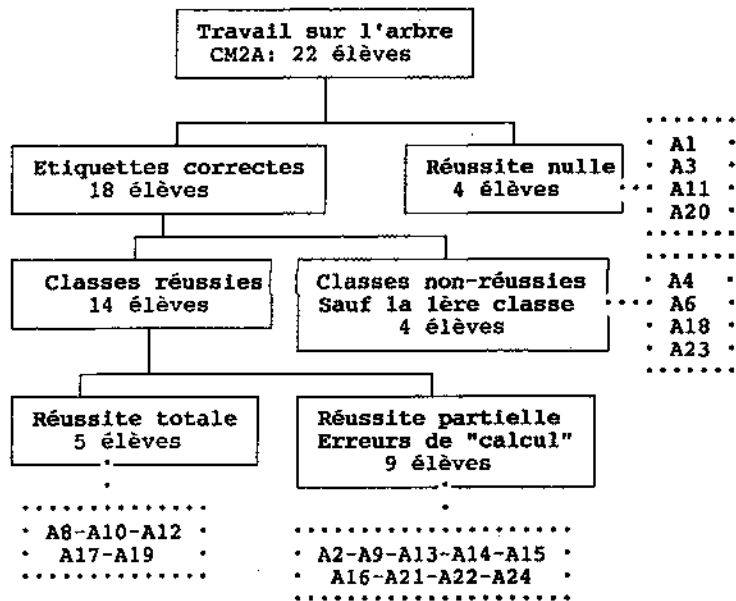
Total des effectifs: 4 enfants sur 22, soit 18.18%.

4) Réussite nulle: C'est le groupe d'élèves qui n'arrivent même pas à écrire les étiquettes de chaque classe, ou qui se trompent, et pour la classification des plantes, ils écrivent des choses sans aucune logique pour nous (ils mettent une plante dans chaque classe sans aucun rapport avec celle-ci, ils répètent les plantes dans des classes différentes, ils oublient de classer d'autres plantes, etc.). (Voir photocopie du travail de ces élèves)

Ces enfants sont: 1-3-11-20.

Total d'effectifs: 4 enfants sur 22, c'est 18.18%.

Le schéma que nous présentons à la suite résume ces résultats:



- Schéma F.5A.TE -

Travail des enfants sur l'arbre de classification.
(5ème séance Classification des plantes- CM2A)

CM2B

Nous pouvons observer une première division du groupe en deux sous-groupes:

1) **Classes correctes mais sans étiquettes:** Appartiennent à ce groupe les enfants qui n'ont pas écrit ou ceux qui ont fait plusieurs erreurs avec les étiquettes de chaque branche de l'arbre de classification. Mais, cependant ils ont classé les plantes correctement (ou avec une seule erreur), sauf l'élève MB18 dont les erreurs commises dans l'élaboration des étiquettes ont dû provoquer toutes une sorte d'erreurs qu'il a produites au moment de classer les plantes, dans les différentes classes (mal définies).

Donc apparemment, les enfants de ce groupe ont compris la méthode de classification, même s'ils n'ont pas fait les étiquettes (manque d'attention à la consigne?, distraction dans la classe au moment de la construction des autres étiquettes?).

Après la correction en classe de ce travail, et l'attention individualisée du maître exprimée par une remarque publique de ces erreurs, nous pensons que celles-ci disparaîtront.

Ces enfants sont: MB11-MB16-MB22 (sans étiquettes), MB18 (avec plusieurs erreurs).

Total des effectifs: 4 enfants sur 19, soit 21.05 %.

2) **Étiquettes Correctes:** C'est le groupe de tous les enfants qui ont écrit correctement toutes les étiquettes, mais à l'intérieur, nous établirons quelques différences, qui produiront d'autres sous-divisions, selon la réussite diverse obtenue dans le classement des plantes.

Ces enfants sont: MB01-MB03-MB04-MB06-MB09-MB10-MB13-MB15-MB17-MB19-MB20-MB21-MB23-MB24-MB25.

Total des effectifs: 15 enfants sur 19, soit 78.94 %.

Parmi ce groupe d'enfants, nous pouvons distinguer selon leur degré de réussite pour classer les plantes, les sous-groupes suivants:

2a) **Étiquette Correcte Réussite nulle pour le classement:** aucune plante classée. L'enfant: MB03.

Total d'effectifs: 1 enfant sur 19, soit 5.26 %.

2b) **Étiquette Correcte Réussite moyenne pour le classement:** toutes les plantes classées, mais avec des erreurs (au moins, deux), aussi bien d'absences (plantes non classées), que de mauvais emplacements (mettre une plante dans une classe qui ne lui correspond pas).

Ces enfants sont: MB04-MB09-MB20

Total des effectifs: 3 enfants sur 19, soit 15.78 %

CLASSIFICATION DES PLANTES (88/89)

5.6 OBSERVATION: 6ème SEANCE

CM2A-CM2B

5.6.1 Obs.6: Correction du travail proposé aux élèves

Date: 10-12-1988.

Durée: 45 min. (CM2A). 30 min. (CM2B).

Analyse et évaluation globale de la séance

La séance s'est déroulée pour les deux classes, dans un climat d'intérêt, de participation et de travail assez grands, de la part des enfants.

Les maîtresses appellent au tableau les enfants qui avaient eu des difficultés pour l'élaboration de l'arbre de classification, soit pour remplir les étiquettes, soit pour classer les plantes et avec l'aide des autres enfants et les précisions des maîtresses, les difficultés disparaissaient et les enfants faisaient leur travail au tableau pour ceux qui étaient au tableau et les autres à leur place).

Des interventions postérieures des maîtresses sur ces mêmes enfants ont mis en évidence la disparition, presque totale de leurs difficultés.

Les élèves pendant toute la séance ont travaillé sur leur arbre de classification, ils corrigent les erreurs, ils remplissent leurs parties vides, ils vérifient leur propre travail et à la fois celui qui se fait au tableau.

La participation a été importante, pas seulement au niveau de travail individuel, comme nous venons de l'indiquer, mais aussi au niveau collectif, les enfants corrigeaient et expliquaient aux autres les erreurs faites au tableau, ils posaient des questions sur leurs doutes et ils intervenaient pour faire des remarques tout à fait pertinentes sur le travail en cours:

signaler des contradictions logiques, indiquer des méthodes pour aller plus vite, reconnaître leurs propres erreurs etc.

Pour conclure, nous pensons qu'après cette séance les élèves sont capables d'interpréter un arbre de classification, au moins avec trois noeuds (peut être plus), ils savent lire chaque branche et ils savent chercher dans un tableau à double entrée objets/caractères, les objets qui correspondent aux critères de chaque branche, donc à les classer dans leurs classes respectives.

Malgré cette affirmation, nous voudrions confirmer cette réussite tout au long de l'année. Quand les maîtresses vont utiliser le diagramme d'arbre au moment où il est pertinent, dans n'importe quel domaine, et à ce moment-là nous pourrions apprécier l'évolution suivie par cet apprentissage.

5.6.2 Obs.6: Analyse du fonctionnement du Raisonnement logique dans la séance

Quelques exemples

1. Découverte du caractère disjoint des classes dans la classification: Impossibilité de placer une plante dans deux classes à la fois.

L'enfant qui est au tableau écrit la plante 43 dans la deuxième classe, sous l'étiquette <fruit-épines-f.composée> après qu'elle soit déjà classée sous la première étiquette. Les autres enfants ne sont pas d'accord avec lui, quand la maîtresse demande une explication du désaccord, les élèves répondent:

- "Si la plante a des épines, elle ne peut pas ne pas avoir d'épines, si la plante a des feuilles composées elle ne peut pas ne pas avoir de feuilles composées, et etc."

- "C'est la logique, on ne peut pas avoir et ne pas avoir, à la fois."

Cette remarque s'est produite dans les deux classes, sans intervention directe de la maîtresse, elle n'intervient que pour donner la parole aux enfants, donc c'est le caractère de la situation qui la fait émerger.

2. L'élimination comme méthode de travail dans la classification: une initiation à la complémentarité des classes.

Les remarques précédentes faites et acceptées par toute la classe ont conduit les élèves à proposer l'élimination comme méthode de travail, pour continuer la classification. C'est-à-dire que les plantes qui étaient déjà classées sous une étiquette déterminée, restaient éliminées de l'univers de recherche, pour les classes suivantes:

- "On pourrait éliminer déjà les plantes 9-43-51 et R, elles sont dans la première étiquette".

- "Elles sont déjà classées!"

- "Il faut écrire des croix sur les plantes déjà prises, pour ne pas se tromper".

3. L'ensemble complémentaire du référentiel c'est l'ensemble vide: La négation de "toutes" c'est "aucune", ou le complémentaire du "tout" c'est "rien", c'est le vide.

Après l'élaboration de la première et de la deuxième classe:

- 1ère classe: <fruit-épines-f.composé> = 9-43-51-R

- 2ème classe: <fruit-épines-f.simple> = 0

les enfants ont remarqué que la deuxième classe devrait être vide, parce que toutes les plantes que nous avons avec des fruits et des épines avaient des feuilles composées, donc nous ne pouvions trouver aucune plante avec les critères "fruit-épines et feuilles simples"

- "Si "toutes" les plantes qui avaient des fruits et des épines avaient aussi des feuilles composées, sont dans la première étiquette, il ne reste "rien"

maintenant pour la deuxième étiquette <fruit-épines-f.simple>!

- "Il n'y a "aucune" plante avec des fruits, et des épines, avec aussi des feuilles simples, parce que "toutes" les plantes que nous avons avec des fruits et des épines, avaient aussi des feuilles composées!

4. La considération d'un critère négatif comme un nouveau critère complémentaire du premier et l'identification de tous les deux.

Pour classer les plantes dans les classes dont les étiquettes avaient un critère négatif quelconque, pas de fruit, pas d'épines ou pas de feuilles composées, certains enfants ont proposé une méthode (qu'ils avaient déjà utilisée) pour ne pas se tromper: ajouter une nouvelle ligne dans le tableau, avec ce critère négatif qui soit complémentaire de ce même critère formulé de façon positive.

Cette méthode est rejetée par les autres enfants, n'étant pas nécessaire pour eux:

- "On n'a pas besoin d'ajouter une autre ligne pour regarder les 1, tu regardes les 0 dans la ligne que tu as et c'est la même chose!

L'explication est différente pour nous quant à l'acceptation de la méthode proposée (ajouter une nouvelle ligne), pour "f. simple", comme "f. pas composée". (Voir le paragraphe suivant).

5. Approximation de la définition d'un critère positif à partir de critères négatifs.

Pour le critère "feuille simple" (identifié par la maîtresse comme un synonyme de "feuilles pas composées"), les enfants ont mieux accepté la création d'une nouvelle ligne "pour ne pas se tromper".

Nous prenons cette différence d'attitude comme un indice de la distinction que les enfants établissent entre un critère formulé avec une négation (feuille pas composée), et sa formulation positive parmi un nouveau critère (feuille simple). Pour les enfants cette

distinction constitue un véritable obstacle vers l'identification d'un concept à travers une définition négative. Nous avons fait une analyse théorique plus approfondie à ce sujet dans le chapitre des variables didactiques de la situation.

Un autre exemple, de ce type de travail et de sa difficulté nous l'avons rencontré pendant la deuxième séance de cette même situation de classification botanique, au moment de reformuler le critère "feuilles accrochées directement à la tige" par le critère "feuilles sans pétiole". (Voir Analyse de l'observation de la deuxième séance de la Classification Botanique).

Quelques considérations générales sur l'observation

Les exemples de raisonnement logique exprimés par les enfants pendant cette 6ème séance, que nous venons de citer au paragraphe précédent, sont pour nous, des exemples du type de raisonnement employé par certains élèves pour formuler le travail logique réalisé, mais qui peuvent nous servir à mettre en évidence la vraie nature du travail logique qui au niveau implicite de l'action, met en jeu la situation chez tous les enfants.

Le fait que la formulation est réalisée seulement par certains élèves, ne nous permet pas bien sûr, de généraliser ce résultat, au niveau de la formulation pour la plupart des élèves, ce n'est pas non plus notre intention. Nous savons que seulement certains enfants de chaque classe sont capables de formuler ces concepts, comme nous l'avons observé.

Néanmoins la répétition du type de remarques faites par les enfants dans des classes différentes, avec des maîtres différents aussi et pendant deux années consécutives, nous permet de penser que ces découvertes, formulées seulement par certains élèves, fonctionnent au niveau implicite pour la plupart des élèves (ils ont fait le travail demandé, avec une

réussite supérieure à 80%), mais seulement quelques uns arrivent à l'explicitier, sans qu'il y ait une demande précise de la part du maître, puisque la formulation n'est pas visée directement, dans nos objectifs.

5.6.3 Obs.6: Préparation 7ème séance

Les Classifications Botaniques Des Plantes
(Voir dans les annexes des fiches didactiques "FICHE DIDACTIQUE- V", correspondante à cette 7ème séance).

Cette séance n'était pas prévue a priori avant le début de l'expérimentation, mais les bons résultats des enfants ont encouragé les maîtres à envisager un "vrai" travail des élèves (et non pas de la part du maître) sur les "vraies" classifications botaniques.

5.7 OBSERVATION: 7ème (et dernière) SEANCE

CM2A-CM2B

5.7.1 Obs.7: Déroulement de l'ingénierie

DUREE: - CM2A: 1 heure, 15 minutes

- CM2B: 55 minutes

La séance a suivi le déroulement prévu dans la préparation, avec une petite différence de rythme entre les deux classes, comme nous pouvons le constater d'après les durées respectives.

CM2A: La différence de rythme est due au temps pris par les remarques des enfants et les explications de la maîtresse, dans la PHASE-1, pendant la comparaison des deux classifications.

Ce travail a produit un investissement supérieur pendant la PHASE-2, de détail de la classification, chez les enfants de cette classe, mais il a produit aussi l'absence de la PHASE-3; même si le contenu de celle-ci avait été déjà avancé dans les phases précédentes, il a manqué une institutionnalisation de

la part de la maîtresse par rapport à l'ensemble de la classe, à partir de l'analyse de la feuille 4 (de la classification de C.VON LINNE).

CM2B: Le déroulement dans la classe de CM2B, a été marqué par un rythme plus rapide, imposé par la maîtresse. La séance a été faite pendant la dernière heure de l'après-midi, avec un certain manque de temps, ce qui sans doute a déterminé une plus forte pression de la part de la maîtresse sur le rythme et sur l'orientation de la prise en compte des remarques des enfants.

Dans cette classe les trois phases ont été abordées, même l'institutionnalisation de la PHASE-3 a été faite par la maîtresse. Mais étant donné que dans la PHASE 2, les remarques des enfants sur l'emboîtement des différents niveaux de classification, et plus concrètement sur l'exemple d'emboîtement entre "famille-genre-espèce", ont été assez limitées, nous ne pouvons pas affirmer que l'institutionnalisation ait été suffisante pour la plupart des enfants, au moins dans cet aspect.

5.7.2 Obs.7: Le travail des enfants

Le travail des enfants dans une séance dont le caractère dominant est l'institutionnalisation, est assez difficile à observer, puisque la séance est menée presque entièrement par le maître et seulement certains enfants font des remarques, donc nous ne pouvons pas analyser le travail fait par chacun des enfants pendant cette période.

Nous allons simplement, signaler certaines de ces remarques comme des indices sur le type de raisonnement que les enfants font à propos des interventions du maître ou du matériel distribué.

D'autre part, il y a eu un petit moment de travail individuel des enfants que nous allons aussi analyser.

5.7.2.1. Quelques remarques des enfants

(Pendant le travail collectif avec le maître)

1) Caractérisation de la 1ère classification donnée (voir feuille 1).

Aux questions posées par le maître à propos de la 1ère classification botanique donnée, "qu'est-ce qu'ils font les botanistes pour classer?", les enfants ont remarqué:

- "Ils font des groupes, avec des caractères!"
- "C'est un peu, comme nous avons fait: plantes sans tiges, ni racines, ni feuilles!". (Ceux sont les critères de la première division de la classification).

Ces remarques sont mises à profit par le maître, qui fait lire à des enfants différents, les critères de chacune des quatre divisions de cette classification, ainsi que les plantes que nous pouvons trouver, dans chacun de ces groupes, de "ces paquets", de ces divisions.

2) Sur la conservation des critères après la reproduction.

Dans les deux classes, les enfants ont fait ces remarques, mais à des moments différents de la séance.

Les enfants de CM2A ont fait ce constat, à la fin de la séance dans la PHASE 2, après l'explication de la maîtresse des mots "taxonomie" et "unité taxonomique":

- "Les plantes en se reproduisant ont toujours les mêmes caractères!".

Les enfants de CM2B, par contre ont fait la remarque, au début de la séance dans la PHASE 1, quand ils analysaient la 1ère classification botaniste donnée par la maîtresse, dans la 4ème division - les plantes avec tiges, feuilles, racines et tissu vasculaire, portant des graines -ils ont réfléchi sur le critère "portant des graines":

- "C'est comme les fruits et comme les fleurs!".

La maîtresse intervient en précisant les rapports fleurs-fruits-graines et c'est à ce moment-là qu'un enfant fait la remarque citée:

- "La graine quand elle se reproduit donne une plante identique!".

Nous voudrions signaler ici, l'importance de ces remarques, non provoquées par les maîtres, comme nous venons de le montrer, sinon par la nature de la situation, par la façon d'aborder la classification, qui font fonctionner chez les enfants, la base même de la taxonomie, ce qui caractérise l'espèce "comme un ensemble d'individus se reproduisant entre eux, et dont les descendants leur ressemblent autant qu'ils se ressemblent entre eux" (définition d'espèce donnée dans le livre "L'Encyclopédie des plantes").

3) Différentiation des classes par la présence ou l'absence d'un même critère: Reconnaissance des critères négatifs dans la définition des objets (ou des classes des objets).

Les enfants reconnaissent comme critères de la Division-1 de la première classification donnée, "les plantes sans tiges, ni racines, ni feuilles", sans aucun doute ni hésitation, malgré le fait que les caractères soient tous négatifs; c'est-à-dire que ce qui définit cette Division (classe) est l'absence de trois critères positifs "avoir des tiges, des feuilles, et des racines", mais cela constitue déjà la Caractérisation d'une classe et qui est perçue par les enfants comme telle.

La réponse d'un enfant de CM2A à la question du maître, "quelles sont les différences entre la Division-1 et la Division-2?", c'est "avec tige et sans tige"; cette réponse nous montre une fois de plus, que pour les enfants ce qui définit les divisions ce sont leurs critères, aussi bien positifs que négatifs et que le fait d'avoir ou ne pas avoir un certain critère, change l'appartenance à une classe.

Un autre exemple, un peu plus évolué de ce type de travail logique de différenciation des classes pour la présence ou l'absence d'un même critère, est fourni par un élève de CM2B; il oppose une classe qui a un certain critère à toutes les autres trois classes restantes, qui n'ont pas ce critère:

- "Tout ce qu'il y a dehors de la Division-4 n'a pas de graines. Les Divisions-1, 2 et 3 sont "sans graines", tandis que dans la Division-4 les plantes ont des graines!".

4) Travail sémantique d'identification des noms à partir de leurs composants ou de leur étymologie

La décision de donner aux enfants les classifications telles que nous les trouvons dans les livres de Botanique, avec les noms scientifiques des classes, a produit quelques moments de réflexion collective et certaines découvertes individuelles, qui n'étaient pas prévues dans le déroulement de la séance.

Ce travail est suivi à la demande des élèves, des renseignements sur les mots "conifères" (qui apparaissait dans la première classification) et "cotylédon" (dans la deuxième).

Après l'explication du maître des termes, les enfants ont fait le rapprochement entre "conifère" et les plantes qui ont des fruits en forme de cône (l'étymologie); et entre les plantes "mono" ou "n" "cotylédones" et la propriété d'avoir 1 ou 2 cotylédons (le rôle des préfixes).

Ce travail n'est pas mené plus loin par le maître, qui simplement voulait éclaircir les doutes des élèves, mais il montre les possibilités d'activités, dans le domaine de la sémantique, laissées ouvertes, par exemple, avec les autres mots scientifiques présents dans les classifications, ou bien en faisant ce type de travail avec d'autres mots choisis par le maître ou les élèves, etc.

5) La contingence comme réduction de la possibilité.

L'interprétation de l'arbre de la deuxième classification, et des termes "mono et n cotylédones" a provoqué dans un enfant la question suivante:

- "Est-ce que c'est possible de trouver une plante avec deux cotylédones et avec des nervures parallèles?".

Les autres enfants ont réfléchi et en regardant l'arbre il y a eu quatre enfants qui tout suite ont levé le bras pour répondre:

- "Non, parce que ce que nous dit l'arbre, ça doit être comme ça: les nervures parallèles sont pour les plantes avec un seul cotylédon!".

6) Généralisation de la classification hiérarchique comme méthode.

Toute cette dernière séance, avec la présentation de différentes classifications et d'une brève réflexion de la classification hiérarchique comme un instrument de compréhension de la réalité (voir Feuille-3 donnée aux enfants), avait comme objet de permettre aux enfants de sortir du cadre de l'étude d'une ou de plusieurs classifications concrètes (soit déjà faites, les botaniques ou à faire par eux-mêmes) et de plonger dans un autre cadre plus large, plus formel, celui de la classification comme méthode de compréhension, comme moyen de raisonnement.

L'observation du déroulement de cette séance, dans les deux classes, nous a montré que la différence du travail prévu, à réaliser par les élèves pendant les moments A et B de la PHASE-I, a fonctionné :

- Dans A, les enfants cherchaient les critères qui étaient employés pour élaborer la première classification (Feuille-1) et les résultats que celle-ci avait produits, c'est-à-dire, les critères de chaque classe et les plantes qui correspondaient à ces critères.

Ils étaient centrés sur une classification. (Voir les sous-paragraphe 1 et 3 de ce même paragraphe 2.1.)

- Dans B, les enfants essayent de retrouver dans la deuxième classification, les classes des plantes (les Divisions) observées dans la première classification et de chercher les ressemblances et/ou les différences entre les deux.

Les enfants individuellement, aussi au niveau collectif, ont fait des remarques très intéressantes à ce propos; et les deux classes ont établi la comparaison entre les deux classifications.

Nous allons analyser tout ce travail dans le paragraphe suivant.

5.7.2.2 Ob.7: Comparer deux Classifications Botaniques

5.7.2.2.1 Analyse du travail individuel des élèves

Nous rappelons que pour observer comment les enfants font la comparaison des deux classifications, nous leur avons demandé d'écrire leurs remarques, après que le maître ait commenté avec eux la première feuille de classification et qu'il leur ait donné la deuxième feuille, avec la consigne de trouver des ressemblances ou des différences entre les deux et de retrouver les groupements de la 1ère classification dans la deuxième.

CM2A

Les remarques faites pour les élèves nous pouvons les classer selon les critères suivants:

1) Remarques sur les critères des classes dans les deux classifications.

Nous trouvons dans ce premier paquet les enfants qui ont fait une référence précise aux critères qui définissent les classes, dans l'une ou l'autre classification, ou bien dans les deux.

Ces remarques vont, de la simple mise en évidence:

- par exemple, l'élève MA19 a remarqué que "les algues ont les mêmes caractéristiques, en plus de la chlorophylle"

jusqu'à une précision totale:

- l'élève MA14 dit "Dans une classification le champignon a comme critère: sans tige, sans racine, sans feuille. L'autre classification: sans fleur, sans vaisseau, sans chlorophylle, sans racine, sans tige, sans feuille. On retrouve dans les deux: sans racine, sans tige, sans feuille".

Seul, l'enfant MA14 a fait des remarques sur les plantes à fleurs et à la fois sur les plantes sans fleur, en reconnaissant aussi la différence entre ces deux types de plantes. Les autres enfants de ce groupe n'ont fait de remarques que sur les plantes sans fleur.

Nous trouvons dans ce groupe 6 élèves: MA05, MA09, MA10, MA14, MA13 (ou MA18), MA19. Soit 27.27 % de la classe.

2) Découverte des Divisions-1-2-3 (plantes sans fleur) de la première classification, dans la deuxième classification.

C'est le groupe d'enfants qui a fait la reconnaissance des différentes classes (Divisions) dans les plantes sans fleur, dans les deux classifications. Ils n'ont exprimé aucune remarque sur les plantes à fleur.

Nous trouvons dans ce groupe 5 élèves: MA04, MA11, MA12, MA16, MA17. Soit 22.72 % de la classe.

3) Remarques sur les différences entre les deux classifications.

Parmi celles-ci nous pouvons trouver encore trois sous-groupes:

3.1) Différences centrées sur la chlorophylle et les différents groupements qu'elle pouvait provoquer.

Nous avons voulu garder cette différentiation, parce que la présence ou l'absence du critère "chlorophylle", a produit un classement différent pour les champignons et les algues dans la deuxième classification, par rapport à la première.

Et ce fait a troublé plusieurs enfants, comme nous l'avons vu dans le déroulement collectif de la séance. Donc nous avons considéré pertinent de retenir ce type de remarques, que nous aurions pu classer dans un autre groupe.

Nous trouvons dans ce groupe 4 élèves: MA01, MA02, MA03, MA21. Soit 18.18% de la classe.

3.2) Remarques et différences sur les plantes à fleur.

Ces remarques ne sont pas de la même nature. Mais la raison de garder aussi cette différentiation est due, au caractère "rare", c'est-à-dire pas fréquent du tout, dans l'ensemble de la classe. Seulement 3 enfants ont fait des remarques sur les plantes à fleurs, donc nous avons voulu mettre ce fait en évidence.

- L'élève MA24 fait une remarque du même type que ceux de la dernière classe que nous allons considérer, et il pourrait être classé dedans, c'est la classe caractérisée par des raisonnements propres de la pensée dite naturelle; dans le premier cas, l'élève a négligé des critères écrits, c'est-à-dire reconnus et acceptés, qui donnent les classifications scientifiques, avec ses perceptions et jugements personnels:

"Les plantes Graminées et Cupulifères se ressemblent et pourtant elles sont séparées". Ici le mot "ressemblance" est donné par la perception l'enfant, il juge qu'ils se "ressemblent", mais il reconnaît la classification faite par le livre et il se trouve en contradiction avec lui.

- L'autre élève, MA07 essaye de mettre en correspondance les mêmes critères qui produisent des classifications différentes.

Il remarque: "Dans la Division-4 il y a plante sans fleur et avec fleur, sur l'autre feuille il y a fleurs et sans fleur".

C'est-à-dire qu'il a cherché les critères discriminants donnés dans la deuxième classification "plantes à fleur et plantes sans fleur", dans la première classification et il les a trouvés dans la même classe, dans la Division-4 de la première classification.

Dans ce groupe il y a que les 2 élèves, MA07, et MA24. Soit 9.09 % de la classe.

3.3) Différences du caractère plus général, sur les deux classifications.

Les enfants qui ont fait ce type de remarques ne rentrent pas dans le détail de trouver les plantes, ni les critères, ni les classes dans chaque classification, ils essaient de les caractériser:

- "Sur la deuxième feuille on fait un arbre et pas sur la première".
- "Il n'y pas des Divisions dans la deuxième feuille".
- " Il n'y a pas les mêmes plantes; il n'y a pas les mêmes critères".

On trouve dans ce groupe deux élèves, MA06, et MA23, avec plusieurs remarques chacun. Soit 9.09% de la classe.

4) D'autres remarques, que nous considérons comme proches de la Pensée Naturelle de l'enfant(1)

Ces remarques montrent comment certains enfants sont centrés sur des aspects dans l'observation des deux classifications, qui ont très peu à voir avec le travail proposé par le maître:

- "Les plantes comme les fougères et les prêles se ressemblent parce qu'elles ont toutes les deux une grande branche...".
- "La rose fait partie des plantes à fleurs". Dans aucune des deux classifications n'apparaissait la rose

comme telle, l'élève faisait référence aux plantes liliacées.

- "Les plantes de gauche ont des noms savants: rose-liliacées, blé-graminées...".

Dans ce groupe on trouve 3 élèves, MA08, MA15, MA20. Soit 13.63 % de la classe.

L'ensemble des résultats du travail individuel des élèves de CM2A pendant cette 7ème séance, est représenté dans le diagramme "Arbre F.7A.TE".

CM2B

Nous pouvons établir une première distinction très nette entre

- les enfants qui ont regardé les plantes à fleur (5 élèves)
- et tout le reste (19 élèves), qui n'ont regardé que les plantes sans fleur.

Donc nous avons un premier paquet de 5 élèves, qui ont regardé les plantes à fleur. Soit 20.83 %).

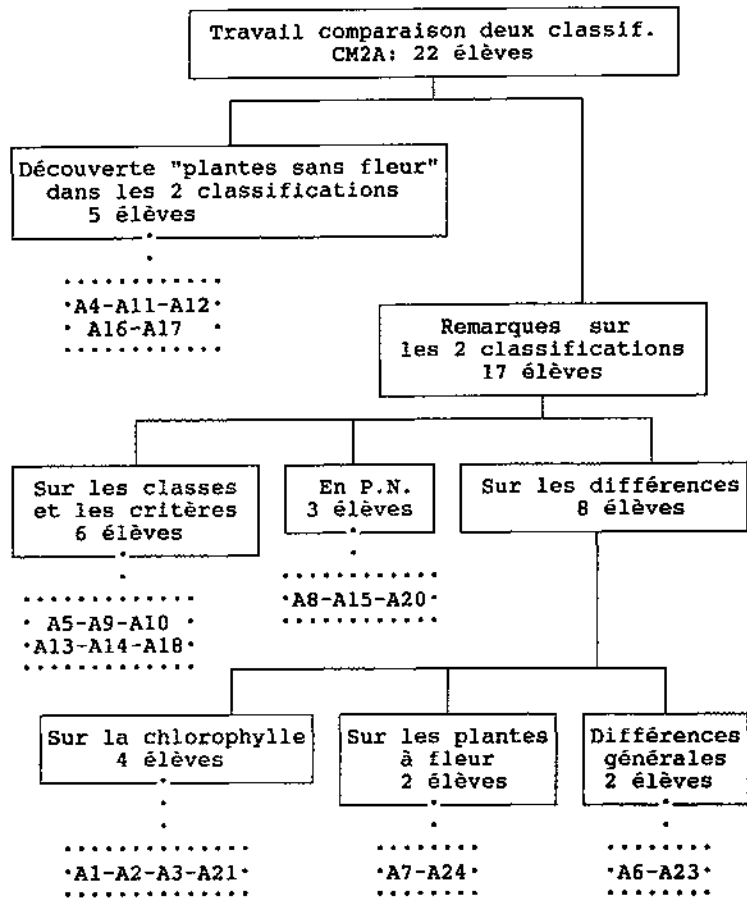
Parmi ce premier groupe, nous trouvons les 4 enfants qui sont les seuls à établir la comparaison demandée d'une façon plus ou moins complète, mais juste. Soit 16.66 %.

Dans le deuxième groupe, les enfants qui n'ont regardé que les plantes sans fleur, on trouve 19 élèves. Soit 79.16 %.

Nous avons distingué les sous-groupes suivants:

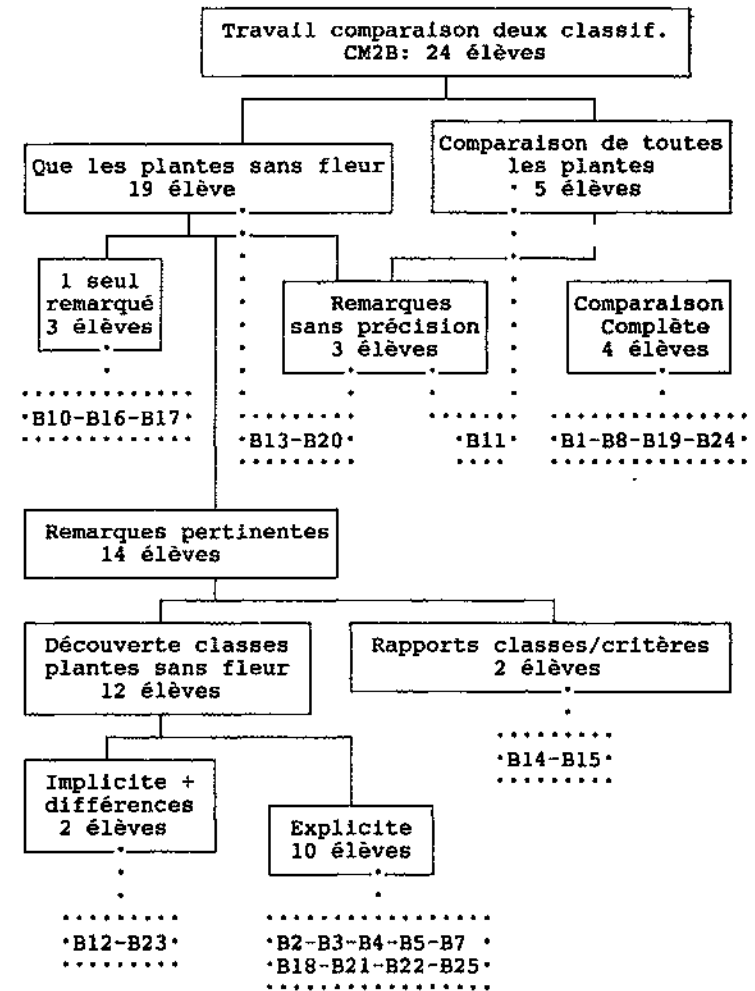
A) - il y a 10 enfants qui n'ont trouvé que les Divisions-1-2-3 de la première classification, avec les plantes respectives, dans la deuxième classification. (Voir Annexe). Soit 41.66 %.

1. Dans le sens utilisé par WERMUS.



- Arbre F.7A.TE -

Travail individuel sur la comparaison des classifications: CM2A



- Arbre F.7B.TE -

Travail individuel sur la comparaison des classifications: CM2B

B) - il y a aussi un deuxième paquet d'élèves qui n'est pas aussi homogène que le précédent. On retrouve à l'intérieur la distribution d'élèves suivante:

B1- il y a 2 enfants qui ont trouvé les différentes plantes sans fleur (champignon, mousses, algues...) dans les deux classifications, et ils disent "que c'est pareil dans les deux feuilles", mais ils n'explicitent pas les Divisions, comme c'était le cas du groupe A d'élèves.

Par contre ces deux enfants, remarquent quelques différences entre les deux classifications:

- que les bactéries et les algues bleues qui étaient dans la Division-1 de la feuille-1, ne sont pas dans la feuille-2.

- que dans la Division-1 étaient ensemble le champignon et les algues, pas dans la feuille-2.

B2- 3 enfants ont fait une seule remarque chacun, et c'était à propos d'avoir ou non de la chlorophylle, dans les plantes sans fleur, et d'être dans le même paquet ou non. C'est en référence aux algues et au champignon (avec et sans chlorophylle dans la classification-2), et qui dans la classification-1, étaient ensemble.

Un enfant parmi eux, a dit carrément que dans la feuille-1, les champignons et les algues sont "dans la même classification"

B3- Seulement deux élèves (soit 8.33 %) ont parlé des critères par rapport aux classes:

- l'élève MB14 a trouvé les différentes plantes sans fleur avec leurs caractéristiques communes dans les deux classifications, par exemple "la mousse, Division-2, on la retrouve parce qu'elle n'a pas de racines, elle a des tiges et des feuilles".

- l'élève MB15 remarque la possibilité d'ajouter des critères dans la Division-1, à partir des données sur la feuille-2:

- "On pourrait ajouter pas de vaisseaux et de la chlorophylle dans la Division-1"

Il a remarqué aussi:

- "Les champignons et les algues ne sont pas dans la même classification du tableau (il parle de la deuxième feuille), et dans la Division-1 ils sont classés ensemble".

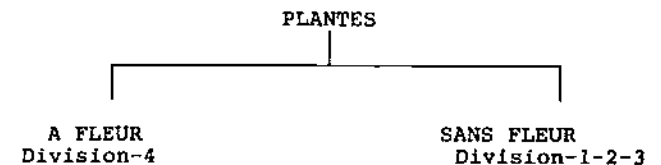
B4- En dernier, nous avons deux enfants qui n'ont presque rien dit, dans leur remarques. Ce sont les enfants MB13 et MB20. (Voir feuille annexe). Soit 8.33 %.

5.7.2.2.2 Op.7: Analyse du travail collectif des élèves

CM2A

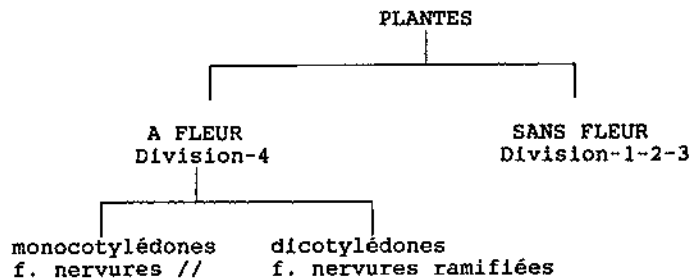
Les enfants ont commencé à faire des remarques sur les plantes sans fleur, de la deuxième classification, et ils les ont reconnues comme les plantes qui venaient des Divisions-1-2 et 3, de la première classification, exception faite des bactéries et des algues bleues. Aussi ils ont remarqué que les critères choisis pour certaines plantes, par exemple la mousse, étaient les mêmes dans les deux classifications, tiges, feuilles, sans vraies racines, ainsi que pour le champignon et la fougère; mais que si dans la deuxième on considérait tous les critères présents dans l'arbre, il y avait plus de critères dans cette classification.

A ce moment-là de la mise en commun, la maîtresse a écrit au tableau les découvertes faites:



Après cette intervention de la maîtresse, les enfants se sont centrés sur la branche "plantes à fleurs" et ont demandé des renseignements sur les termes "cotylédon", "mono et n cotylédones" (Voir le sous-paragraphe 3 du paragraphe précédent 2.1.).

La maîtresse a continué l'arbre commencé tout à l'heure:



et elle a demandé aux élèves l'étiquette qu'ils pourraient mettre aux plantes liliacées et graminées de la deuxième classification.

Ils ont répondu:

" <fleur-1 cotylédon (nervure parallèle)>".

Une fois que le tableau qui mettait en rapport les deux classifications a été élaboré et que la maîtresse a éclairci et/ou institutionnalisé les découvertes que les enfants avaient faites, elle a procédé à la distribution de la troisième feuille du matériel.

La feuille-3 (voir Annexe) est un résumé sur la classification comme science de la taxonomie, et l'introduction, avec des exemples, du vocabulaire spécifique qu'elle utilise, de l'unité taxonomique, la famille, jusqu'à la totalité du règne végétal : famille, genre, espèce, ordre, classe, embranchement.

Cette feuille une fois lue, a été commentée par les élèves par les phrases suivantes:

- "L'unité est tout en bas de l'arbre et on remonte; on fait de paquet de plus en plus gros!".

- "on pourrait l'appliquer (cette méthode), pour classer les pierres volcaniques!".

Au moment de parler de la difficulté de classer certaines plantes d'une façon satisfaisante, un enfant ajoute:

- "Oui, par exemple les algues, quand tu les vois à coté de la mousse (dans une classification), et pas dans l'autre..., ça pose de problèmes!".

C'était ce même exemple que donnait l'encyclopédie et que nous avons enlevé du texte présenté aux enfants pendant la préparation de la séance, parce qu'on avait pensé que serait "très technique", pour être compris par eux !.

CM2B

Le processus des découvertes dans la comparaison des deux classifications a été semblable à celui du groupe-classe CM2A, mais a été un peu plus court; la durée en CM2A a été de 35 minutes entre la distribution de la deuxième feuille et de la troisième, tandis que en CM2B elle a été de 25 minutes.

Cette différence de durée est due à la méthode de rassemblement des renseignements produits par les élèves, de la part de la maîtresse, les enfants entouraient directement sur la feuille-2, les paquets des plantes qu'ils reconnaissaient comme les Divisions de la feuille-1. (Voir Annexe du travail des enfants de CM2B).

Ce fait a produit une reconnaissance plus rapide, et peut-être plus claire, de la classification 1 dans la deuxième, donc des rapports entre elles, mais aussi a raccourci les interventions des enfants à propos d'autres découvertes faites individuellement, ou même n'a pas laissé sortir certains difficultés des enfants, ce qui réduit les possibilités des débats entre les élèves et les éclaircissements de la part du maître.

Un exemple qui peut illustrer ce que nous venons de signaler, est offert par cette remarque qu'un enfant avait faite au niveau individuel:

- "Dans les plantes sans fleur (de la deuxième classification), d'un coté il y a les branches "pas de chlorophylle et avec de la chlorophylle" et, de l'autre coté il y a que des plantes avec de la chlorophylle".

Cette remarque aurait offert la possibilité de signaler encore une fois le caractère binaire de cette méthode, et que la représentation de la classe vide, dans l'arbre est faite par l'omission de cette branche. Ce dernier fait qui peut troubler beaucoup d'enfants, dont ceux qui appliquent la méthode de façon très stricte.

Avant de commencer la mise en commun des découvertes des élèves, la maîtresse a demandé:

- "Combien d'enfants pensent que c'est la même classification?". Réponse des élèves, "non!, c'est pas la même!".

- "Pareil?". Oui, presque tous les élèves.

- "Tout à fait différente?". Oui, 1 seul élève.

- "Sans aucun opinion ou vous hésitez?". 4 élèves.

Cette distribution des élèves offre une idée de l'évaluation globale des enfants, par rapport à la comparaison des deux classifications.

Pendant la mise en commun les enfants ont reconnu sans difficulté que les Divisions-1-2-3 de la première classification, qui étaient dehors de la Division-4, n'ont pas des graines, tandis que la Division-4 avait des graines. Ils ont jugé la deuxième classification plus "raffinée" (mot employé par la maîtresse, ils expliquaient "qu'elle avait plus de critères", et ils les lisaient sur la deuxième feuille) que la première.

Après la distribution de la feuille-3, les élèves ont suggéré la possibilité d'utiliser cette même méthode de classification pour les animaux.

En analysant la feuille-4, la classification de V. LINNE, les enfants suivaient la lecture de l'arbre et répondaient aux questions posées par la maîtresse:

M.- "Comment a classé LINNE? Quel est le premier critère utilisé?"

E.- Ni fleurs, ni fruits.

E'.- Fleurs et graines.

M.- Qu'est-ce qu'il a proposé après?

E".- Graines cachés, graines visibles.

M.- Et après?

E"'.- Monocotylédones et dicotylédones.

E"".- Pétales séparés, réunis et sans pétales.

E""'.- Ah! J'ai compris la flèche verte c'est le chemin du règne jusqu'à l'espèce...!"

Ce dialogue a été fait d'une façon très rapide (c'était la fin de l'après-midi et la sortie de l'école), et très peu d'enfants ont participé mais l'impression de la maîtresse à la fin de la séance, était que la plupart des enfants de la classe auraient pu répondre à ces questions, comme on l'avait vu d'ailleurs, pendant la séance précédente, de correction de l'arbre de classification (6ème séance).

En résumé: Les données apportées par l'observation de cette séance nous permettent de considérer que la généralisation de la classification, comme méthode est faite et institutionnalisée par les deux groupes-classes.

CHAPITRE 6LES SITUATIONS DIDACTIQUES: CONSEQUENCES6.1. SUR LES CONNAISSANCES DES ELEVES6.1.1. SUR LES CONNAISSANCES PRIVEES DES ELEVES:
APPROCHE EXPERIMENTALE AVEC LES QUESTIONNAIRES

Dans le chapitre précédent nous avons montré, avec l'observation des leçons, le fonctionnement public des situations didactiques proposées.

- Mais, l'enseignement proposé a-t-il des implications, sur les connaissances privées des élèves?

- Y-a-t-il un apprentissage individuel sur ce qui a été enseigné?

- Les situations, ont-elles une influence sur les raisonnements logiques des enfants, même s'ils n'ont pas été un objet direct d'enseignement?

Pour savoir s'il y a un apprentissage sur l'instrument didactique utilisé dans les différentes situations d'apprentissage expérimentées: le tableau, nous avons ré-élaboré le Questionnaire SCHTROUMPHS (déjà employé pendant la pré-expérimentation, et présenté auparavant dans la première partie).

Pour essayer de détecter chez les élèves, s'il y a eu un effet sur leur raisonnement logique, plus éloigné de l'enseignement concret réalisée, nous avons prévu le Questionnaire LOGIQUE.

6.1.1.1. Le Questionnaire Q-LOGIQUEPrésentation du questionnaire

Nous avons choisi l'approche piagétienne de la genèse de la pensée logique de l'enfant, pour étudier ses possibles modifications; mais nous voulons aussi prendre en compte certains aspects liés au raisonnement naturel, donc:

- Q LOGIQUE c'est un questionnaire "classique" - au sens piagétien- sur certains aspects du développement logique de l'enfant, notamment l'attribution d'un valeur de vérité, les quantificateurs, la négation, l'implication, la quantification de l'inclusion, la soustraction de classes.

Le choix de ces opérations logiques, a été déterminé par le type de travail logique visé par les situations didactiques expérimentées.

La situation fondamentale et ses variantes en étant centrées sur l'attribution de critères et la classification, font fonctionner les différentes opérations logiques citées, nous l'avons déjà signalé.

On a aussi regardé ces mêmes opérations logiques dans un fonctionnement moins "classique": le Questionnaire SCHTROUMPHS (dans la deuxième expérimentation).

Q LOGIQUE essaye à la fois d'analyser aussi d'autres aspects moins "classiques", tels que les jugements "naturels" (au sens de WERMUS) des enfants, aussi bien dans l'attribution d'un valeur de vérité à une assertion, que dans des réponses et des explications faites à propos de questions, sous forme d'hypothèse mais "courantes", sur la négation d'une proposition et ses implications logiques.

Le questionnaire est composé de deux feuilles indépendantes, mais toutes les questions portent sur un même ensemble de figures dessinées dans la première feuille:(Voir ANNEXE: Q-LOGIQUE)

- Dans la première feuille il y a les figures¹, les questions du type piagétien, et les questions sur

1. Les figures sont définies par trois critères ou caractéristiques, choisis parmi les différents valeurs des trois variables:

- forme: carrée, ronde
- taille: grande, petit
- couleur: blanc, noir

l'attribution d'une valeur de vérité à une proposition donnée.

- Dans la deuxième feuille, se trouvent quatre questions qui portent sur une déclaration -sous forme d'hypothèse- du maître contenant une négation.

Les questions posées aux enfants

Les questions portent sur différentes opérations logiques, elles sont présentées dans des formulations diverses: questions ouvertes, assertions, etc, et elles demandent aux enfants, différents types de réponses: une réponse binaire, une classe d'équivalence, un jugement, une explication...

Nous pouvons donc les classer selon ces variables, mais nous avons préféré pour les présenter, distinguer trois groupes:

1) Les questions "classiques" sur l'inclusion

Dans ce groupe nous trouvons les questions qui portent sur des diverses opérations logiques dont Piaget signale leur importance dans la genèse de l'inclusion:

- la quantification de l'inclusion, avec deux questions

- une question qui demande une réponse binaire aux enfants, basée sur un jugement sur cette quantification: (Q.1)

- une autre, qui demande une explication de la réponse donnée (Q.1.1)

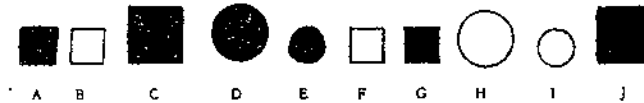
- l'implication et les quantificateurs, avec deux questions qui demandent des réponses binaires (oui, ou non)

Il y en a des figures appartenant à la même classe d'équivalence, donc des figures identiques ex: 2 petits carrés noirs, deux petits carrés blancs, etc, il y a des figures uniques dans leur classe, ex: le petit rond blanc, le grand rond noir, etc, et il y a aussi des classes vides, ex: les grands carrés blancs

Annexe: Questionnaire Q-LOGIQUE

QUESTIONNAIRE N°1

Observe bien ces figures :



1. Est-ce qu'il y a plus de carrés, ou plus de figures ?
.....

1.1. Pourquoi ?
.....

2. Est-ce que tous les grands carrés sont noirs ?
.....

3. Est-ce que tous les blancs sont ronds ?
.....

4. Les phrases suivantes, les trouves-tu justes ou fausses ?
Mets une croix dans la colonne choisie.

	Juste	Faux	Ne sais pas
4.1. La figure A est "un petit carré noir"			
4.2. La figure H n'est pas "un petit rond blanc"			
4.3. Les figures F et I ont des propriétés communes			
4.4. Les figures E et G n'ont pas de propriétés communes			

5. Imagine que parmi toutes ces figures nous enlevions les figures blanches alors, qu'est-ce qu'il restera ?
.....

5.2. Reprenons toutes les figures du départ et nous enlevons maintenant tous les ronds grands, qu'est-ce qu'il restera ?
.....

6. Si le maître choisit une de ces figures, et dit : "ce n'est pas un grand carré" ;

6.1. Est-ce qu'elle peut être un carré ?
.....

6.2. Pourquoi ?
.....

6.3. Est-ce qu'elle doit être petite ?
.....

6.4. Pourquoi ?
.....

6.5. Selon l'information donnée en 6, quelles sont les figures que le maître n'a pas choisies ?
.....

- réponse affirmative: (Q.2)
- réponse négative: (Q.3)
- la soustraction de classes (Q.5, Q.5.2)
- la négation

Cette opération logique indispensable pour la genèse de l'inclusion est observée à plusieurs reprises dans le questionnaire, (et pas seulement dans ce groupe de questions), avec des différents fonctionnements:

- la négation est présentée explicitement, dans la formulation de la question: (Q.4.2, Q.4.3, Q.6.5)
- la négation est implicite dans les questions, celles-ci portent sur une assertion contenant une négation explicite (formulée dans la question Q.6): (Q.6.1, Q.6.2, Q.6.3, Q.6.4, Q.6.5)
- la négation comme réponse explicite: (Q.3, Q.6.3)
- la négation de la vérité d'une proposition, "elle n'est pas vrai, elle est fausse": (Q.4.4)
- dans la justification d'une réponse négative: (Q.6.4)
- la double négation: (Q.4.4, Q.6.5)

2) Les questions qui demandent un jugement sur la vérité d'une proposition

Ce sont quatre assertions (des propositions logiques), dont il faut juger la validité, elles sont "justes" ou "fausses".

Leurs réponses sont demandées sous forme de tableau.

Il y a deux types différents de questions:

- celles qui portent sur une seule figure (avec ses trois critères de définition: (Q.4.1, Q.4.2)
- celles qui portent sur les critères communs à deux figures: (Q.4.3, Q.4.4)

Parmi ces quatre assertions, il y en a deux qui sont des affirmations (et elles sont aussi justes, tous les

deux): (Q.4.1, Q.4.3), et les autres deux, elles sont des négations, (dont une est juste et l'autre est fausse): (Q.4.2 juste et Q.4.4 est fausse).

3) Les questions qui portent sur une assertion -sous forme d'hypothèse- du maître

Les cinq questions de ce groupe sont formulées dans un langage courant.

Elles portent sur une assertion négative, où est décrite une action hypothétique du maître: "Si le maître choisit une de ces figures, et dit: "ce n'est pas un grand carré"; parmi ces questions:

- il y en a deux sur "la possibilité" que laisse ouverte l'assertion du maître: une demande de jugement positif (Q.6.1) et sa justification (Q.6.2)
- deux autres questions sur "la nécessité" impliquée par cette assertion du maître: une demande de jugement négatif (Q.6.3) et sa justification (Q.6.4)
- une dernière question, dont la réponse exige la réalisation d'une double négation: (Q.6.5)

Il faut remarquer que, toutes les questions portent sur les figures dessinées et que celles-ci sont définies par des valeurs concrètes des variables, taille, forme, couleur, donc ces variables vont jouer aussi le rôle de variables dans chacune des questions.

Le tableau de la matrice a priori du questionnaire (voir Tableau en ANNEXES), présenté et résumé tous ces variables repérées dans chacune des questions.

Les questions didactiques

Le questionnaire Q LOGIQUE, en tant qu'instrument de détection et/ou de mesure des effets des situations d'enseignement, sur certains aspects de la pensée logique et naturelle de l'enfant, va être employé pour comparer les résultats des élèves de l'école

expérimentale MICHELET, au questionnaire, avant et après l'expérimentation des leçons

Y-a-t-il, chez les élèves de MICHELET une amélioration de la réussite lors de la deuxième passation du questionnaire Q LOGIQUE? Cette amélioration est-elle significative ?

Pour comparer les résultats obtenus à l'école expérimentale, avec les résultats des classe ordinaires qui n'ont pas suivi cette expérimentation, nous prenons une école témoin, et nous utilisons la méthode du test-retest avec le questionnaire Q LOGIQUE.

Pour que les résultats de l'école expérimentale et de l'école témoin soient comparables il faut savoir si les enfants des deux écoles ont le même niveau au départ, avant l'expérimentation, alors

Les élèves de l'école témoin ont-ils le même niveau de réussite lors de la première passation du questionnaire Q LOGIQUE?

Dans la deuxième passation du questionnaire, y-a-t-il entre les deux écoles, des comportements différents de ceux qui ont été détectés lors de la première passation?

C'est-à-dire, dans le cas où les deux écoles ont le même niveau, au départ, est-ce que lors de la deuxième passation on peut apprécier des différences significatives entre les deux écoles? Lesquelles?

Et si, au contraire, au départ nous avons trouvé des différences entre les deux écoles, est-ce que celles-ci continuent, ou est-ce qu'elles ont disparu au cours de la deuxième passation?

Les hypothèses

Nous sommes conscients de la difficulté de la tâche visée par le questionnaire Q LOGIQUE, dont les questions relèvent d'un travail logique chez les enfants encore en période de genèse, et pourtant difficilement observable (encore plus difficilement

mesurable), mais que nous aimerions identifier et montrer.

Donc a priori, il paraît assez difficile de préciser, à partir d'un questionnaire, des modifications globales de la pensée logique de l'enfant; on se contentera avec le questionnaire Q LOGIQUE d'identifier quelques indices ou modifications locales, qui puissent être expliqués par nos analyses.

En conséquence, nous faisons les hypothèses suivantes:

H1. Il serait raisonnable de ne pas espérer une amélioration significative de la réussite globale du questionnaire, entre les deux passations, et que ce soit vrai à la fois dans les écoles témoin et expérimentale.

Mais, il semble possible, que les différences existent localement, sur certaines questions, ou sur un groupe d'élèves.

H2. Néanmoins, il serait intéressant de voir apparaître une amélioration significative, globale ou locale, entre les deux passations du questionnaire Q LOGIQUE, à l'école expérimentale; cela pourrait vouloir dire que l'enseignement des situations proposées, a bien eu un effet sur des formes de raisonnement éloignées de ce qui a été directement enseigné.

H3. Chez les élèves de l'école témoin, il pourrait y avoir aussi des différences significatives pour certaines questions, étant donné qu'il s'est passé un mois entre les deux passations et qu'ils ont eu des nouveaux apprentissages scolaires, aussi mathématiques.

Alors, on expliquerait ces différences par des causes diverses (apprentissage, activités, découvertes, etc.).

H4. Un même niveau de réussite au départ, entre les écoles expérimentale et témoin, devrait a priori être attendu, pour que la comparaison avec l'école témoin soit valide.

Mais dans le cas où il y aurait des différences significatives lors de la première passation, entre tous les deux, alors il faudrait s'attendre à ce que cette différence n'augmente pas, mais qu'elle diminue, et qu'elle ne soit plus significative, pendant la deuxième passation.

PASSATIONS (1ère. Expérimentation: 87/88)

ECOLES	TEST (Avant Exp)	RETEST (Après Exp)
J.MICHELET CM2A-CM2B	Jeudi: 19-Mai-88	Mardi: 28-Juin-88
P.LAPIE-I P.LAPIE-II	Jeudi: 2-Juin-88	

- Première expérimentation: 1987/1988

Les données

Dans cette première expérimentation, le questionnaire Q LOGIQUE était le seul envisagé en tant qu'instrument de mesure des effets des situations d'enseignement, sur certains aspects de la pensée logique et naturelle de l'enfant.

L'expérimentation des leçons a eu lieu dans les classes de CM2A et CM2B de l'école MICHELET de TALENCE

Les écoles témoins choisies sont PAUL LAPIE-I et PAUL LAPIE-II, aussi de TALENCE, avec le groupe d'élèves de CM2 de chacune des écoles.

REMARQUES: Les dates de l'expérimentation, à la fin de l'année scolaire, ont provoqué certaines difficultés matérielles:

- dans la passation du questionnaire à l'école témoin en même temps qu'à l'école expérimentale: ceci a empêché la deuxième passation à l'école témoin, et a

produit un décalage dans l'unique passation réalisée dans cette école, par rapport à la première passation du questionnaire à l'école J. MICHELET.

- à l'école expérimentale, dans la deuxième passation: les élèves ont eu beaucoup de contraintes à ce moment-là, les derniers contrôles, la fatigue, le "stress" généralisé de la fin de l'année scolaire, etc

Donc, le moment et les conditions des passations du questionnaire Q LOGIQUE, n'ont pas été les plus adéquats pour permettre d'en tirer des conclusions valables pour cette première expérimentation.

Les résultats

Une première lecture de la réussite globale des élèves, montre des différences très légères, dans les deux passations à l'école expérimentale: (Tableau QLOGRG)

- 2.61% d'amélioration de la moyenne pendant la deuxième passation

- 1.3% de diminution de l'écart-type des élèves, par rapport à la moyenne, ce qui indique une augmentation de l'homogénéité de la réussite des élèves

On voit aussi une différence très faible entre les résultats de l'école expérimentale et l'école témoin, si bien dans la première passation que dans la deuxième, l'école témoin ayant un niveau légèrement inférieur. (Voir Tableau QLOGRG)

Nous avons testé, à l'aide de la distance de khi carré, les différences observées et les résultats obtenus sont les suivants:

- Les différences entre les deux passations à l'école Michelet (test-Retest) ne sont pas significatives, alors l'amélioration observée pendant la deuxième passation peut être due au hasard, et non pas aux effets de l'expérience; mais néanmoins une certaine tendance à l'augmentation de la réussite est

constatée à l'école Michelet, dans le retest (après l'expérimentation des situations).

Questionnaire: Q LOGIQUE (15 Questions)

ECOLES	Réussite observée	Moyenne réussite	Moyenne %	Ecart-type élèv quest	
J. MICHELET 46 élèves	Réussite possible 690				
Avant-1Q	437	9.50/15	63.33 %	18.6	21.3
Après-2Q	455	9.89/15	65.94 %	17.3	22.5
P. LAPIE 47 élèves	Réussite possible 705				
Unique Passation	434	9.23/15	61.15 %	17.1	27.2

- Tableau QLOGRS -
QLOGIQUE- Résultats globaux 1ère Expérimentation.

- Les différences entre l'école témoin et l'école expérimentale, lors de la 1ère passation ne sont pas significatives, donc elles peuvent être considérées homogènes aux niveaux de leurs résultats et en conséquence, comparables.

- Les différences entre les résultats de la 2ème passation à l'école Michelet et les résultats de l'école témoin, continuent d'être non-significatives, donc il paraît évident que l'expérimentation n'a pas introduit de différences significatives entre les

résultats des élèves des deux écoles, tout au moins des différences qui puissent être appréciées avec le questionnaire Q LOGIQUE.

Mais la distance, même si elle continue à ne pas être significative, a augmenté sensiblement (le khi-carré a augmenté de 0,175 à 1.04), par rapport à la comparaison faite entre cette école témoin et la première passation à l'école expérimentale; ceci pourrait indiquer une tendance dans le sens que, effectivement dans la deuxième passation du questionnaire Q LOGIQUE à l'école expérimentale, apparaissent des différences entre les deux écoles plus remarquables que, celles constatées dans la première passation du questionnaire, et ces différences pourraient être attribuables à l'expérience réalisée à l'école MICHELET.

En résumé: Dans le cas présent, les résultats obtenus ne permettent pas, de montrer globalement des résultats significatifs, mais d'indiquer des tendances:

- une certaine augmentation de la réussite, dans la deuxième passation du questionnaire à l'école expérimentale
- une augmentation de la différence entre les deux écoles, témoin et expérimentale, dans la deuxième passation du questionnaire, après l'expérience des leçons.

- Mais, y-a-t-il des différences locales?

- Les questions, ont-elles un même comportement dans les deux passations?

- Et les groupes des élèves, réagissent-ils d'une manière homogène?

Analyse des questions

Nous allons regarder d'abord, la réussite globale à chaque question, aussi bien au niveau des effectifs, que des pourcentages, pendant les deux passations, et

nous allons calculer les différences entre les deux passations:

questions n° codes	Réussite eff		Δ ef.	Réussite (%)		Δ %
	Avant	Après		Avant	Après	
1 PQIR	33	33	0	71.7	71.7	0
1.1 PQIE	31	30	-1	67.4	65.2	+2.2
2 PGIA	34	33	-1	73.9	71.7	-2.2
3 PGIN	40	46	+6	87.0	100.0	+13.0
4.1 APAJ	45	45	0	97.8	97.8	0
4.2 APNJ	32	40	+8	69.6	87.0	+17.4
4.3 CPAJ	30	25	-5	65.2	54.3	-10.9
4.4 CPNF	23	31	+8	50.0	67.4	+17.4
5 PSC3	32	36	+4	69.6	78.3	+8.7
5.2 PSC2	24	26	+2	52.2	56.5	+4.3
6.1 MPAR	41	39	-2	89.1	84.8	-4.3
6.2 MPAE	30	29	-1	65.2	63.0	-2.2
6.3 MONR	21	19	-2	45.7	41.3	-4.4
6.4 MONE	15	16	+1	32.6	34.8	+2.2
6.5 MNRR	6	7	+1	13.0	15.2	+2.2

- Tableau QLOGCQ -

Comparaison des résultats par question MICHELET (Av-Ap)
1ère expérimentation (87/88)

Le détail par question, de la variation quantitative de la réussite entre les deux passations, ne nous montre pas, non plus, une grande différence des résultats entre la première et la deuxième passation du questionnaire; l'information à signaler est la suivante:

- 8 Questions ont été mieux réussies, 4 questions moins bien et 2 questions sont restées invariables.

- 4 Questions ont eu une variation de réussite supérieure à 10% :

- 3 questions, PGIN, APNJ, CPNF: une augmentation supérieure à 10%

- 1 question, CPAJ: diminution supérieure à 10%

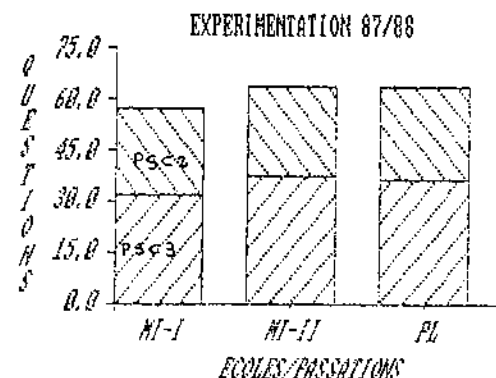
- Pour le reste des questions la variation a été très faible (pas plus de deux réussites de différence).

Les graphiques annexes montrent la variation des résultats par groupements de questions que nous avons faits en accord avec le travail logique mobilisé, et les caractères communs des questions: Questions sur l'implication, questions sur la soustraction de classes, questions sur l'attribution d'une valeur de vérité, les questions sur une déclaration -sous forme d'hypothèse- du maître (nommées "Questions en langage naturel").

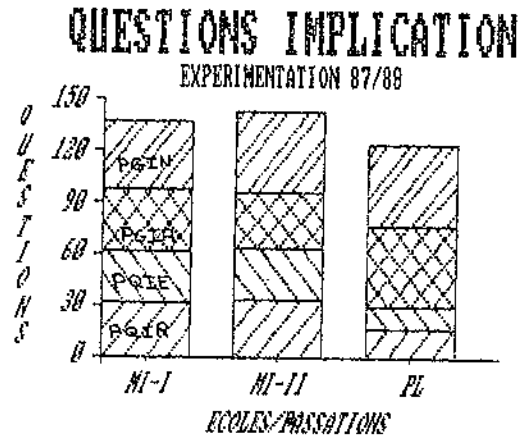
Les trois groupes de questions qui représentent les questions "classiques" de logique: l'implication, la soustraction des classes et l'attribution d'une valeur de vérité ont augmenté globalement leur réussite pendant la 2ème passation du questionnaire (le retest); tandis que le paquet des questions plus proches des possibles situations de classe, ("langage naturel") a été moins bien réussi.

- Tableau QLOG.SCL -

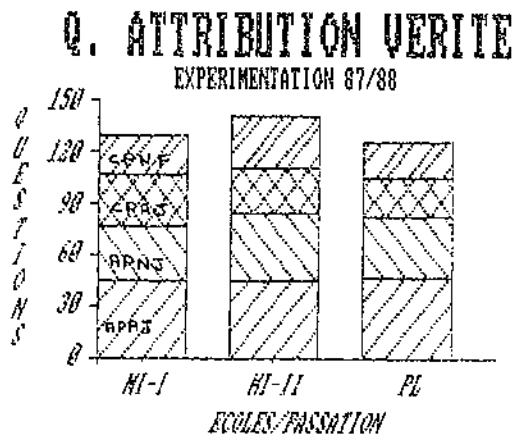
Questions de LOGIQUE sur la soustraction des classes



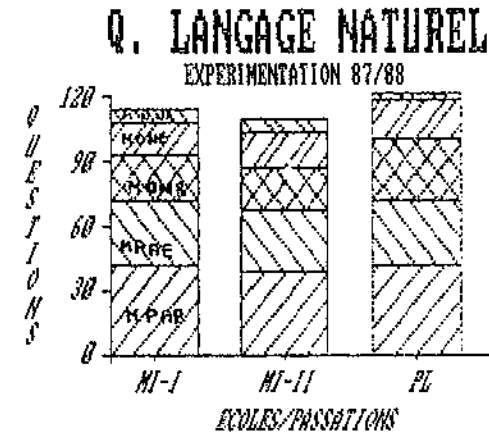
- Tableau QLOG.IMPL -
Questions de QLOGIQUE sur l'implication de propriétés



- Tableau QLOG.ATV -
Questions de Q LOGIQUE sur l'attribution d'un valeur de vérité.



- Tableau QLOG.LN -
Questions de QLOGIQUE formulées avec de langage naturel



Analyse qualitative des réponses données sur l'implication et la soustraction de classes

La passation du questionnaire "Q-LOGIQUE" pendant l'année 87/88 nous a permis de montrer, et d'illustrer, quelques-unes des connaissances privées des élèves qui fonctionnent en tant que modèles implicites de l'implication des propriétés, et la soustraction des classes.

Les tableaux de présentation des stratégies représentatives des réponses des élèves, dans certaines des questions présentent un résumé quantitatif² de ces modèles implicites.

Le travail s'est révélé passionnant pour la connaissance du sujet psychologique, que nous

2. Les explications signalées dans l'annexe "D'autres réponses", explicitent certains des aspects déjà signalés dans le tableau quantitatif, ou bien montrent d'autres arguments utilisés par les élèves, qui n'étaient pas observés dans le tableau. Voir ANNEXE "D'autres réponses".

reconnaissons dans chaque élève, mais aussi extrêmement lourd et délicat à réaliser.

Etant donné le caractère didactique du problème soulevé dans cette thèse, la place de la pensée naturelle dans la relation didactique, nous avons considéré que le travail commencé débordait le cadre de notre étude, puisqu'il exigeait des compétences et des intérêts spécifiques des psychologues, et il n'apportait à notre problématique que l'illustration de quelques-uns des modèles implicites - qu'ils resteraient encore à mieux identifier et préciser - du stade pré-formel, caractéristique de l'âge des élèves de notre expérimentation, mais il ne montrait pas l'influence, ou les possibles interférences, dans la relation didactique, de ces modèles implicites.

C'est pour cela que nous n'avons pas refait ce type d'analyse, pour la passation du questionnaire Q-LOGIQUE de l'année 88/89.

Une analyse du type de réponses données sur l'implication (question PQIE) et la soustraction de classes (questions PSC2 et PSC3), nous montre que:

- L'utilisation du cardinal est la caractéristique la plus fréquente des réponses aux trois questions:

- elle est plus fréquente chez les élèves de l'école P.LAPIE que chez les élèves de l'école J.Michelet

- dans les questions PQIE (implication) et PSC2 (soustraction d'une classe, en considérant deux sous-classes, c'est-à-dire un seul critère), l'utilisation du cardinal est moins fréquente, dans le retest, chez les élèves de l'école J.MICHELET

- tandis que dans la question PSC3 (soustraction de classes par rapport à deux critères simultanés, donc considération de trois sous-classes), cette utilisation a augmenté.

ANNEXE: TYPES DE REPONSES-Codification

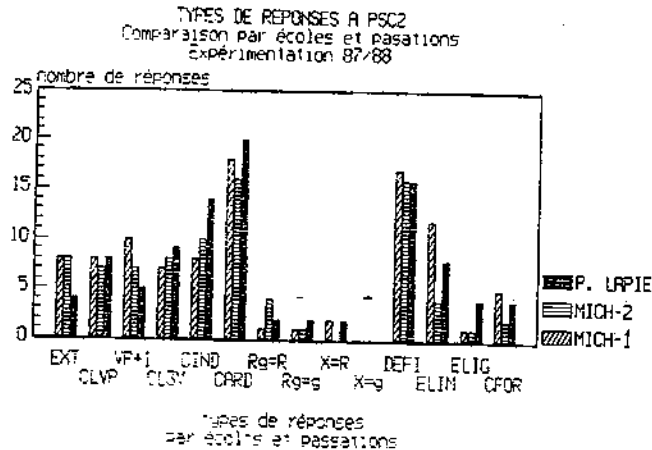
CODES	PQIE:Quantification de l'inclusion
CARD:	Utilisation du cardinal
TOUS:	Utilisation du quantificateur universel
TFIG:	$\forall x \in X / P(x)$, P:"être figure"
R\C:	Carré \Rightarrow Figure, ou Rond \Rightarrow Figure
RFIG:	Rond \Rightarrow Figure
CFIG:	Carré \Rightarrow Figure
F=R:	Identification/réduction Figures=Ronds explicite
F=RIM:	Identification/réduction Figures=Ronds implicite
~r:	Impossibilité de la non-réponse

CODES	PSC3: Soustraction des classes (1critère)
EXT :	Donner l'ensemble résultant par extension
CLVP:	Classification selon la variable pertinente Classification complète et réduite
VP+1:	CLVP + lvariable pas nécessaire
CL3V:	Classification selon les 3 variables présentes
CARD:	Utilisation du cardinal
DEFI:	Déf.incomplète de l'ensemble par compréhension
ELIM:	Erreur de limitation: pas de variable pertinente Rép.:les critères communs des fig., pas la dif.
CFOR:	Centration sur la forme
DETA:	Détaille critères ou généralise+réponse correcte

CODES	PSC2: Soustraction des classes (2critère)
EXT :	Donner l'ensemble résultant par extension
CLVP:	Classification selon la variable pertinente Classification complète et réduite
VP+1:	CLVP + lvariable pas nécessaire
CL3V:	Classification selon les 3 variables présentes
CIND:	Classif. "induite", selon les 2variables données
CARD:	Utilisation du cardinal
Rg=R:	Réponse: R^C . Identification Rond`grand=Rond
Rg=g:	Réponse: $g^C=p$. Identification Rond`grand=grand
X=R :	Réponse: p^R . Identification X=R (Figures=Ronds)
X=g :	Réponse: g^C . Identification X=g (Figures=grands)
DEFI:	Déf.incomplète de l'ensemble par compréhension
ELIM:	Erreur de limitation: pas de variable pertinente Rép.:les critères communs des fig., pas la dif.
ELIG:	Erreur de limit. par généralisation. Rép.:figures
CFOR:	Centration sur la forme

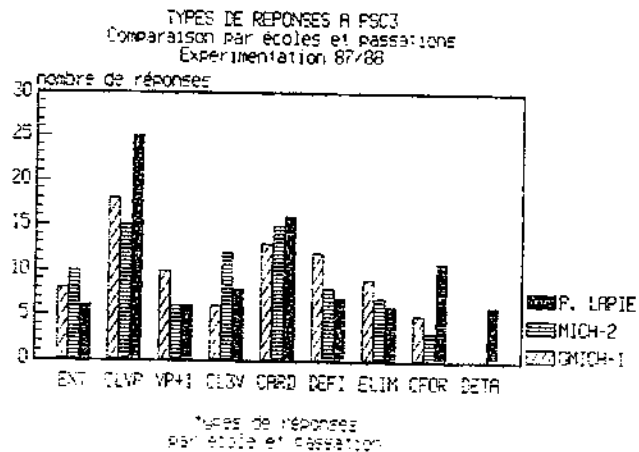
- Tableau TR.PSC2-

Types de réponses à PSC2, comparaison par écoles et passations.



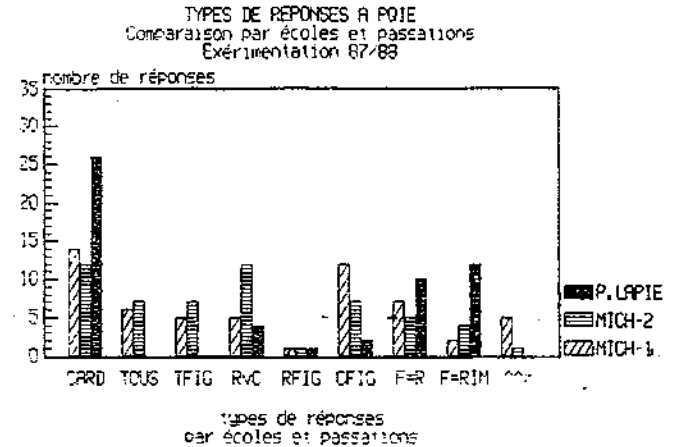
- Tableau TR.PSC3-

Types de réponses à PSC3, comparaison par écoles et passations.



- Tableau TR.PQIE -

Types de réponses à PQIE, comparaison par écoles et passations.



▪ Dans l'implication, l'utilisation du quantificateur universel (tous) a augmenté pendant la 2ème passation à l'école J.Michelet, tandis que chez les élèves de l'école P.LAPIE, le quantificateur n'est pas utilisé du tout

▪ Par rapport à la considération des sous-classes, lors de la deuxième passation (chez les élèves de Michelet):

- "les carrés sont des figures" (code:CFIG) a diminué

- tandis que "Figures Rondes" (code:RFIG) n'a pas varié et la prise en compte simultanément des deux sous-classes "les carrés et les ronds sont des figures" (code:R\C) a augmenté

- dans tous les cas ce type de réponse est moins fréquent chez les élèves de l'école témoin.

▪ La réduction de l'univers de référence, à la sous-classe complémentaire (l'identification/réduction), est moins fréquente pendant le retest (à Michelet) d'une

manière explicite (F=R), mais elle est plus fréquente d'une manière implicite (F=RIM).

- L'impossibilité de la non-réponse (\bar{r}) est un type de réponse qui a diminué, pendant la 2ème passation, chez les élèves de l'école Michelet. Ce type de réponse n'existe pas à l'école témoin.

Pour la soustraction de classes, la deuxième passation du questionnaire, les modifications du type des réponses chez les élèves de l'école Michelet ont été les suivantes:

- La classification par rapport à la variable pertinente a diminué (CLVP), tandis que les classifications qui utilisent les variables pertinentes, plus celles qui ne sont pas nécessaires (en ajoutant 1 variable de plus:VP+1, ou en utilisant les 3 variables possibles:CL3V), ont augmenté.

- Parmi les différents types d'erreurs: définition incomplète:DEFI, erreurs de limitation:ELIM, erreurs de généralisation:ELIG, et les identifications/réductions Ronds[^]grands=Ronds (Rg=R), Ronds[^]grands=grands (Rg=g), l'ensemble de figures identifié aux Ronds (X=R) ou aux grands (X=g):

- la plupart a diminué
- seulement l'identification Rg=R a augmenté
- et l'identification (Rg=g) et les erreurs de limitation, par généralisation (ELIG) sont restées invariables.

En conséquence, dans l'analyse plus détaillée des stratégies de réponses, nous avons observé chez les élèves de l'école expérimentale dans la 2ème passation du questionnaire, une tendance à l'amélioration des erreurs et à l'utilisation du cardinal, avec une augmentation de l'utilisation de quantificateurs et de la prise en compte des sous-classes présentes.

Cette prise en compte des sous-classes (et de tous les critères présents) constatée pour

l'implication pourrait expliquer l'augmentation généralisée des types de réponses avec des classifications qui utilisent les critères non-nécessaires (mais qui ne produisent pas une réponse erronée), dans les soustractions de classes. Nous pourrions dire que c'est un effet "pervers" des situations, centrées sur la prise en compte des critères.

- Deuxième expérimentation: 1988/89

Les difficultés de l'expérimentation de l'année précédente, les résultats très peu satisfaisants, et la réflexion critique qui a suivi, nous ont amené à envisager un dispositif plus rigoureux que le précédent:

- nous avons changé les dates des expérimentations: avec l'accord des maîtres des écoles, l'expérimentation (leçons et questionnaires) va être réalisée au premier trimestre

- nous avons incorporé un autre questionnaire, plus directement lié au travail fait par les élèves pendant l'expérimentation des situations; c'était le questionnaire Q-SCHTROUMPHS3: celui-ci utilise un tableau (semblable à ceux qu'on a travaillé dans les leçons), comme présentation des données sur lesquels les questions vont porter, et il doit permettre à la fois:

- d'analyser les effets d'apprentissage produits par l'expérimentation des leçons, notamment l'influence sur l'utilisation du tableau

- d'observer le fonctionnement de certaines opérations logiques qui n'avaient pas été travaillées directement en classe mais qu'on avait déjà essayé d'observer avec le questionnaire Q-LOGIQUE

- mais en gardant toujours le questionnaire Q-LOGIQUE.

Nous avons voulu aussi garder ce questionnaire Q-LOGIQUE, parce que nous pensions que les conditions de la première passation avaient été si mauvaises, qu'il n'avait pas pu offrir les renseignements que potentiellement nous avions prévus.

Ainsi cette nouvelle expérimentation comprend:

3. C'est une variante du questionnaire Q SCHTROUMPS de la pré-expérimentation.

- L'élaboration de deux questionnaires, formellement différents, mais avec certaines coïncidences sur le contenu: les questionnaires Q - LOGIQUE et Q - SCHTROUMPHS.

- La passation de ces deux questionnaires, à l'école où les situations didactiques ont été expérimentées et observées, école J. MICHELET, avant et après la réalisation des leçons.

- La passation des mêmes questionnaires, en même temps dans une école témoin, les écoles F. BUISSON I et II, où il n'y a pas eu l'expérimentation des leçons.

Donc, nous avons:

PASSATIONS (2ème. Expérimentation: 88/89)

ECOLES	Q.LOGIQUE-I	Q.LOGIQUE-II
J.MICHELET CM2A-CM2B	Samedi: 5-Nov.-88 9h.30min.	Judi: 17-Jan.-89 9h.30min.
F.BUISSON I F.BUISSON II	Mardi: 8-Nov.-88 14 heures	Judi: 30-Jan.-89 14 heures
	Q.SCHTROUMPHS-I	Q.SCHTROUMPHS-II
J.MICHELET CM2A-CM2B	Vendredi:4-Nov.-88 9h.30min.	Judi: 17-Jan.-89 14h.30min.
F.BUISSON I F.BUISSON II	Judi: 10-Nov.-88 14 heures	Vendredi:31-Jan.-89 14 heures

TEST (Avant Exp) RETEST (Après Exp)

Les questions didactiques et les hypothèses

Les questions didactiques auxquelles nous voudrions répondre à l'aide du questionnaire Q LOGIQUE, sont les mêmes que celles que nous nous sommes posées avant la première expérimentation, c'est-à-dire:

Les situations didactiques proposées, ont-elles une influence sur les raisonnements logiques des enfants, même s'ils n'ont pas été objet direct d'enseignement?

La réponse à cette question, provoque un éclatement, en plusieurs questions que nous avons présenté et analysé dans le paragraphe du même titre (Les questions didactiques) dans 5.1.1..

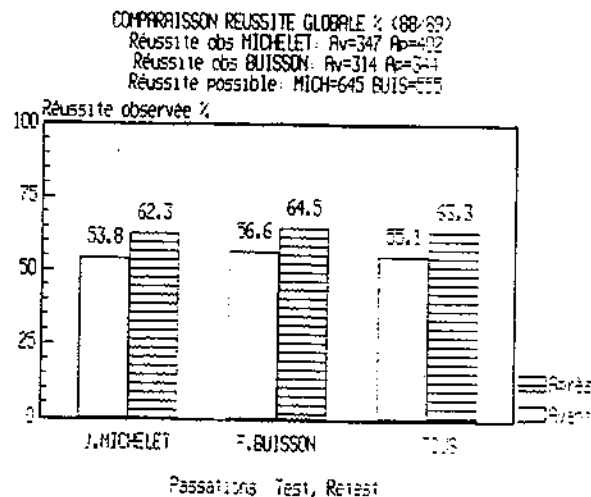
Les hypothèses sont cette fois encore les mêmes, que pour la première expérimentation.

Les données: les résultats

Les premières données générales obtenues dans les deux passations du questionnaire QLOGIQUE dans les écoles, expérimentale et témoin, sont exprimées dans graphiques et tableaux les suivants:

- Tableau CRGT-Av/Ap -

QLOG: Comparaison réussite globale (%), test-retest.



La variation de moyenne de réussite et des écart-type -des élèves et des questions- dans le test et le retest, obtenue par chaque école et par le total des élèves, est exprimée dans le tableau QLOGRG2:

Questionnaire: Q LOGIQUE (15 Questions)

ECOLE	Réussite observée	Moyenne réussite	Moyenne %	Ecart-type élève / quest	
J. MICHELET (Réus. pos) 43 élèves 645					
Avant-1Q	347	8.0 /15	53.8 %	16.4	24.1
Après-2Q	402	9.3 /15	62.3 %	14.2	23.2
F. BUISSON (Réus. pos) 37 élèves 555					
Avant-1Q	314	8.5 /15	56.6 %	14.3	29.2
Après-2Q	344	9.2 /15	62.0 %	15.0	24.7
TOUS (Réus. pos) 80 élèves 1200					
Avant-1Q	651	8.1 /15	55.1	15.6	26.0
Après-2Q	746	9.3 /15	61.1	14.6	23.6

- Tableau QLOGRG2 -

QLOGIQUE- Résultats globaux 2ème Expérimentation.

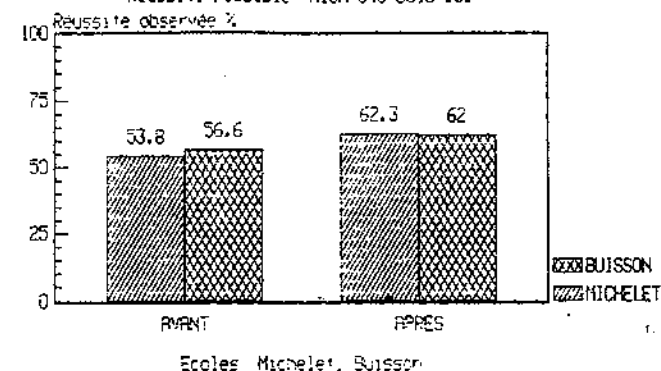
Les variations de la moyenne de réussite, exprimées en nombre des questions ou en pourcentage (représentées par Δ dans le tableau), et les variations des écarts types à la moyenne, des élèves et des questions, sont présentées dans le Tableau CEPQLOG:

ÉCOLES	Δ Réussite observée	Δ Moyenne réussite	Δ % Moyenne	Δ % Ecart-type élève	Δ % Ecart-type quest
J. MICHELET 2Q-1Q	55	1.3 / 15	8.5 %	-2.2	-0.9
F. BUISSON 2Q-1Q	30	0.7 / 15	5.4 %	+0.7	-4.5
TOUS 2Q-1Q	85	1.0 / 15	6.0 %	-1.0	-2.4

- Tableau CEPQLOG -

Comparaison résultats globaux, par école, entre les 2 passations

COMPARAISON REUSSITE GLOBALE EN %
Réussite obs MICHELET Av=347 Ap=402
Réussite obs BUISSON Av=314 Ap=344
Réussite possible MICH=645 BUIS=555



- Tableau CRG-B(Av-Ap) -

QLOG: Comparaison résultats par écoles, M(Av-Ap) et B(Av-Ap)

L'analyse

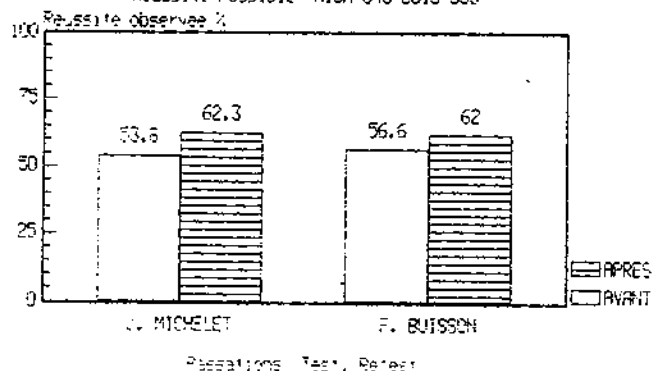
La comparaison des résultats généraux, par écoles et passations, nous offre déjà quelques réponses sur les questions posées initialement:

- Dans les deux écoles il y a eu une amélioration de la réussite, dans la 2ème passation, mais elle plus importante à l'école expérimentale J.MICHELET: 8.5% d'augmentation de la moyenne contre 5.4% de l'école témoin; et cette augmentation de l'école expérimentale est supérieure aussi à l'augmentation de 6% de l'ensemble des élèves.

- Dans le test, l'école témoin avait une réussite plus forte que l'école expérimentale (avec une moyenne de 53.6% contre 45.6%).

- Dans le retest, cette différence est disparue, et les résultats globaux, exprimés par les moyennes de réussite, sont tout à fait semblables, même très légèrement supérieurs à l'école expérimentale (62.3% M. et 62% B.).

COMPARAISON REUSSITE GLOBALE % (88/89)
Réussite obs MICHELET Av=347 Ap=402
Réussite obs BUISSON Av=314 Ap=344
Réussite possible MICH=645 BUIS=555



- Tableau CRGP (M-B) -

QLOG: Comparaison entre passations, Av(M-B) et Ap(B-M)

Les écarts types de l'ensemble d'élèves et des élèves de l'école expérimentale, aussi bien des questions que des élèves, ont descendu lors de la deuxième passation, ce que représente une dispersion mineure, donc une population plus homogène dans sa réussite, et aussi une diminution des différences entre les questions.

L'école témoin par contre a augmenté l'écart-type de la distribution des élèves, donc sa dispersion, mais avec une diminution de celui des questions plus forte que l'école expérimentale et que l'ensemble des élèves: -4.5% à l'école F.BUISSON contre -0.9% à l'école J.MICHELET et -2.4 l'ensemble des élèves.

Mais, ces différences sont-elles significatives?

Le test de signification de khi-carré (Voir annexes) nous apporte les résultats suivants:

- la différence entre les valeurs observées et les valeurs théoriques, des deux classes -expérimentale et témoin-, avant l'expérimentation (dans le test) n'est pas significative, donc: pendant la première passation du Questionnaire LOGIQUE, la réussite des élèves de l'école expérimentale et témoin a été semblable, il n'y a pas une différence significative (au seuil de 0.05%) entre les comportements des enfants (réussite/échec) lorsque cette passation a eu lieu, donc que la différence de réussite observée (2.8% supérieure dans l'école témoin), peut être attribuée au hasard.

- Les différences observées globalement, entre les résultats des deux passations en considérant tous les élèves ensemble (6% d'augmentation), sont significatives (au seuil de 0.05), donc elles ne peuvent pas être attribuées au hasard: il y a entre les deux passations une cause qui puisse produire cette différence.

Mais en considérant les deux classes séparément

- à l'école Michelet: la différence de réussite observée entre les deux passations (8.5%), est significative au seuil de 0.05%, tandis qu'à l'école témoin F.BUISSON, la différence observée (5.4%) n'est pas significative au même seuil (de 0.05).

Par contre, ce différent comportement des variations entre les deux écoles, n'a introduit aucune variation entre la réussite des deux écoles, lors de la 2ème passation: la différence des résultats entre les deux écoles n'est pas significative.

Les questions

L'analyse par question, de la différence entre les deux passations, si bien sur tous l'élèves ensemble, que sur les élèves de l'école Michelet, sont exprimées dans les tableaux: Tableau QLOGCQT2 et Tableau QLOGCQM2

questions n° codes	Réussite eff		Δ ef.	Réussite (%)		Δ %
	Avant	Après		Avant	Après	
1 PQIR	33	41	+8	41.2	51.2	+10.0
1.1 PQIE	29	37	+8	36.2	46.2	+10.0
2 PGIA	61	62	+1	76.2	77.5	+1.3
3 PGIN	75	78	+3	93.7	97.5	+3.7
4.1 APAJ	78	79	+1	97.5	98.7	+1.2
4.2 APNJ	56	68	+12	70.0	85.0	+15.0
4.3 CPAJ	35	46	+11	43.7	57.5	+13.7
4.4 CPNF	34	46	+12	42.5	57.5	+15.0
5 PSC3	65	58	-7	81.2	72.5	-8.8
5.2 PSC2	49	48	-1	61.2	60.0	-1.2
6.1 MPAR	61	71	+10	76.2	88.7	+12.4
6.2 MPAE	37	58	+21	46.2	72.5	+26.3
6.3 MONR	29	32	+3	36.2	40.0	+3.8
6.4 MONE	11	23	+1	13.7	28.7	+15.0
6.5 MNNR	8	13	+1	10.0	16.2	+6.2

- Tableau QLOGOQT2 -

Comparaison, par question, des résultats de TOUS les élèves

Remarque: Les questions soulignées (plus foncées) sont des questions dont la dépendance entre les deux passations (mesure à l'aide du khi-carré), est significative (au seuil de 0'05)⁴

4. Voir Annexes d'analyse des données.

questions n° codes	Réussite eff		Δ ef.	Réussite (%)		Δ %
	Avant	Après		Avant	Après	
1 PQIR	15	20	+5	34.8	46.5	+12.4
1.1 PQIE	13	19	+6	30.2	44.1	+14.0
2 PGIA	28	31	+3	65.1	72.0	+7.0
3 PGIN	40	41	+1	93.0	95.3	+2.3
4.1 APAJ	41	42	+1	95.3	97.6	+2.4
4.2 APNJ	31	36	+5	72.0	83.7	+11.6
4.3 CPAJ	17	25	+8	39.5	58.1	+18.6
4.4 CPNF	21	24	+3	48.8	55.8	+7.0
5 PSC3	34	32	-2	79.0	74.4	-4.7
5.2 PSC2	25	29	+4	58.1	67.4	+9.3
6.1 MPAR	30	37	+7	69.7	86.0	+16.2
6.2 MPAE	20	30	+10	46.5	69.7	+23.3
6.3 MONR	17	17	0	39.5	39.5	0
6.4 MONE	7	10	+3	16.2	23.2	+7.0
6.5 MNNR	8	9	+1	18.6	20.9	+2.3

- Tableau QLOGOQZ2 -

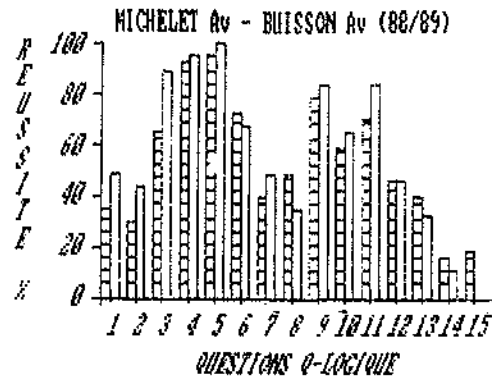
Comparaison, par question, des résultats de l'école J.MICHELET

Remarque: Les questions soulignées (plus foncées) sont des questions dont la dépendance entre les deux passations (mesure à l'aide du khi-carré), est significative (au seuil de 0'05)

Les graphiques annexes montrent différentes comparaisons des histogrammes (en pourcentages) de la réussite aux questions, par écoles et passations:

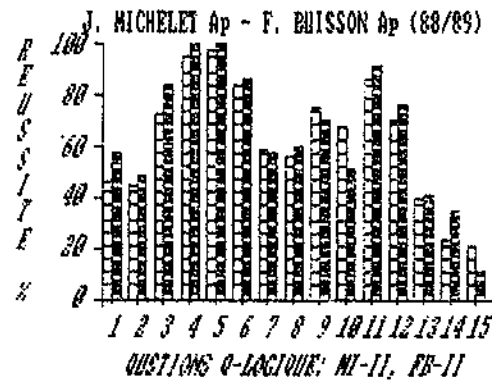
- Tableau QLOGCQ2.M(Av)-B(Av) -

QLOG: Comparaison TOUTES les questions J.MICHELET-F.BUISSON:Avant



- Tableau QLOGCQ2.M(Ap)-B(Ap) -

QLOG: Comparaison TOUTES les questions J.MICHELET-F.BUISSON:Après

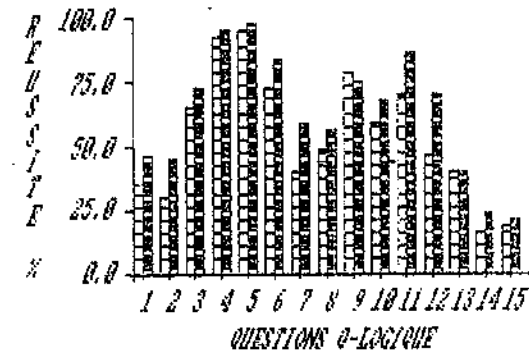


La compensation, pendant la deuxième passation, des différences existantes initialement entre les deux écoles, que nous avons déjà remarqué dans l'analyse des résultats généraux, est ici mise en évidence, sur l'ensemble des questions.

La comparaison des variations produites dans l'ensemble des questions, dans chaque école, entre les deux passations, est exprimée dans les deux graphiques suivants

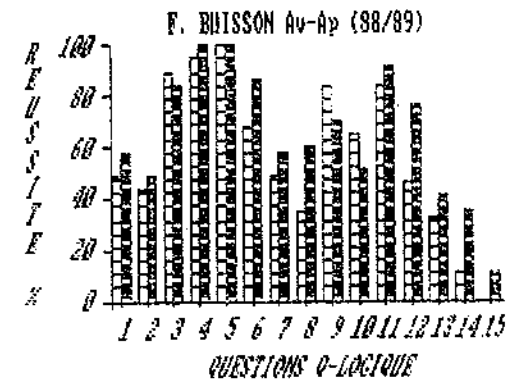
- Tableau QLOGCQ2.M(Av)-M(Ap) -

QLOG: Comparaison TOUTES les questions J.MICHELET (Avant-Après)



- Tableau QLOGCQ2.B(Av)-B(Ap) -

QLOG: Comparaison TOUTES les questions F.BUISSON (Avant-Après)



Une analyse comparative de la variation de la réussite entre les deux passations, pour chaque question, des élèves de l'école Michelet, par rapport à l'ensemble de tous les élèves, est fait en annexes. Nous reprenons ici les conclusions générales, pour l'école J.MICHELET et leurs conséquences sur le travail logique des élèves:

C1. Pour les élèves de l'école J. MICHELET, il y a 9 questions sur un total de 15 qui sont significativement dépendantes, donc deux de moins que pour l'ensemble des élèves.

Ces neuf questions étaient aussi dépendantes pour l'ensemble des élèves, seules les questions APNJ et PSC2 ne sont plus dépendantes si on ne considère que les élèves de l'école J. MICHELET.

C2. L'augmentation et la diminution de la réussite porte pratiquement sur les mêmes questions que pour l'ensemble des élèves, seulement la question MNOR qui avait augmenté de 3.8% sur la totalité des élèves, reste invariable pour les élèves de l'école MICHELET.

C3. Dans 6 questions parmi les 15 du total (PQIR, PQIE, PGIA, APAJ, CPAJ, MPAR) les élèves de l'école MICHELET, ont obtenu un accroissement de la réussite plus fort que pour l'ensemble des élèves.

Sur le travail logique

- Se confirme la même tendance globale d'augmentation ou diminution de la réussite signalée pour l'ensemble des élèves: augmentation pour les questions qui portent sur l'implication, la négation et le raisonnement justificatif, et diminution pour les questions sur la soustraction de classes.

Mais cette augmentation ne suit pas exactement le même démarche, dans les élèves de l'école MICHELET que pour l'ensemble:

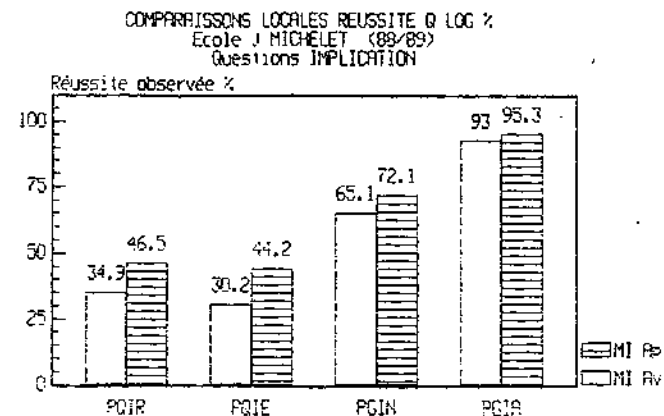
- pour la quantification de l'implication, l'augmentation de la réussite à la deuxième passation

est un peu plus forte encore à MICHELET que sur l'ensemble des élèves

Les tableaux annexes montrent cette variation, dans les deux écoles séparément:

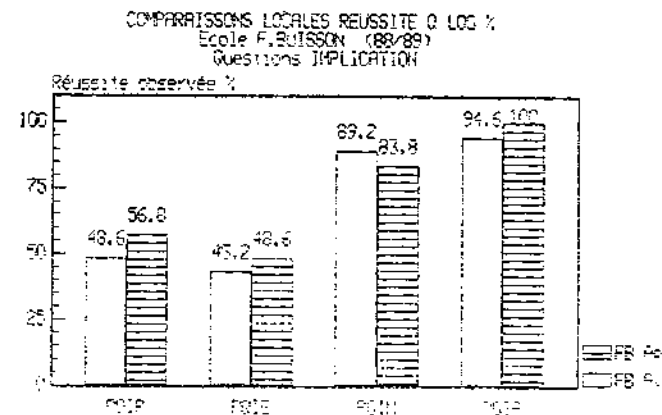
- Tableau QLOGCOM2.DMP -

QLOG: Comparaison quest. sur l'implication à J.MICHELET (Av-Ap)



- Tableau QLOGQB2.DMP -

QLOG: Comparaison quest. sur l'implication à F.BUISSON (Av-Ap)



- l'augmentation de la réussite pour les questions sur la négation n'est pas aussi évidente, dans les questions CPNF, APNJ, MONR, MONE, MNNR, on s'aperçoit que si il y a eu aussi, une augmentation de la réussite, celle-ci est plus basse que celle de l'ensemble d'élèves.

- les raisonnements justificatifs continuent à avoir aussi une forte augmentation de réussite, en gardant la dépendance entre les deux passations, mais ici la présentation, la forme de la question semblent jouer un rôle de différenciation: pour la formulation "piagétienne" une augmentation plus forte à MICHELET que sur l'ensemble, et pour la formulation en "langue courante", par contre, une augmentation un peu plus faible que sur l'ensemble.

La diminution de réussite dans le deuxième questionnaire, pour les questions de la soustraction de classes, se confirme aussi chez les élèves de MICHELET, mais en sens inverse de l'ensemble, pour une variable (PSC3) la diminution est plus légère, tandis que pour deux variables (PSC2) elle est plus forte, et en plus, la dépendance entre les deux passations n'est pas significative, , comme elle l'était pour l'ensemble des élèves.

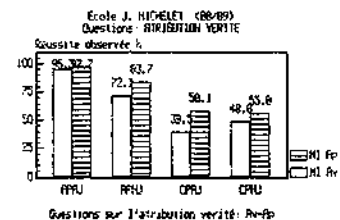
Sur la formulation des questions

- Nous avons remarqué déjà que la forme de présentation des questions semble jouer un rôle plus fort, dans les raisonnements explicatifs, chez les élèves de l'école MICHELET, que sur l'ensemble des élèves où celle-ci n'était perceptible.

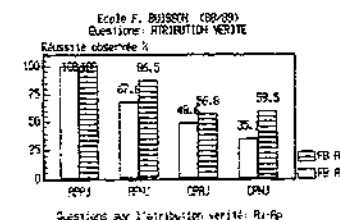
- Ce rôle, semble être présent aussi dans les questions qui portent sur le jugement de vérité des assertions données: dans trois des quatre questions (APNJ, APAJ, CPAJ), la dépendance n'est pas significative entre les deux passations du questionnaire, et pour celle qui est significative

(CPNF), l'augmentation de la réussite est plus faible à MICHELET, que sur l'ensemble des élèves.

- Tableau QLOGCQM2.AtV -
QLOG: Comparaison quest. sur l'attribution de vérité à J.MICHELET



- Tableau QLOGCQB2.AtV -
QLOG: Comparaison quest. sur l'implication à F.BUISSON (Av-AP)



- Dans toutes les questions formulées en langue courante, l'augmentation de la réussite est moins forte aussi, à MICHELET que sur l'ensemble des élèves.

C4. En conséquence, pour les élèves de l'école J. MICHELET, la présentation (la forme, le langage) des questions semble jouer un rôle différenciateur sur le travail logique demande, qui n'avait pas été perçu dans les réponses de l'ensemble des élèves: augmentation plus forte, de la réussite pour les questions "piagétienne", une augmentation moins forte, pour les questions en "langue courante", non dépendance entre les deux passations pour le traitement de assertions.

6.1.1.2. Le questionnaire SCHTROUMPHS

La présentation et l'analyse du questionnaire a été fait dans le Chapitre 4 de la PARTIE-I, puisque c'est une variante du questionnaire présenté pendant l'expérimentation.

Les questions didactiques

Avec le questionnaire Q SCHTROUMPHS, nous voudrions analyser les traces laissées, au niveau de l'apprentissage, par les leçons expérimentées et plus précisément, ce qui a été "appris" à propos de l'utilisation du tableau (celui-ci n'étant pas institutionnalisé), ou s'il y a une amélioration visible du travail logique des enfants, lorsqu'il fonctionne sur un tableau.

Donc les questions, que nous nous sommes posées à propos du questionnaire Q SCHTROUMPHS, sont tout à fait semblables à celles que nous nous sommes posées par rapport au questionnaire Q LOGIQUE:

- Y-a-t-il, chez les élèves de MICHELET une amélioration de la réussite lors de la deuxième passation du questionnaire Q SCHTROUMPHS? Cette amélioration, est-elle significative?

Mais, en même temps, nous voudrions savoir aussi si:

- Dans les classes ordinaires qui n'ont pas suivi cette expérimentation, y-a-t-il eu un développement comparable?

Donc, nous suivons le même processus d'expérimentation test-retest, avec une école témoin: cette fois nous avons changé d'école témoin et nous avons choisi l'école F.BUISSON de Belges.

Les Hypothèses

Etant donné que les questions du questionnaire Q SCHTROUMPHS portent sur un tableau, qui a été utilisé comme instrument didactique de plusieurs leçons de l'expérience fait à l'école MICHELET:

H1. Il serait raisonnable de trouver une amélioration significative, entre les résultats obtenus dans les deux passations du questionnaire, avant et après l'expérimentation des leçons, chez les élèves de cette école.

Cette différence significative pourrait exprimer les effets d'apprentissage personnel, chez les élèves, conséquence directe et attendue du travail réalisée avec les situations didactiques.

H2. Chez les élèves de l'école témoin F. BUISSON, nous avons observé une double possibilité qui nous amène à formuler aussi une double hypothèse:

H2.1. Que l'absence d'un travail spécifique à l'école témoin, semblable à celui de l'expérience de l'école MICHELET, ne produise pas une amélioration significative entre les résultats des deux passations.

Alors nous en concluons que la différence observée chez les élèves de l'école expérimentale J. MICHELET, et non pas chez ceux de l'école témoin F. BUISSON, est bien due à l'expérimentation des leçons.

H2.2. Qu'il y ait quand même, une amélioration entre les résultats des deux passations et qu'elle soit aussi significative.

Alors, ceci pourrait exprimer différentes possibilités: que le seul fait d'avoir travaillé avec le questionnaire, de manière individuelle, a produit des effets d'apprentissage chez les élèves, (effet "retest"), que le questionnaire n'est pas adapté aux objectifs fixés....

Mais dans ce cas-là, pour pouvoir conclure que les situations expérimentées ont produit des conséquences significatives, chez les élèves de l'école J. MICHELET, il faudra que l'amélioration de ses élèves soit supérieure à celle des élèves de l'école témoin.

Les données

Une première lecture des données et de leurs mesures statistiques, nous montre les informations suivantes:

QSCHTROUMPHS: 17 questions

ECOLE	Réussite observée	Moyenne réussite	Moyenne %	Ecart-type élév quest	
J. MICHELET 43 élèves	(Réus. pos) 731				
Avant-1Q	534	12.4 /17	73.0 %	16.7	20.8
Après-2Q	593	13.7 /17	81.1 %	12.1	21.7
F. BUISSON 37 élèves	(Réus. pos) 629				
Avant-1Q	503	13.5 /17	79.9 %	13.2	23.0
Après-2Q	511	13.8 /17	81.2 %	8.0	23.8
TOUS 80 élèves	(Réus. pos) 1360				
Avant-1Q	1037	12.9 /17	76.2 %	15.3	21.4
Après-2Q	1104	13.8 /17	81.1 %	10.4	22.5

- Tableau QSCERG2 -

QSCHT- Résultats globaux 2ème Expérimentation, par école et passation, et de l'ensemble d'élèves aussi dans les deux passations: moyenne en nombre des questions réussies et en pourcentage, et les écarts types des questions et des élèves par rapport à la moyenne (exprimée en %).

ECOLE	Δ Réussite observée	Δ Moyenne réussite	Δ % Moyenne	Δ % Ecart-type élév ques	
J. MICHELET 2Q-1Q	59	1.3 /17	8.1 %	-4.7	+0.9
F. BUISSON 2Q-1Q	8	0.3 /17	1.3 %	-5.2	+0.8
TOUS 2Q-1Q	33	0.9 /17	4.9 %	-4.9	+1.1

- Tableau CEPQSCB2 -

QSCHT: Comparaison résultats globaux, entre les 2 passations: écarts entre les moyennes et les écart-types, de chaque école et de l'ensemble des élèves, entre le test et le retest.

Les données présentées montrent un comportement des résultats globaux de ce questionnaire QSCHTROUMPHS assez semblable, à celui du questionnaire QLOGIQUE:

- Une réussite initiale supérieure de l'école témoin à l'école expérimentale, qui est compensée dans la deuxième passation du questionnaire.

- Donc, l'augmentation de la réussite (8%), pendant la deuxième passation à l'école J. MICHELET, tandis que pour l'école témoin F. BUISSON, la variation est très légère (1.3% d'augmentation), a permis à l'école MICHELET de niveler la différence globale de réussite.

- Les écarts-types des élèves, par rapport à la moyenne, ont une diminution d'environ de 5 points, donc les élèves sont en générale moins dispersés lors de la deuxième passation, tandis que les questions au contraire, sont plus dispersées pendant cette même passation (elles ont augmenté légèrement -1 point- leur écarts-types).

Mais, ces différences sont-elles significatives?

Nous avons testé ces différences à l'aide de la distance du khi-carré⁶, et nous avons obtenu les résultats suivants:

- Les différences de réussite initiales, observées entre l'école expérimentale et l'école témoin, ne sont pas significatives (au seuil de 0.05), donc au départ nous avons deux classes comparables, même si la réussite à l'école Michelet est plus faible

- L'augmentation globale de la réussite observée, entre les deux passations, sur l'ensemble des élèves n'est pas significative, et

- La variation de chacune des écoles n'est pas non plus significative, ni l'augmentation de 8% de l'école Michelet, mais "presque"⁶ (au seuil 0.08) , ni la légère augmentation de l'école Buisson.

- La différence pendant la deuxième passation, entre l'école témoin et l'école expérimentale, est significativement nulle, ce qui veut dire, que la différence initiale (qui n'était pas significative, mais elle existait) a été compensée: presque pas de différences entre les moyennes, et absence totale de signification des différences, dans la 2ème passation, entre les deux écoles.

Les questions-les élèves

La distribution des élèves et des questions, par rapport aux données globales analysées jusqu'à présent - réussite totale et moyenne -, est présentée dans l'histogramme des questions, et des élèves.

L'analyse détaillée de ces histogrammes et de leurs variations, aussi bien de l'ensemble des élèves que de l'école expérimentale, est faite en annexes.

5. Voir Annexes: Analyse des données.

6. Le khi-carré de $M_i(Av)-M_i(Ap)$, est de 3.08, celui-ci se trouve dans le tableau de signification entre le seuil de signification de 0.05 et 0.1: l'interpolation des valeurs, offre un seuil de signification de 0.08.

Nous allons présenter ici, des tableaux analogues à ceux nous avons présentés pour le questionnaire QLOGIQUE, du détail de la variation de réussite et de moyenne par question entre les deux passations, seulement pour l'école Michelet, puisque, c'est seulement dans cette école que les variations qui se sont produites peuvent être considérées comme significatives (au seuil 0.08):

questions n°	codes	Réussite eff		Δ ef.	Réussite (%)		Δ %
		Avant	Après		Avant	Après	
1	SPAJ	42	42	0	97.7	97.7	0
2	SMAL	38	42	+4	88.4	97.7	+9.3
3	SMAC	38	41	+3	88.4	95.3	+6.9
4	SITM	39	40	+1	90.7	93.0	+2.3
6	SICL	35	37	+2	81.4	86.0	+4.6
7	SIPL	37	39	+2	86.0	90.7	+4.7
8	SPRC	26	29	+3	60.5	67.4	+6.9
C1	SPNJ	27	40	+13	62.8	93.0	+30.2
C2	SPAF	39	39	0	90.7	90.7	0
C3	SILF	36	41	+5	83.7	95.3	+11.6
C4	SILJ	9	4	-5	20.9	9.3	-11.6
C5	SCLJ	35	33	-2	81.4	76.7	-4.7
C6	SPLF	36	37	+1	83.7	86.0	+2.3
C7	SDNF	23	32	+9	53.5	74.4	+20.9
C8	SPCJ	27	38	+11	62.8	88.4	+25.6
C9	SPFL	33	38	+5	76.7	88.4	+11.7
C10	SCCJ	14	21	+7	32.6	48.8	+16.2

- Tableau QSCHTCQM2 -

Comparaison, par question, des résultats de l'école J.MICHELET

Q-SCHTROUMPHS: Signification des différences partielles

Nous avons vérifié que globalement, c'est-à-dire sur l'ensemble du questionnaire SCHTROUMPHS, l'augmentation de réussite expérimentée dans la deuxième passation par rapport à la première n'était pas significative au seuil de 0.05 (elle l'était au seuil de 0.08), pour les élèves de l'école J. MICHELET; mais, les différences pour les questions signalées dans l'analyse des histogrammes des données, et dans le tableau sont-elles significatives?

i) Les questions dont l'augmentation de la réussite entre les deux passations est supérieure à 10% sont: SMAL, SILF, SPLF, et SCCJ et les questions dont l'augmentation de la réussite entre les deux passations est supérieure à 20% sont: SPNJ, SDNF, et SPCJ.

Nous avons testé sous l'hypothèse nulle si ces différences observées dans l'ensemble de ces 7 questions, avec une augmentation supérieure à 10% dans la réussite est significative, et nous avons trouvé que, au seuil de 0.025 la distance de khi-carré est significative, donc nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle et ceci signifie que pour les questions du questionnaire Q-SCHTROUMPHS, où il y a une augmentation de la réussite supérieure à 10% entre les deux passations, cette différence est très significative, chez les élèves de l'école J. MICHELET.

A l'école témoin, pour ce même paquet de questions, existe-t-il aussi une différence significative de la réussite, entre les deux passations du questionnaire Q-SCHTROUMPHS?

Un nouveau test, sous l'hypothèse nulle, nous montre que, au seuil de 0.05 la distance du khi-carré n'est pas significative, donc nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle et ceci signifie que:

7. Voir Annexe: Analyse des données.

- pour les questions SPNJ, SDNF, SPCJ, MALS, SILF, SPLF, SCCJ du questionnaire Q-SCHTROUMPHS il n'y a pas de différence significative entre les deux passations, chez les élèves de l'école F. BUISSON, donc l'hypothèse de l'effet test-retest, comme étant l'origine d'une possible augmentation de la réussite dans la deuxième passation du questionnaire, peut être rejetée.

En conséquence: l'augmentation de la réussite (supérieure à 10%) constatée dans la deuxième passation du questionnaire Q-SCHTROUMPHS chez les élèves de l'école expérimentale, est très significative et elle ne peut pas être attribuée à l'effet test-retest.

ii) Les questions dont la réussite est inférieure dans la deuxième passation du questionnaire par rapport à la première, chez les élèves de l'école expérimentale J. MICHELET, sont SILJ, et SCLJ.

Pour ces questions-là, la différence de réussite n'est significative, ni dans l'école expérimentale, ni dans l'école témoin, les distances de khi-carré sont 0.60 et 0.12 respectivement, (très inférieures au valeur de khi-carré 3.18, qui établit la signification pour le seuil 0.05 de confiance).

iii) Le reste de questions, SAPJ, SMAC, SITM, SICL, SIPL, SPRC, SPAF, et SPLF, ont eu des légères augmentations de réussite - toujours moins du 10% -, ce qui signifie 3 élèves maximum de différence, donc pas de différence non plus pour ce groupe des questions.

6.1.2. SUR LES CONNAISSANCES PUBLIQUES.

6.1.2.1 L'observation

Dans l'étude a priori nous avons présenté les différents types de connaissances que nous allons considérer comme connaissances publiques à observer.

Nous allons commencer par le groupe dénommé: des nouvelles connaissances, parmi lesquelles se trouvent les connaissances qui étaient à institutionnaliser.

A) Nouvelles connaissances

1) La reconnaissance de différentes classifications botanistes, basées sur la reproduction.

L'observation de la dernière séance, où cette institutionnalisation devait être faite, a montré en premier lieu que globalement cette séance avait un sens pour les élèves: ils savaient ce qu'ils étaient en train de faire, "étudier des classements des plantes" proposés par les botanistes, c'est-à-dire reconnaître

- les différentes classes de la classification
- les critères utilisés pour identifier chaque classe

- les ressemblances et les différences existant entre les deux classifications montrées.

L'introduction du type de reproduction comme critère déterminant de la classification semblait justifiée pour les enfants: c'est un critère choisi, comme on peut en choisir d'autres; mais aussi à cause de la grande différence entre les critères des champignons, de la mousse et du lichen et les critères des autres plantes, observées pendant les séances précédentes.

A propos de la présentation de la classification de VON LINNE, et du vocabulaire botaniste des différents niveaux d'embranchement "famille-genre-espèce", nous pouvons dire qu'elle a été juste présentée aux élèves, mais nous ne pouvons pas affirmer que l'institutionnalisation de ces connaissances a été suffisante. La lecture et interprétation de l'arbre de

classification hiérarchique, de cette classification, n'a posé aucun problème aux élèves.

ii) La classification comme méthode

L'observation des stratégies, chez les enfants, de comparaison des classifications -même si celles-ci fonctionnent sur des connaissances botanistes-, nous permettent aussi de déduire une certaine maîtrise, de la part des élèves, de la classification comme méthode, une démarche plus générale que l'identification d'une classification donnée dans un domaine concret.

Les considérations de LAUTREY⁸ (1983) sur le caractère local des structures cognitives de l'enfant, et leur dépendance des contenus, pourraient remettre en question l'affirmation que nous venons de faire, nous tenons à garder cette affirmation comme conclusion, en attendant l'analyse des autres données apportées par l'expérimentation, notamment l'évaluation des enseignants.

iii) Les nouvelles connaissances.

Le nouveau vocabulaire

Le travail botanique sur la précision des critères (2ème et 3ème séances de la Classification des plantes) a introduit de nouveaux termes botaniques et a clarifié beaucoup d'entre eux, ils étaient "connus" (les mots) mais les enfants ne les maîtrisaient pas. La feuille d'information botanique donnée aux enfants montre la systématisation de ces connaissances botaniques faite par le maître publiquement, donc institutionnalisée.

Cette institutionnalisation a été réalisée principalement pendant toute la troisième séance, mais

8. "Les structures cognitives paraissent plus locales, plus dépendantes des contenus, que ne le laissait supposer la notion de "structure d'ensemble. Il devenait donc nécessaire de circonscrire leur domaine de validité et d'élucider la nature de leurs relations avec les contenus". (LAUTREY, Thèse) Dans la critique aux travaux de PIAGET.

elle a commencé dès la première séance: quand les enfants ne savaient pas comment désigner un critère observé ils demandaient au maître; pendant le choix collectif des critères le maître et les élèves eux-mêmes, ont continué le travail de précision des termes employés au niveau individuel (privé).

La deuxième séance: l'attribution individuelle des enfants, de tous les critères aux diverses plantes, a mis en évidence l'insuffisance des précisions faites la séance précédente, ce qui a provoqué l'intervention directe du maître et la nécessité d'institutionnalisation d'un vocabulaire botanique minimum.

La troisième séance, la correction collective (publique) du travail individuel, dans l'élaboration du tableau des données, a approfondi l'institutionnalisation commencée, en permettant aux élèves d'investir dans le débat, ce qu'ils venaient d'apprendre, ou la correction des erreurs qu'ils avaient commises.

Dans le jeu du Voyage, l'utilisation du vocabulaire propre au tableau (case-ligne-colonne) a été introduit à l'occasion par le maître, et progressivement utilisé par les enfants, avec les corrections éventuelles de la maîtresse (en cas d'erreur), mais aucune autre institutionnalisation a été faite.

Les précisions de formulation présentes dans le Jeu du Voyage, supposent un type de travail différent, sur la syntaxe ou la sémantique et qui relève des difficultés du travail logique: utilisation des connecteurs, implication des critères, etc. raison pour laquelle ces précisions ne seront pas abordées ici, mais dans le paragraphe C).

B) Les connaissances scolaires antérieures.

Le caractère des situations didactiques, assez indépendant par rapport à d'autres connaissances scolaires, ne nous a pas permis d'observer fréquemment la présence et l'influence de celles-ci.

Nous allons citer seulement le comptage (la recherche d'un cardinal d'éléments), la reproduction des plantes (à fleur) à partir des fruits, ainsi que les autres vocables botaniques déjà analysés dans le paragraphe précédent.

Par rapport au comptage, nous avons observé des erreurs de calcul, pendant le Jeu du voyage dans la recherche du nombre d'élèves qui pouvaient s'inscrire à un Voyage concret, défini par quatre critères.

Ces erreurs de calcul peuvent être expliquées par la difficulté de la stratégie de recherche des éléments qui constituent l'ensemble pour lequel on cherche le cardinal: le cardinal des classes définies par la présence ou l'absence d'un critère, ou les réponses affirmatives ou négatives des sujets, ne présentaient presque pas ces erreurs (plutôt des imprécisions à une unité près).

Le vocabulaire botanique, nous l'avons déjà expliqué, existait partiellement, mais il n'était pas maîtrisé.

C) Les connaissances privées "émergées" publiquement: la Pensée Logique et la Pensée Naturelle

Le résumé théorique de la genèse de la classification, en tant que structure logique, ainsi que les opérations d'inclusion et de soustraction de classes, nécessaires pour son acquisition, avait signalé le rôle décisif de la construction des négations et des classes négatives dans ce processus.

Nous allons commencer donc, par l'analyse du fonctionnement de la négation observé dans nos situations.

1) La négation et la classification

Le fonctionnement spécifique de la négation a été visé dans différents moments de nos situations, comme nous avons montré dans nos analyses a priori, nous allons maintenant analyser les résultats de l'expérimentation.

- L'utilisation du code 1-0, a été proposée par les élèves comme une représentation des oui-non de l'enquête du Jeu du Voyage⁹. La passation du Questionnaire SCHTROUMPHS, avant les leçons a influencé certainement cette proposition, mais nous avons observé que ce codage était bien compris (dans le questionnaire et dans les situations), et que effectivement il renforçait la traduction oui-non, au lieu de présence-absence du critère (Voir référence au travail de BERTIN et GIMENO).

Le caractère de l'enquête (réponses oui-non) aux questions, sur les goûts des enfants: aimer une chose ou ne pas aimer, a contribué plus fortement à ce travail, que le travail sur la Classification des plantes, ou la présence-absence pouvait être plus déterminante pour les enfants.

C'est-à-dire, "aimer une chose" représente pour les enfants un goût positif, tandis que "n'aimer pas" ne représente pas seulement l'absence du goût positif, il peut représenter aussi un rejet, un goût négatif sur cette question.

Donc, au niveau de motivation du sens des codes, et du travail sur la négation, nous pensons qu'effectivement cette variable a joué un rôle très important, dans la première situation, le Jeu du Voyage.

La représentation des réponses individuelles comme une information objective, (donc, dépersonnalisée) il s'agit des données dans un tableau,

9. Pas dans toutes les classes observées, mais à plusieurs.

et le travail systématique mené sur ces données, a gardé le sens du caractère affirmatif et négatif des réponses mais avec un détachement progressif du subjectivisme initial. (nous y reviendrons dans l'analyse du fonctionnement de l'égo-centrisme enfantin dans la situation).

La prise en compte dans les deux classes des réponses affirmatives et négatives a été une nécessité constante, pendant toute le travail, aussi bien dans le jeu du voyage (que nous venons d'expliquer), parce que les réponses négatives "existaient" concrètement, que dans la Classification des plantes, puisque l'absence de critère a été représentée par le "non-critère", à partir des premières agrégations et classifications données aux enfants.

La présence d'un nombre inférieur de réponses négatives (ou absence de critères), a privilégié la recherche de la classe négative, ou des "non" (les 0), comme stratégie plus "économique" à différents moments des situations: l'analyse des données du tableau (remarques sur la négation), la recherche du cardinal d'une classe (soustraction du cardinal de la classe négative -petit nombre-, au cardinal de l'ensemble total), l'élimination de certains critères pour l'agrégation des données, etc.

La représentation sous forme d'arbre a contribué aussi notablement à renforcer cette prise en compte: chaque critère "c" deux branches, la branche "c" et la branche "non-c", avec les éléments correspondants dans chaque classe.

Le résultat: les élèves ont réussi majoritairement la séance d'interprétation d'un arbre, en ayant le même traitement pour les étiquettes avec des critères négatifs qu'avec les étiquettes avec des critères positifs (ou leurs combinaisons respectives).

ii) L'inclusion et l'implication

Dans l'observation du Jeu de Voyage, nous avons déjà remarqué le travail produit à propos de l'implication sémantique de certains des critères choisis, qui devrait avoir la forme d'une table de vérité correspondant à une implication logique mais qui ne coïncidait pas avec la table des valeurs contingentes données par les enfants; ce qui montre que cette nécessité logique dérivée de l'implication, n'est pas présente chez tous les enfants de la classe.

Dans les situations botaniques, cette nécessité a été invoquée à plusieurs reprises, principalement en CM2B pour les critères "fruits rouges" et "fruits", qui expriment une inclusion entre les ensembles des éléments ayant cette caractéristique, surtout dans leur aspect négatif: "une plante, si elle n'a pas des fruits, elle n'a pas des fruits rouges".

La présence de la coïncidence de deux critères une fois (ou plusieurs) sur une plante a provoqué chez certains élèves le questionnement sur la possibilité de généralisation de cette coïncidence, sous forme d'implication: "toutes les feuilles composées sont accrochées directement à la tige?", ou "toutes les plantes qui ont des bourgeons ont des fruits?".

iii) Les prédicats amalgamés

Nous avons observé que, effectivement les prédicats chez les enfants peuvent être souvent identifiés aux prédicats amalgamés décrits dans la représentation de WERMUS: dans le Jeu de Voyage nous avons remarqué le fonctionnement de plusieurs propositions moléculaires -des conjonctions en logique formelle-, comme un prédicat amalgamé: celui-ci n'implique pas chacune de ces composantes contextuelles en tant que propositions atomiques, au contraire de la logique formelle.

Dans la classification des feuilles, la reconnaissance des critères botaniques, principalement les critères sur la forme des feuilles, même s'ils ont été les premiers à être proposés, ont eu un nombre assez élevé d'erreurs, en particulier "feuilles allongées", "feuilles ovales", etc: la composante contextuelle taille, et proportion (rapports entre les différentes "mesures"), ont déterminé la plupart des réponses des enfants.

Nous voudrions signaler aussi quelques identifications (explicites ou implicites) observées dans la Classifications des plantes:

- l'identification fruit-comestible et fleur-décoration-cadeau: (donc, comestible et décoration, cadeau, sont des composantes contextuelles de fruit et fleur respectivement)
- les associations: pétales/fleur, pas-pétales/fruit, ou fleur/feuilles, fruit/branches
- identifications que nous avons appelées "métaphoriques": dents/piquants, arêtes/épines, trajectoires/nervures

Les aspects identifiés, peuvent être considérés comme des composantes contextuelles des respectifs concepts botaniques de référence, forme de dent pour les piquants, etc...

- feuille: prédicat amalgamé dont nous avons relevé certaines des composantes contextuelles en jeu
- Feuille= ("plate", "accrochée (à la branche?, à la tige?...)", "entière" (non-composée, ni "trouée"), la taille "moyenne" (pas trop grande, ni trop petite), etc.)

L'identification réduction, établie entre fruit et comestible s'est révélée très persistante, dans toutes les classes sur toutes les années, mais aussi très résistante chez les élèves: même s'ils "savent" que c'est un produit de la plante qui sert à la reproduction, la composante contextuelle fruit est

socialement si forte, que l'enfant n'arrive pas à la décanter du prédicat fruit. Ceci a pu être observé très nettement aussi, dans l'observation de CE2, dans le travail spontané des élèves sur la classification des critères.

iv) Certaines caractéristiques de la pensée enfantine

L'égoцентризм

Nous pouvons affirmer que la situation du Jeu du Voyage a provoqué sur l'égoцентризм de l'enfant toute une évolution, qui a pu être constatée pendant toute l'observation:

- questions individuelles: ses questions (avec sa propre formulation de ses goûts)
- questions collectives, première modification du choix subjectif: ces questions doivent être comprises et acceptées majoritairement
- les réponses individuelles: l'expression de ses goûts, de ce qu'il aime
- le tableau des données: chaque réponse individuelle, une colonne parmi l'ensemble
- le travail sur le tableau: la reconnaissance d'autres réponses, les comparaisons, évaluation subjective puis objective de l'information traitée
- possibilité d'inscription individuelle aux voyages: l'agrégation des critères choisis limite les désirs personnels (individuels), "contraintes" des réponses données (qui deviennent incontournables, indépendantes de la volonté de l'élève qui les a faites, donc "objectives")
- la recherche de solutions aux problèmes communs, (un voyage pour les enfants qui n'ont pas pu s'inscrire dans les voyages proposés, le voyage le plus nombreux possible...): traitement et analyse de toute l'information, de toutes les données, de manière tout à fait objective, sans différentiation possible entre les données.

Les liaisons logiques et les justifications

La nécessité sociale de la justification des assertions, des jugements ou des stratégies de recherche, faits publiquement par les élèves, a été présente pendant toutes les situations et elle a été gérée par le maître, mais partagée avec les élèves: cette nécessité a produit des justifications précises (vérifications, généralisations, apports des "preuves" (un cardinal, par exemple) et de leur interprétation), ou le rejet des formulations vagues, d'assertions non-justifiées, de "preuves" non-convaincantes, etc.. Elle a joué aussi un rôle très important dans le processus de la socialisation, solidairement à la diminution de l'égoцентризм, de la pensée logique de l'enfant: l'explicitation correcte de la propre pensée et la prise en compte des raisonnements des autres.

Le réalisme enfantin

Le travail global de traitement de l'information, les présentations diverses offertes à cette information (tableau, arbre, classifications diverses, etc), a fait établir à l'enfant quantité de relations, de comparaisons, la prise en compte simultanée des données, la nécessité de relativiser ses jugements partiels (par rapport à l'ensemble), etc.; nous avons vu travailler sa capacité de relation, chercher des stratégies de recherche dans le tableau plus performantes, généraliser ses observations concrètes.

Nous considérons que ce type de travail a la possibilité de faire évoluer le réalisme chez l'enfant, la mesure de cette évolution possible reste à faire, ainsi que pour les autres caractéristiques de la pensée: nous avons trouvé des indices, ou nous avons interprété le travail fait, mais quelle est l'influence réelle de cette évolution aperçue?.

6.1.2.2 L'évaluation des enseignants

6.1.2.2.1 Le sens

La compréhension de la situation, de la part des enfants, le sens qu'ils ont donné aux classifications botaniques, a été signalé par les maîtres comme un des effets le plus "surprenants" (pour eux) des situations.

Les maîtres ont reconnu que chaque fois qu'ils avaient abordé précédemment ce sujet, celui-ci manquait de sens pour les enfants:

- c'était étudier une classification déjà faite: la possibilité d'avoir différents types des classifications n'était donc pas envisagée.

- la pertinence des critères ne pouvait pas être justifiée en fonction de l'objectif de la classification, non plus: les enfants ne savaient pas ce qu'était une classification avec des classes définies à partir des critères et de leurs négations.

Nous pouvons interpréter cette évaluation des maîtres, à l'aide de l'observation faite des leçons: classer avait pour les enfants une signification différente de celle que les maîtres voulaient enseigner.

L'absence de travail préalable sur les critères, leur agrégation et leur pertinence en fonction de la classification cherchée, laisse les enfants au stade initial de leur connaissance sur la classification: classification par rapport à un seul critère (l'unique travail de classification qui a été fait précédemment au niveau scolaire), prise en compte seulement de critères positifs, liés à la perception: "taille", "couleur", "forme", "toucher", etc., comme nous l'avons observé pendant les premières séances de la classification botanique.¹⁰

10. Il faut lire cette expression dans leur contexte, le maître voulait exprimer les différents sens du mot "classer" signalés.

6.1.2.2.2. Les connaissances en jeu et

l'institutionnalisation

L'importance de prendre les classifications botaniques existantes, a été globalement évaluée positivement par les maîtres: une des maîtresses a désigné comme "hyper-important" le fait d'avoir présenté publiquement aux enfants des classifications déjà existantes dans le domaine scientifique, de voir qu'il en a plusieurs et que les enfants avec le travail qu'ils avaient fait, pouvaient y avoir accès et pourraient le comprendre: que ce qu'on fait à l'école a un rapport avec l'extérieur, que ces classifications sont publiques et appartiennent à un domaine scientifique.

Par contre, l'institutionnalisation faite de la classification de VON LINNE et les différents emboîtements (famille, genre, espèce, règne, etc.) a été jugé insuffisante par les deux maîtresses qui ont fait cette leçon, elles avaient l'impression qu'elle avait été bien comprise par les élèves, mais qu'elle avait été faite très rapidement par le maître, et qu'il y a eu un manque d'investissement de la part des élèves.

La maîtrise de l'arbre de classification a été évaluée à 75%, par les enseignants, ce qu'ils considèrent comme un pourcentage normal d'apprentissage: c'est ce que les maîtres appellent une connaissance acquise.

Les maîtres ont signalé aussi comme aspects maîtrisés par les enfants à partir des situations: "l'utilisation d'un tableau, à la fois décoder un renseignement sur un tableau ou bien, fabriquer un tableau pour montrer à quelqu'un toutes les données dont on dispose".

Le vocabulaire botanique sur les plantes, les fleurs, et les fruits, a été aussi cité par les maîtres, comme des connaissances apprises.

Comme méthodes générales que les enfants ont mobilisées, les maîtres ont signalé:

- l'arbre comme démarche classificatoire,
- le fonctionnement de la classification comme méthode de travail: comment la fabriquer, comment l'utiliser, à quoi ça sert, comment la faire varier (elle est variable et non immuable), etc.
- le tableau comme outil qui puisse être utilisé "dans plein d'occasions différentes"

6.1.2.2.3 Le travail logique

Le jeu que nous avons décrit sur le jeu subjectivité/objectivité des raisonnements des élèves, observé dans nos situations, a été exprimé ainsi par un des maîtres:

D.G.- "Je dirais, l'affinement du raisonnement, de se poser les questions et puis de voir qu'on peut interpréter par rapport à sa propre expérience. On peut interpréter par rapport à nos goûts, avec ce que nous voulons, avec ce que nous avons vu et puis, par rapport à quelque chose qui est tout à fait froid, extérieur, objectif. Je crois qu'ils ont très bien vu l'objectivité et la subjectivité et qu'il n'y avait pas de critère de valeur là-dessus. C'est important."

Sur la question de la co-existence des raisonnements scientifiques et des raisonnements spontanés, naturels, dans les situations, un maître a signalé l'importance de découvrir que le raisonnement scientifique pouvait être basé sur leurs propres raisonnements:

D.G.-:"Je trouve que ce qui est important c'est qu'ils se sont aperçu que le raisonnement

scientifique avait quand même pour base, malgré tout, le raisonnement spontané...c'est-à-dire qu'il y a ...ce qui provient d'eux, le raisonnement spontané etc. Ce n'est pas complètement sorti du monde réel, pas complètement stupide, qu'ils participaient aussi et qu'à partir de ça ils pouvaient ensuite faire des vérifications, des hypothèses, des propositions et des contre-propositions et que le raisonnement se construisait comme ça et qu'il pouvait y avoir des chemins différents qui aboutissaient à des raisonnements scientifiques différents; qu'on pouvait alors comparer en prenant des distances, ce n'était plus un raisonnement personnel ou le discuter sans que soit impliquée la personne. Ça je crois que c'est très important."

Dans cette évaluation, le jeu objectivité/subjectivité, est aussi la base de la différenciation faite par le maître, entre les deux types de raisonnements, le scientifique et le naturel, le spontané.

Les sensations par rapport au travail logique "concret" des enfants, pendant les situations, sont plus diffuses, moins "identifiables" dans le discours des maîtres: ils ont eu l'impression que les enfants ont appris "plein de choses", "tellement que c'est difficile de préciser", à l'exception de ce qu'ils avaient déjà remarqué au niveau général sur le type de raisonnement en fonctionnement.

Un autre maître, a signalé ses impressions avec les commentaires suivants:

M.J.- "Au niveau du raisonnement logique, on sent qu'il y a eu quelque chose de fait. Il aurait fallu noter.

On a une impression d'ensemble comme ça. Est-ce parce qu'on y a travaillé qu'on suppose forcément que ça a eu un impact?'

6.2 SUR LE CONTRAT DIDACTIQUE ET LA DEVOLUTION

6.2.1 L'OBSERVATION

Dans le Chapitre 4, dans l'analyse de l'observation du Jeu du Voyage, nous avons présenté le détail du travail du maître dans chaque séance de la situation: quelles ont été sa gestion et l'utilisation du tableau dans les différents moments de la dévolution de cet outil aux enfants.

Nous n'avons pas refait une analyse aussi détaillée pour la situation de Classification des plantes, dans les PHASES semblables à celles du Jeu du Voyage: la recherche individuelle et collective des critères, l'élaboration du tableau, la première interprétation du tableau des données, les agrégats de plusieurs critères, etc. étant donné le parallèle existant entre les deux types de situations travaillées; mais nous avons montré aussi en détail la gestion du maître dans le travail spécifique d'analyse et comparaison des classifications botaniques -qui est absent dans le Jeu du Voyage-, dans le Chapitre 5.

Ces observations, nous ont permis de montrer quel a été le fonctionnement de l'outil proposé (l'analyse typologique), par le maître et par les élèves: le tableau, les données, sont la référence objective que tous sont obligés d'accepter; elle est indépendante de la volonté des uns ou des autres, elle est "là" immuable, mais interprétable; et c'est cette interprétation et les débats que celle-ci génère - toujours avec les données comme référence de différents types de preuves- l'instrument de l'évolution de ces preuves -le passage des preuves pragmatiques aux

preuves intellectuelles¹¹- ou de l'acceptation de la coexistence de ces différents types des preuves; notamment

- dans le passage de la constatation d'un fait contingent (le nombre de 0 ou de 1, les coïncidences ou les différences, etc) à la quantification (généralisation ou particularisation) d'un prédicat, ou au contraire le recours à la contingence pour "prouver", justifier une quantification faite

- dans les stratégies d'agrégation des critères: de vérification ou de recherche des agrégats

- dans le travail avec les classifications: identification des classes élaboration des arbres, comparaison des classifications.

Dans le paragraphe suivant, nous allons montrer comment les maîtres ont vécu ce changement de contrat, d'une manière générale sur l'ensemble de l'expérimentation.

6.2.2 L'EVALUATION DES ENSEIGNANTS

5.2.2.1 Exemples du changement du contrat didactique, sur le raisonnement naturel des enfants.

Exemple-1: Quand un des maîtres a parlé des raisonnements sous-jacents au travail de classification fait, à propos d'une retombée observée chez les élèves, il a résumé la formulation employée par les enfants.

D.G.-"Ils ont dit: "c'est comme quand on a fait le jeu, on pourrait choisir des critères; il y aurait un côté qui serait tout vide et un côté qu'on pourrait raffiner de plus en plus", et le maître a ajouté "en cherchant les choses qui étaient communes, les choses qui étaient différentes. Ça je trouve que sur le plan du raisonnement ça permet de sauver toutes les situations".

11. (BALACHEFF N., 1988)

Cette déclaration de la part d'un des maîtres de l'expérimentation, transmet la sensation du maître, d'avoir une démarche méthodologique, qui lui permettra d'aborder n'importe quelle situation par rapport aux raisonnements. C'est un exemple du fonctionnement de l'outil que nous voulions offrir au maître, avec l'analyse classificatoire (typologique) dans nos situations.

Exemple-2: La façon avec laquelle, l'autre maître de l'expérimentation résume ce que les enfants ont appris pendant la séance, nous fournit le deuxième exemple de ce que nous considérons un changement de contrat:

P.O.- Qu'est-ce tu penses que les enfants ont appris?

M.J.- En général?

P.O.- Oui. En général et concrètement.

M.J.-"La méthodologie. Ils commencent à acquérir une manière de raisonner grâce au travail sur les tableaux; ça ressort dans certaines activités en classe, ils font référence aux classifications."

Exemple-3: Une caractéristique de ces situations très appréciée par les maîtres c'est leur interdisciplinarité: l'éducation civique, les mathématiques et la botanique, avec la même méthode de travail, mais avec un fonctionnement divers. Ils ont ajouté qu'ils trouvaient encore beaucoup d'autres domaines auxquels ils pourraient (et ils voudraient) les appliquer, les utiliser, notamment en grammaire.

5.2.2.2 Réinvestissements postérieurs dans d'autres situations

Les maîtres ont signalé que les enfants avaient établi souvent des comparaisons avec le Jeu du Voyage ou des plantes, au moment où le maître leur présente un

classement quelconque, avec les caractéristiques de chaque groupement: les enfants reconnaissent la méthode (classification) ils ne font pas référence explicite à la classification, mais "au tableau", "à l'arbre", ou à l'ensemble de la situation, aussi bien pour le Voyage que pour les plantes, ou même pour les SCTROUMPHS".

Les maîtres déclarent avoir utilisé, aussi bien l'arbre, que les tableaux (de leur propre initiative, ou de celle des enfants):

- en Grammaire, pour les différents types de classifications travaillées

- en Mathématiques, pour classer les figures géométriques (l'arbre), les solides et les figures planes (avec le tableau), dans les décimaux et la proportionnalité (l'utilisation du tableau)

- en éducation civique, pour faire un sondage et présenter les données, les renseignements obtenus

D'une manière générale les maîtres, ont le sentiment que quand apparaît en classe une situation, "où il y a différents groupes, et à l'intérieur de chaque groupe il y a des différences à signaler, ou différents sous-groupes, etc...", que les enfants l'identifient à la classification des plantes, et à l'arbre comme représentation. Et quand il s'agit d'étudier une information, de présenter des résultats et de les analyser, d'exprimer de relations entre les éléments, c'est le tableau qui est demandé ou évoqué.

6.2.2.3 La faisabilité des situations

6.2.2.3.1 L'ingénierie

L'ingénierie proposée pour l'ensemble des leçons a été acceptée comme réalisable et très adaptée aux situations prévues (avec une exception: la 1ère séance du Jeu du Voyage):

P.O.- Au niveau de l'ingénierie, toi comme maître, as-tu senti que c'était bien préparé ou qu'il manquait des choses?

"D.G.- Non, à part la première consigne du Jeu du Voyage. C'est pour ça qu'il faudra réfléchir..."

Mais tout le reste, j'ai trouvé que c'était bien. La preuve c'est que ça a roulé tout seul. C'est signe que c'est bien réfléchi; ça correspond exactement à la situation, parce qu'en fait, il suffit de relancer, de toucher à droite, à gauche, et hop!, ça tourne seul."

- la distribution du temps à travailler dans chaque matière: mathématiques, éducation civique et biologie (avec la remarque sur l'importance de l'interdisciplinarité)

- le rapport connaissances visées/temps: "tout à fait proportionnel"

- les séances concrètes, leur nombre et leur conception: "pas de remarques précises, je trouve que c'est bien parce qu'il n'y en a pas trop mais suffisamment pour que ça touche".

Une séance a présenté des difficultés aux maîtres: dans la première séance du jeu du Voyage, "rentrer dans la situation" à partir de la consigne pour l'élaboration de l'enquête.

"P.O.- Comment as-tu vécu les situations? Quel est ton point de vue sur le fonctionnement de la classe?"

D.G.- La seule difficulté du début c'est dans le Jeu du Voyage, c'est de passer de la position, pour les élèves, de fabriquer un questionnaire, tout en étant dans la position de celui qui y répond. Là c'est difficile, un peu ambigu, et je crois que ça produit un questionnaire qui ne serait pas tout à fait le même que s'ils se mettaient dans une seule position. Mais ça me semble difficile de faire autrement parce qu'après, quand ils analysent le questionnaire, ça a de l'avantage sur le raisonnement."

P.O.- Parce qu'ils trouvent d'autres choses.

D.G.- Parce qu'ils trouvent d'autres choses que s'ils avaient fait un questionnaire en dehors, ou que si c'était quelqu'un d'autre qui avait fait le

questionnaire et qu'ils n'aient que répondu ou l'inverse".

Dans les autres expérimentations (d'autres maîtres et d'autres élèves, différentes années), même difficulté, bien qu'elle soit très vite surmontée dans l'ensemble des situations, c'est quand même une difficulté.

Il faut ajouter, comme renseignement sur la faisabilité des situations, que trois ans après la dernière expérimentation faite, les maîtres de CM2 de l'école J.MICHELET continuent à utiliser cette ingénierie (le Jeu du Voyage et la Classification des plantes) telle qu'elle a été expérimentée la deuxième année (88/89): ces situations ont été incorporées au programme scolaire habituel de CM2¹².

Le Jeu du voyage a été évoqué individuellement par les maîtres¹³, comme une possibilité de prendre en compte pour aborder au niveau collectif des problèmes de rapports sociaux entre les élèves, mais la méconnaissance générale des situations -seulement expérimentées une année- par le reste des maîtres et l'état de l'ingénierie (moins complète que dans les autres situations) ont empêché de nouvelles utilisations de ces situations.

6.2.2.3.2 La dévolution

La difficulté que les maîtres ont remarquée dans la première situation, avec la consigne et le début du Jeu du Voyage, est une difficulté liée à la dévolution

12. Voir les Bilans annuels de l'école J.MICHELET.

13. Dans des conversations privées avec les enseignants de CM2 qui avaient expérimenté le Jeu du Voyage et la Classific. des plantes, ont manifesté leur intérêt par le Jeu de Coalition, qu'ils n'avaient pas expérimenté, mais qu'ils voudrait bien faire fonctionner dans le domaine de l'éducation civique, pour son parallèle avec les autres situations.

initiale de la situation: les élèves acceptent le jeu, même s'ils ne savaient pas très bien quel était le jeu.

Cette méconnaissance peut fausser le reste de la situation basée sur les questions posées, et pour certains enfants amène un blocage, en fonction des questions (ou de l'absence de questions qu'ils auraient pu proposer) et des réponses données dont ils ne connaissent pas le but.

Cette consigne initiale a été une vraie difficulté de gestion pour les maîtres. C'est un problème d'ingénierie qu'il reste à résoudre.

Dans la première séance de la Classification des plantes, les maîtres ont signalé aussi une difficulté de gestion, de nature différente de celle que nous venons de présenter, mais en rapport avec le caractère de ces deux premières séances: c'est la difficulté liée à la gestion de la formulation des enfants, dans la recherche de critères de classification:

"P.O.- Je crois qu c'est aussi le type de difficulté¹⁴ que tu m'avais indiquée pour les plantes.

D.G.- Oui pareil. C'est intéressant parce que ça montre bien que la formulation de la question répond à un souci particulier, en fait qu'on attend certaines réponses et qu'elle peut être comprise autrement, donc qu'il y a une nécessité de préciser la formulation, en fait de préciser ce qu'on veut poser exactement comme question."

Ici c'est une difficulté de gestion qui est pointée, même si l'ingénierie est bien adaptée et si les maîtres reconnaissent l'intérêt de la séance, donc c'est une difficulté considérée comme "nécessaire" pour le déroulement des situations:

14. La recherche des critères sous forme de question qu'ils doivent aussi répondre: donc poser une question qu'il va falloir répondre.

"P.O.- Alors, tu penses qu'on pourrait demander aux enfants autrement? ou tu penses que c'est une difficulté de la leçon?

D.G.- Je pense que c'est une difficulté de la leçon elle même, mais ça me semble intéressant.

Pour le maître c'est une difficulté de gérer ça, mais ça me semble produire des effets intéressants.

Pour le maître, c'est un moment délicat parce qu'il y a une espèce de flottement qui se passe dans le temps, où chacun retrouve un peu ses marques."

Un autre maître signale aussi les mêmes difficultés de gestion, mais aussi l'intérêt:

M.J.- Oui, c'est là où il y a eu des problèmes de "rythme" pendant la première séance. Et c'est vrai que j'ai remarqué... justifié...¹⁵ Mais ce que je veux dire en tout cas c'est que sur l'ensemble des séances, c'étaient les plus lourdes à mener - je pense à celle des plantes quand on regardait le matériel, quand on a apporté les livres de documentation supplémentaire-, c'était un peu difficile à gérer parce que c'est la gestion de ce type de leçon qui...

Mais, ce que j'ai vécu c'était quelque chose de très intéressant et je pense que les élèves aussi ont été très motivés par ce genre de leçon."

15. M.J. fait référence au jour de l'observation, où les observateurs lui ont "reproché" un rythme excessivement lent, et que les enfants pourraient avoir perdu leur temps, mais M.J. avait répondu qu'elle avait l'impression que les enfants travaillaient bien, qu'ils ne perdaient pas son temps, et qu'elle avait décidé de continuer un peu plus de temps dans cette PHASE.

CONCLUSIONS

L'ordre de présentation de nos conclusions va être semblable à celui que nous avons proposé dans l'introduction comme méthode de travail de l'ensemble de notre recherche:

1.- Présentation et analyse des conclusions de la PARTIE-I: conclusions sur le statut du Raisonnement dans la relation didactique.

2.- Présentation et analyse des conclusions de la PARTIE-II: conclusions sur la proposition d'ingénierie.

3.- Révision des conclusions de la PARTIE-I, à partir des conclusions de la PARTIE-II et limites de notre recherche: les problèmes qui restent ouverts.

C1. CONCLUSIONS SUR LE STATUT DU RAISONNEMENT DANS LA RELATION DIDACTIQUE

C1. Le modèle théorique de représentation des différents niveaux de structuration du milieu (BROUSSEAU, 1987), nous a permis de distinguer et de préciser les divers fonctionnements du Raisonnement dans la relation didactique:

i) La différenciation entre les niveaux "a-didactique", "didactique", et "méta-didactique".

Elle se complète avec les différenciations suivantes (BROUSSEAU, 1972-1989):

ii) Dans les situations a-didactiques, avec la reconnaissance des différents types de situations: d'action, de formulation, de validation

iii) Et avec les différentes instances de contrôle que chaque individu possède sur la situation elle-même.

Nous allons présenter deux tableaux qui résument les différents fonctionnements du raisonnement que toutes ces précisions nous ont permis d'établir dans la

première partie. Ceux-ci ne prétendent pas être exhaustifs mais contribuer à offrir une vision d'ensemble des différenciations signalées dans les différents chapitres.

Niveaux Sujet/R	'A-DIDACTIQUE	DIDACTIQUE	META-DIDACTIQUE
ELEVE (R _E)	R. PERSONNEL -c.privées -c.publiques -savoirs P.N.- R.S. OBSTACLES	R. FORMULATION R. VALIDATION du R.personnel -c.publiques (hist. classe) -savoirs	REFLEXION sur -erreurs -c.privées -c.publiques -savoirs
ENSEIGNANT (R _E)	PERSONNALISA. CONTEXTUALIS. des savoirs -précisions consigne	R. LOG-MATHEMAT -re-décontext. -institution. du R.personnel	LOGIQUE DE L'APPRENTISS. -c.ancienne/ c.nouvelle -Dialectique outil/objet -obstacles MEMOIRE S.D.
GROUPE CLASSE (R _C)	-----	R. FORMULATION R. VALIDATION -sit.de débat -dépersonnalis. -c.publiques L'ARGUMENTATION	REFLEXION -erreurs -c.publiques -c.officiel. (hist/mémoire classe)

-Tableau 1-

Différents fonctionnements du Raisonnement en fonction des sujets et des divers niveaux de la relation didactique.

Les différentes instances de contrôle que le sujet possède dans une situation varient en fonction des divers types des situations a-didactiques.

C'est-à-dire si, dans le tableau 1 (la case correspondant au fonctionnement du raisonnement de l'élève dans le niveau a-didactique encadrée en double ligne), on considère les différentes instances de contrôle des divers types que cette situation a-didactique peut présenter, de nouveaux fonctionnements peuvent être considérés. Ils sont exprimés dans le Tableau 2.

INSTANCES CONTROLE	SITUATIONS A-DIDACTIQUES		
	ACTION	FORMULATION	VALIDATION
SITUATION	R-ACTION -savoir context. personn.	R-FORMULATION -savoir context. personn.	R-VALIDATION -savoir context. personn.
SAVOIR	Théorème en acte M.implicit.	Symbolisation et Langage Mathématiques	Démonstration Mathématique R.Logiques
C.PUBLIQUES	Modes d'action habituel	Langage fonctionnel "accepté"	Preuves "permises" P.intellect.
C.PRIVEES	P.N.-R.S.	Langage de la familiarité	R.Spontanés P.pragmatiq.
DECISION	Alternative	Choix du -message -décodific.	Choix type de preuve Conflit cogn. Ruptures

-Tableau 2-

Divers fonctionnements du Raisonnement dans chacune des instances de contrôle mobilisées selon les différents types de situations a-didactiques.

Nous avons considéré ces deux tableaux comme le résumé du travail d'identification de toute la première

partie: ils nous permettent de montrer les divers statuts que le Raisonnement peut présenter dans la relation didactique et de repérer les divers axes qui changent ce fonctionnement:

- les instances de contrôle d'une situation que le sujet "agissant" maîtrise

- les types de situations a-didactiques auxquelles il peut être confronté en tant qu'"apprenant": action, formulation, validation

- et les niveaux de traitement de ces situations, dans le système didactique: a-didactique, didactique ou méta-didactique.

Cl₂. L'observation et l'analyse des leçons de CE2 que nous avons présentées, constituent:

- * un exemple -que nous considérons comme très représentatif- de ces difficultés de gestion de la pensée naturelle des enfants en situation scolaire.

Cette leçon peut être considérée comme une leçon très habituelle, dans une pédagogie dite active, où les élèves doivent découvrir, à partir de l'action, de la manipulation ou de l'observation des objets "adéquats", les concepts visés. Certains livres de classe peuvent nous permettre cette affirmation: ils classent les activités demandées aux élèves sous ce type de rubriques "observe et découvre".

On pourrait nous objecter que les objets n'étaient pas "adéquats": cette objection pourrait être réfutée avec une question: combien de maîtres n'ont pas essayé de faire classer aux enfants des plantes ramassées par eux-mêmes, ou bien combien de maîtres n'ont pas essayé d'autres activités semblables?

* la confirmation du caractère paradoxal de ces difficultés de la gestion de la P.N. des élèves: le paradoxe de la dévolution des situations

La maîtresse sollicite des élèves la production personnelle des classifications -en attendant des classifications "prochaines" du domaine de la botanique- et elle ne peut ni recevoir ni corriger la plupart des classifications "erronées" (du point de vue mathématique de classification) que les enfants ont produites:

- elle ne peut pas les recevoir avec leurs "erreurs", parce qu'elles ne sont pas "correctes" en tant que classifications

- elle ne peut pas non plus corriger les erreurs parce que le concept mathématique de "classification" ne fait pas partie des connaissances anciennes des élèves. Il n'est pas non plus l'objectif visé; mais une "correction" des erreurs -si elle était possible- ne produirait pas non plus la compréhension des erreurs (comme nous avons pu l'observer avec les précisions données par la maîtresse pendant les leçons).

* un constat de la pertinence du modèle de la représentation de la P.N. (de WERMUS), dans notre recherche:

- pour identifier et représenter les raisonnements et les argumentations des enfants que nous n'aurions pas pu décrire autrement: le concept "fruit" en tant que prédicat amalgamé, la difficulté de la reconnaissance de la négation d'un critère comme un nouveau critère, certains types d'argumentations naturelles, l'attribution de la validité, etc.

- mais aussi pour expliquer le travail du maître où nous avons rencontré la coexistence de ces types

d'argumentations naturelles avec d'autres raisonnements dont les domaines de référence sont logiques, scientifiques, etc.

* un constat sur la nécessité d'une ingénierie didactique qui puisse permettre un changement du contrat par rapport à la P.N. des élèves.

L'entretien avec la maîtresse, ses réflexions à haute voix nous ont permis de constater qu'elle n'avait pas les moyens de recevoir les raisonnements des enfants malgré sa volonté explicite de vouloir le faire: elle se sentait démunie et impuissante devant la situation qu'elle-même avait provoquée.

C1. Le questionnaire SCHTROUMPHS s'est révélé comme un instrument adéquat d'approche des raisonnements naturels des enfants comme:

1.-instrument d'évaluation individuelle de leurs capacités prélogiques privées: attribution de critères, du niveau de construction des pré-foncteurs, utilisation des quantificateurs, analyse de la validité (aussi bien dans la pré-expérimentation que dans l'expérimentation)

2.-instrument d'analyse du fonctionnement public de ces capacités -chez les élèves- dans une situation didactique de débat (dans la correction collective du questionnaire)

3.-instrument d'analyse de la gestion que l'enseignant fait de ces connaissances personnelles des élèves quand ils les expriment publiquement (dans la correction collective du questionnaire).

C1. Le questionnaire SCHTROUMPHS: une possibilité d'accès à l'enseignement de la logique.

La correction collective du questionnaire a montré qu'il peut servir comme une situation fondamentale de débat pour un travail spécifique de la logique des élèves.

Quelques exemples observés:

- le débat sur l'élaboration -implicite- de la table de vérité du foncteur conditionnel, à partir du pré-foncteur

- le fonctionnement des préjugés comme des prédicats amalgamés: la SCHTROUMPETTE n'aime pas (forcément!) la même chose qu'un autre SCHTROUMPH, ou les couples -dans le sens mathématique- doivent faire le même choix (mêmes coïncidences dans leurs goûts positifs et négatifs)

- le débat sur l'identité des réponses, en différenciant le sens des coïncidences positives et celui des négatives

- la demande aux enfants d'une proposition personnelle -pour aider le Grand SCHTROUMPH- à programmer des films (ceux que les SCHTROUMPHS préféreraient) et le débat sur la dépersonnalisation de la proposition, en fonction des données objectives.

Tous ces exemples montrent qu'il est possible de faire débattre les enfants sur leurs raisonnements personnels, en ayant la contingence comme référentiel - le tableau des données- qui permet d'"objectiver" les débats et de les dé-subjectiviser, et même de pouvoir utiliser la logique formelle comme référence implicite (les tables de vérité) sans pour autant faire un enseignement explicite de la logique formelle.

C1. Le questionnaire SCHTROUMPH: un instrument possible comme moyen de communication avec les maîtres.

Nous avons vérifié qu'effectivement le questionnaire SCHTROUMPH offre la possibilité de communiquer avec le maître pour connaître -d'une manière indirecte- quelles sont leurs attitudes vis-à-vis de la logique des enfants.

Les difficultés "techniques" rencontrées pendant l'expérimentation ne nous permettent pas de montrer "les résultats" de cette utilisation, seulement de signaler une possibilité qui reste ouverte et dont les indices trouvés, nous laissent espérer des résultats intéressants.

C2. CONCLUSIONS SUR LA PROPOSITION D'INGENIERIE

L'analyse détaillée du fonctionnement de l'ingénierie, de l'observation des leçons et des conclusions qu'on pouvait en tirer, ont été présentées déjà tout au long de la deuxième partie. Nous allons reprendre ici un résumé des conclusions les plus significatives.

C2.1. L'expérimentation de la famille de situations didactiques proposées nous permet de montrer la faisabilité de l'ensemble des leçons, ainsi que les divers rôles que chacune permet de jouer dans l'enseignement:

- L'ensemble "Jeu de Voyage" et "Classification des plantes" fonctionne très bien pour l'enseignement de la classification botanique: ces situations sont devenues partie intégrante du "curriculum" de CM2 de l'école J. MICHELET dès leur première pré-expérimentation (85/86) et le demeurent jusqu'à présent.

- La variante de l'utilisation de l'ordinateur, pour obtenir des classifications hiérarchiques des données, permet l'introduction dans l'enseignement de

l'ordinateur comme un outil de travail: comme un instrument très puissant de traitement de l'information, comme une aide à la prise de décision; c'est-à-dire l'enseignement d'une des fonctions spécifiques de l'ordinateur.

- L'ensemble "Jeu de voyage", "Jeu de coalition" a montré sa faisabilité au CM1. La situation du jeu de coalition précise -au niveau de l'organisation matérielle de la séance- de légères modifications des fiches didactiques.

C2₁. La difficulté de la reproductibilité des leçons a été constaté par les maîtres.

Les maîtres qui continuent à reproduire les leçons avec les enfants de CM2 trouvent des difficultés à communiquer cette reproductibilité aux autres maîtres qui n'ont pas participé à l'expérimentation des leçons. Même avec les fiches didactiques qu'ils utilisent, ils ont des difficultés à communiquer la nature de la leçon: la prise en compte de la pensée naturelle de l'enfant, que pourtant ils considèrent comme l'aspect à la fois le plus intéressant de la leçon et déterminant pour continuer les leçons.

C'est l'insuffisance de la communication -à travers les fiches didactiques- du traitement didactique des situations, du rôle du maître qui est pointé dans ces difficultés soulevées par les maîtres.

C2₁. L'ingénierie a joué le rôle phénoménotechnique assigné dans la recherche.

L'observation des leçons nous a permis d'observer le raisonnement naturel de l'enfant, son fonctionnement dans des situations d'action -au niveau privé- et de débat public de ces raisonnements: la négation, les

prédicats amalgamés, les pré-foncteurs logiques, les quantifications, les "valuations" (valorations naturelles), etc.

C2₁. L'ingénierie des situations a permis aussi le changement de statut du R.N. des enfants: elle a permis aussi un changement du contrat didactique à établir.

Nous avons observé comment le raisonnement naturel des enfants, sollicité par le maître, pouvait s'exprimer publiquement, sans qu'il soit considéré comme erroné et comment il pouvait:

- se modifier s'il était en conflit avec les données objectives de référence

- se maintenir s'il n'est pas en conflit, s'il s'agit d'une interprétation, d'une opinion personnelle, d'une valuation, etc.

Le maître n'était pas obligé de corriger les erreurs-conflits parce que le groupe-classe prenait en charge cette correction: la dynamique de la situation, le tableau des données rendait objectif le débat, toujours en laissant une place à la subjectivité.

L'ensemble des situations a permis le changement du statut des connaissances personnelles des enfants du domaine privé au public, puis des connaissances officielles aux savoirs scientifiques.

C2₁. L'évaluation des "résultats" quantitatifs des leçons, entreprise à partir des questionnaires Q-logique et Q-SCHTROUMPHS avec la méthode test/re-test, nous a permis de tester:

- des différences significatives chez les élèves de l'école expérimentale J. MICHELET, entre la 1ère et la 2ème passation du questionnaire Q-LOGIQUE, différences

qui n'étaient pas significatives chez les élèves de l'école témoin.

- la différence de réussite, qu'il y avait au départ entre les élèves des deux écoles (avec une réussite plus faible pour les élèves de l'école expérimentale, dans les deux questionnaires) - bien que non significative, donc les deux écoles étaient comparables- a disparu pratiquement pendant la deuxième passation: en conséquence nous pouvons affirmer que la réalisation des leçons expérimentales a eu des effets significatifs sur le travail logique mobilisé par le questionnaire Q-LOGIQUE.

- l'augmentation de la réussite dans la deuxième passation du questionnaire Q-SCHTROUMPHS, -plus forte et presque significative, à l'école expérimentale par rapport à l'école témoin- peut montrer un effet positif des leçons. Le manque d'institutionnalisation pourrait expliquer le fait que cette augmentation ne soit pas très forte.

C2₅. L'étude clinique des questions ouvertes du questionnaire QLOGIQUE (année 87/88) a montré des variations dans les stratégies des réponses des enfants; mais ces variations n'ont pas été testées statistiquement: des analyses qualitatives -analyse factorielle de correspondances (ANAFAC) et analyse en composantes principales (ACP) notamment-, auraient pu nous aider à mieux identifier ces différences. Ce travail reste à faire.

C2₆. Les entretiens des maîtres sont aussi une autre source qui n'a pas été épuisée: nous avons montré seulement quelques déclarations sur la nature des leçons, mais une analyse plus systématique et approfondie de leurs déclarations -y compris celles qui

portent sur les questionnaires- auraient contribué à compléter notre travail.

C3. Conclusions globales de la recherche

C3₁. Les conclusions de la deuxième partie de notre travail confirment et complètent celles que nous avons extraites de notre première partie: la présence constante des raisonnements personnels des enfants se manifeste dans toutes les productions individuelles, mais c'est dans les moments de travail collectif, dans des situations de débat que ces raisonnements peuvent présenter des difficultés aux enseignants -prise en compte ou ignorance, quelle correction donner, comment s'en servir, etc., face à la connaissance officielle visée - difficultés de gestion que les enseignants contournent constamment.

C3₂. Les éléments de modélisation de la relation didactique décrits dans la Théorie des situations (BROUSSEAU, 1986), et des différents fonctionnements des connaissances dans celle-ci (CHEVALLARD, 1989; CONNE, 1991; ROUCHIER, 1991), se sont révélés comme des modèles théoriques pertinents aussi bien dans l'identification didactique du problème que dans l'analyse de l'approche expérimentale.

L'étalement dans le temps de notre travail, commencé dans les années 85/86 a pu introduire une certaine confusion entre les termes utilisés au différents moments de notre recherche: nous avons commencé avec les termes "raisonnement naturel" et "pensée naturelle" (emprunté à WERMUS) et "raisonnement spontané" (emprunté à L. VIENNOT); mais les nouvelles précisions sur les fonctionnements des connaissances,

les différents rapports au savoir, formulées en didactique à partir de 1989, nous ont permis de reformuler certaines de nos analyses, mais pas toutes, d'où l'éventuelle confusion des termes, que nous n'avons pas été capables d'éviter.

C3. La modélisation de la pensée naturelle des enfants -de WERMUS- apparaît dans notre recherche, comme un complément indispensable de la théorie piagétienne de l'équilibration et de la genèse des structures logico-mathématiques chez l'enfant.

C3. La formulation, élément co-substantiel et inséparable du raisonnement -sans lequel il serait presque impossible d'analyser son fonctionnement- n'a pas eu dans notre travail la place qu'elle méritait.

La prise en compte des précisions et différenciations que l'aspect formulation introduit dans l'analyse du raisonnement, constitue un véritable point faible de notre recherche.

C3. La considération de la pensée naturelle comme un obstacle culturel a été abordée dans la première partie de notre travail. Mais cette analyse en termes d'obstacle n'a pas été reprise dans l'étude de nos leçons (ou très légèrement) et nous considérons maintenant, avec notre vision d'ensemble de la recherche, qu'elle aurait éclairci profondément notre sujet. C'est une voie qui reste ouverte et qui semble très intéressante et prometteuse aussi bien pour l'étude de la P.N. que pour celle des obstacles.

Cette voie pourrait rejoindre la ligne de travail suggérée par VERGNAUD, d'analyse du fonctionnement des concepts logico-mathématiques comme un champ

conceptuel: un travail où la psychologie et la didactique des mathématiques se complèteraient mutuellement.

C3. Un dernier mot sur les conjectures que nous avons présentées dans l'introduction, nous sommes consciente qu'elles ont fonctionné comme conjectures pour établir leur validité, mais aussi parfois implicitement, comme des hypothèses -dont la validité n'était pas en question- de départ dans la recherche de nouvelles thèses.

Ceci est l'état de notre recherche, nos points de départ et d'arrivée, le reste... reste ouvert.

BIBLIOGRAPHIE

ADDA, J. (1975) : Initiation au langage mathématique. (APMEP, Paris)

APOSTEL, L. (1976) : Syntaxe, sémantique et pragmatique, in "Logique et Connaissance Scientifique", Encyclopédie de la Pléiade, Vol. 22. (Gallimard, Paris)

ASTOLFI, GIORDAN, GOHAU, HOST, MARTINAND, RUMELHARD, SADOUNAISKY (1978) : Quelle éducation scientifique pour quelle société? (PUF-Collection l'Educateur, Paris)

BACHELARD, G. (1977) : La formation de l'esprit scientifique (VRIN, Paris)

BACHELARD, G. (1986) : Le rationalisme appliqué. (Quadrige-PUF, Paris)

BERTIN, J. (1974) : Sémiologie graphique. (Mouton, Gauthier-Villars, Paris)

BESSOT, A., RICHARD, F. (1979) : Commande des variables d'une situation didactique pour provoquer l'élargissement des procédures en vue d'étudier le rôle du schéma. Thèse collective de 3e. cycle, Université de Bordeaux-I (IREM de Bordeaux)

BLANCHE, R. (1970) : La logique et son histoire. (Armand Colin, Paris)

BLANCHE, R. (1973) : Le raisonnement. (P.U.F, Paris)

BOURBAKI, N. (1969) : Eléments d'histoire des mathématiques. (Hermann, Paris)

BOURDIEU, P. (1980) : Le sens pratique. (Editions de Minuit, Paris)

BROUSSEAU, G. (1969) : Mathématiques du cours préparatoire et école maternelle grande section. (Dunod, Paris)

BROUSSEAU, G. (1970a) : Processus de mathématisation, Publication de l'APMEP, Conférence mai-1970 sous le titre "Apprentissage et structures" (APMEP, Paris)

BROUSSEAU, G. (1970b) : Les 30 leçons du C.P. au C.M. (IREM de Bordeaux)

BROUSSEAU, G. (1976) : Obstacles épistémologiques et problèmes mathématiques, in Compte-rendus de la 28e. rencontre CIAEM, août 1976, Louvain-La-Neuve Belgique.

BROUSSEAU, G. et autres (1977) : Etudes sur la théorie des automates et son application à la didactique des mathématiques. (IREM de Bordeaux)

BROUSSEAU, G. (1978) : Etude locale des processus d'acquisition en situations scolaires, Communication Université de Leeds (Angleterre), le 6-07-1977, paru in Cahier de didactique n.18 (IREM de Bordeaux)

BROUSSEAU, G. (1980) : Problèmes de l'enseignement des décimaux, Recherches en didactique des Mathématiques, Vol. 1.1 (La Pensée Sauvage, Grenoble)

BROUSSEAU, G. (1981) : Problèmes de didactique des décimaux, Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol. 2.1. (La Pensée Sauvage, Grenoble)

BROUSSEAU, G. (1983a) : Etude de questions d'enseignement; un exemple: la géométrie. Compte rendu du Séminaire de didactique des mathématiques de l'IMAG n.45. (Grenoble)

BROUSSEAU, G. (1983b) : Les obstacles épistémologiques et les problèmes en didactique en mathématiques. Recherches en Didactique des Mathématiques 1983 Vol.4.2

BROUSSEAU, G. (1986) : Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. Thèse d'Etat, Université de Bordeaux-I (IREM de Bordeaux)

BROUSSEAU, G. (1987) : Représentations et didactique du sens de la division. Colloque GRECO, Paris, pp.31-47.

BROUSSEAU, G. et CENTENO, J. (1988) : Nécessité de l'analyse de la mémoire du système didactique et de son fonctionnement pour résoudre les problèmes didactiques interniveaux scolaires. Actes d'ICMEVI, Budapest.

BROUSSEAU, G. (1990) : Le contrat didactique: Le milieu. Recherches en Didactique des Mathématiques. Vol. 9/3, 308-336. (La Pensée Sauvage, Grenoble)

BUYSENS, E. (1973) : Le langage et la Logique, le Langage et la Pensée, in "Le Langage", Encyclopedie de la Pléiade, Vol. 25.

CELLERIER, G., PAPERT, S., VOYAT, G. (1968) : Cybernétique et épistémologie. (PUF, Paris)

CHEVALLARD, Y. (1979a) : Sur les difficultés "protomathématiques", contribution au colloque "Apports de l'histoire des mathématiques à l'enseignement et à la formation des enseignants" (Puyricard, 18-19 mai 1979). (IREM d'Aix-Marseille)

CHEVALLARD, Y. (1979b) : Statut et fonctions de la notion de paramètre. (IREM d'Aix-Marseille)

CHEVALLARD, Y. (1980): Mathématiques, langage, enseignement: la réforme des années soixante. Recherches, 41, pp. 71-99.

CHEVALLARD, Y. et JOHNSON, M.A. (1982) : Un exemple d'analyse de la transposition didactique - La notion de distance, Recherches en Didactique des Mathématiques, 3.2., pp. 157-239.

CHEVALLARD, Y. et MERCIER, A. (1984) : Le temps didactique. (IREM d'Aix-Marseille)

CHEVALLARD, Y. (1985) : La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné. (La Pensée Sauvage éditions, Grenoble)

CHEVALLARD, Y. et MERCIER A. (1987) : Sur la formation historique du temps didactique. IREM d'Aix-Marseille, Cahier n°8.

CHEVALLARD, Y. (1988) : Sur l'analyse didactique. Deux études sur les notions de contrat et de situation. (IREM d'Aix-Marseille)

CHEVALLARD, Y. (1989) : Le concept de rapport au savoir: rapport personnel, rapport institutionnel, rapport officiel. Séminaire de Didactique des Mathématiques et de l'Informatique. (Grenoble)

CONNÉ, F. (1981) : La transposition didactique à travers l'enseignement des mathématiques en première et deuxième année de l'école primaire. (Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education, Genève)

CONNÉ, F. (1990) Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique (à paraître)

COQUIN-VIENNOT, D. (1978) : Algorithmes et sous algorithmes. Mémoire de D.E.A. Université de Bordeaux-I (IREM de BORDEAUX)

COQUIN-VIENNOT, D. (1982) : Décomposition et synthèse d'une notion mathématique en vue de son enseignement et ordre d'acquisition. Thèse de 3^{em} cycle, Université de Bordeaux-I (IREM de Bordeaux)

COQUIN-VIENNOT, D. (1985) : Complexité mathématique et ordre d'acquisition: une hiérarchie de conception à propos des relatifs. Recherches en Didactique des Mathématiques 1985, Vol 6/2.3. (La Pensée Sauvage, Grenoble)

DE LANDSHEERE (1973) : Introduction à la recherche en éducation. (Armand Colin, Paris)

DIENES, Z. (1970) : La construcción de las Matemáticas, (Editorial Vicens-Vives, Barcelona)

DIENES, Z. (1971) : Las seis etapas del aprendizaje en matemática. (Editorial Teide, Barcelona).

DIENES, Z. (1974) : Mathématique vivante, Trousse (Editions Hurtubise Montréal, Québec)

DIGNEAU, J.M. (1980) : Création d'un code à l'école maternelle, étude d'un saut informationnel. Mémoire de D.E.A, Université de Bordeaux-I (IREM de Bordeaux)

DOR, J. (1988): L'a-scientificité de la psychanalyse. (Editions Universitaires-Collection Emergences, Paris)

DUBARLE, D., DOZ, A. (1972) : Logique et Dialectique. (Librairie Larousse, Paris)

DUCROT, O. (1972) : Dire et ne pas dire. Principes de sémantique linguistique (collection Savoir-Hermann, Paris)

DUCROT, O. (1974) : La preuve et le dire. (Marne, Paris)

FRANÇOIS, F., MANDELBROT, B., MALMBERG, B., BUYSSENS, E., PRIETO, L.J., GUIRAUD, P. (1973) : El lenguaje. La comunicación. Tratado de lenguaje (Vol.1) (Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires)

FREUDENTHAL, H. (1973) : Mathematics as an Educational Task (D. Reidel, Dordrecht)

GRAS, R. (1979) : Contribution à l'étude expérimental et à l'analyse de certaines acquisitions cognitives et de certains objectifs didactiques en mathématiques. Thèse d'Etat, Université de Rennes (IREM de RENNES)

GRUPE DE TRAVAIL 1ER CYCLE (1986): Recherches sur le développement opératoire de l'enfant de 12 à 14 ans; ses rapports avec les acquisitions mathématiques et avec les processus de raisonnement. (IREM de Bordeaux, Bordeaux)

HALMOS, P.R. (1967) : Introduction à la théorie des ensembles (Gauthier-Villars, Paris)

HEMPEL C.G. (1973): Filosofía de la Ciencia Natural. Primera edición, 1966. (Alianza Editorial, Madrid)

KLEEN, S.C. (1971) : Logique Mathématique (Collection-U, Armand Colin, Paris)

KLINE, M. (1981) : El fracaso de la matemática moderna, (Siglo XXI, Madrid)

LABORDE, C. (1982) : Langue naturelle et écriture symbolique: deux codes en interaction dans l'enseignement mathématique. Thèse d'Etat, Université de Grenoble I)

LABORDE, C. (1985) Prise en compte de la dimension sociale dans les recherches en didactique. IV Ecole d'été de didactique des mathématiques. Recueil de textes et comptes rendus pp.45-53.

LEGRAND, M. (1983): Les cosmonautes. Compte rendu d'une recherche effectué par le groupe "Apprentissage du raisonnement" de l'IREM de Grenoble. Petit x, n° 1, pp. 57-73.

LONDEX L. (1982): La variabilité du développement intellectuel. Eléments méthodologiques pour une étude des opérations logico-mathématiques. (Service académique d'information et d'orientation. Académie de Bordeaux- IREM, Bordeaux).

LORENZEN P. (1967) : Métamathématique (Gauthiers-Villars, Paris)

MARGOLINAS, C. (1989) : Le point de vue de la validation: essai de synthèse et d'analyse en didactique des mathématiques. Thèse, Université de Grenoble.

MATALON, B. (1988) : Décrire, expliquer, prévoir. Démarches expérimentales et terrain. (Armand Colin, Paris)

MAUDET, C. (1979) : Apprentissages en Mathématiques étude et critique du processus psychodynamique d'apprentissage selon Diénès. Mémoire de DEA de Didactique des Mathématiques, Université de Bordeaux-I (IREM de Bordeaux)

MAUDET, C. (1982) : Les situations et les processus de l'apprentissage d'une fonction logique. Thèse de 3e cycle en Didactique des Mathématiques, Université de Bordeaux-I (IREM de Bordeaux)

MERCIER, A. (1978) : Etude des notions "opérateur" "machine". (IREM de Bordeaux et IREM d'Aix-Marseille)

MILHAUD, N. (1980): Le comportement des maîtres face aux erreurs des élèves. Mémoire de D.E.A. Université de Bordeaux-I (Etudes de didactique des mathématiques-IREM, Bordeaux).

OLERON, P. (1977): Le raisonnement. (Que sais-je?, P.U.F., Paris)

OLERON, P. ET CORROYER, D. (1979): L'acquisition par l'enfant des contraintes relatives à un système hiérarchisé de traits sémantiques. Bulletin de psychologie, Tome XXXII n° 341, pp.741-755.

OLERON, P. (1983): L'argumentation. (Que sais-je?, P.U.F., Paris)

ORUS, P. (1986): L'enseignement des méthodes de classification. Proposition d'une ingénierie pour le cours moyen. Mémoire de D.E.A. Université de Bordeaux-I (Etudes de didactique des mathématiques-IREM, Bordeaux).

PAVEL, M. (1969) : Fondements mathématiques de la reconnaissance des structures (Bermann, Paris)

PERRET-CLERMONT, A.N., BRUN, J., CONNE, F., SCHUBAUER-LEONI, M.L. (1982): Décontextualisation et recontextualisation du savoir dans l'enseignement des mathématiques à des jeunes élèves. (Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education, Genève)

PERRET-CLERMONT, A.N. (1984) : La construcción de la inteligencia en la interacción social. (Aprendizaje-Visor, Madrid)

PIAGET, J. (1975) : L'équilibration des structures cognitives. (PUF-Etudes d'épistémologie génétique Vol.33, Paris)

PIAGET, J. : (1976) : La formation du symbole chez l'enfant. (Delachaux et Niestlé, Paris)

PIAGET, J. (1978): Le jugement et le raisonnement chez l'enfant. (Delachaux et Niestlé, Paris)

PIAGET J. ET COLLABORATEURS (1974): Recherches sur la contradiction. 2 Les relations entre affirmations et négations". (PUF, Paris)

PIAGET, J., INHELDER, B. (1975) : La psychologie de l'enfant. (PUF, Paris)

PIAGET, J., INHELDER, B. (1980): La genèse des structures logiques élémentaires. Classifications et sériations. (Delachaux et Niestlé, Neuchâtel-Paris).

PIAGET ET J. MONTANGERO: Contradictions issues des fausses symétries de l'inclusion. Chapitre VIII Recherches sur la contradiction. 2 Les relations entre affirmations et négations". (PUF, Paris)

POLYA, G. (1969) : Cómo plantear y resolver problemas. (Serie de Matemáticas-Trillas, México)

POURTOIS, J.P. et DESMET, H. (1988): Épistémologie et instrumentales en Sciences Humaines. (Pierre Mardaga éditeur, Bruxelles)

RATSIMBA-RAJOHN, H. (1981) : Etude de deux méthodes de mesures rationnelles: la commensuration et le fractionnement de l'unité, en vue d'élaboration de situations didactiques. Thèse de 3ème cycle, Université de Bordeaux-I (IREM de Bordeaux)

REUCHLIN, M. (1977) : Psychologie. (PUF, Paris)

RIESEN L., RIBAUPIERRE A., LAUTREY J. (1983): Le développement opératoire de l'enfant entre 6 et 12 ans. Monographies françaises de psychologie, n° 62. (Éditions du CNRS, Paris)

RICHARD, J.F. (1990) : Les activités mentales: comprendre, raisonner, trouver des solutions. (Armand Colin, Paris)

ROUCHIER, A. (1991) : Etude de la conceptualisation dans le système didactique en mathématiques et informatique élémentaires: proportionnalité, structures itérativo-récurrentes, institutionnalisation. Thèse d'Etat, Université d'Orléans.

SALIN, M^e H. (1976) : Le rôle de l'erreur dans l'apprentissage des mathématiques à l'école primaire. Mémoire de D.E.A. Université de Bordeaux-I (Etudes en didactique des mathématiques-IREM, Bordeaux)

THOM, R. et autres, sous la direction de J. HAMBURGUER (1986): La philosophie des Sciences aujourd'hui. (Gautiers Villars, Paris)

VERGNAUD, G., ROUCHIER, A., RICCO, G., MARTE P., METREGISTRE, R., GIACOBBE, J. (1979) : Acquisition des "structures multiplicatives". (IREM d'Orléans et Centre d'étude des processus cognitifs et du langage, (BHESS-CNRS, Paris)

VIENNOT, L. (1979) : Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire. (Hermann, Paris)

VINRICH, G. (1976) : Dépendances. Cohérence et interprétation des décisions du maître relatives à l'ordre de présentation des activités mathématiques. Mémoire de DEA, Université de Bordeaux-I (IREM de Bordeaux)

VYGOTSKI, L.S. (1979) El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. (Editorial crítica Grijalbo, Barcelona)

WERMUS, H.; Bibliographie (Mise à jour le 8 d'Octobre 1988):

WERMUS, H. (1972) : Formalisation de quelques structures initiales de la psychogenèse. Archives de Psychologie, Genève, vol. 41, n° 163, pp. 271-288.

WERMUS, H. (1975): Théorie de la déduction. (Centrale des photocopies de l'Université de Genève, Genève) (texte dactylographié). (*)

WERMUS, H. (1976) : Essai de représentation de certaines activités cognitives à l'aide des prédicats avec composantes contextuelles. Archives de Psychologie, Genève, 44, n° 171, pp. 205-221.

WERMUS, H. (1977): Essai de développement d'une prélogique à partir des foncteurs partiels. Archives de Psychologie, vol. XLV, n° 174, Genève, Médecine et Hygiène.

WERMUS, H. (1978): Esquisse d'un modèle des activités cognitives. Dialectica, Bienne (Suisse), vol. 32, n° 3-4, pp.317-338.

WERMUS, H. (1982): Procédures de la pensée naturelle et schèmes formels. Cahiers de la Fondation Archives Jean Piaget, Genève, n° 2-3, pp. 241-271.

WERMUS, H. (1983a) : Formation des opérations nouvelles à l'aide des opérateurs réflexifs de la pensée. Archives de psychologie, Genève, n° 51, pp 117-124.

WERMUS, H. (1983b) : Le sentier étroit. Les critères de vérité... (Maloine, Paris) pp. 181-192.

WERMUS, H. (1984) : Relations entre procédures et significations cognitives. Comptes rendus des VIèmes journées intern. sur l'éducation scientifique, Chamonix.

WERMUS, H. (1986) : Des connaissances et des croyances. (Un paradoxe de la formation scientifique). Comptes rendu des VIIèmes journées intern. sur "L'éducation scientifique et vie quotidienne", Chamonix.

WERMUS, H. (1987) : Modélisation de certaines activités de la pensée à l'aide des prédicats amalgamés in La pensée naturelle, structures, procédures et logique du sujet, Publications de l'Université de Rouen, n° 86, pp.53-63 (P.U.F, Paris).

WERMUS, H. (1985) : Le constructivisme aujourd'hui. Archives de psychologie, Genève, Mars 1985, vol 53, n° 204. (Publié simultanément par Cahiers de la fondation Archives Jean Piaget n° 6).

WERMUS, H. (1985) : Mathématisation des problèmes concrets. Exemples venant de la formation professionnelle. Université de Genève.

WERMUS, H. (1987) : Introduction au thème V: L'homme et sa vérité, (à publier), pag 231-233.

WITGENSTEIN, L. (1976) : De la certitude. (Gallimarde, Paris)

THESE

PRESENTEE A

L'UNIVERSITE BORDEAUX I

POUR OBTENIR LE GRADE DE

DOCTEUR

SPECIALITE : Didactique des Mathématiques

par

ORUS BAGUENA Pilar

-oO-

**Le raisonnement des élèves dans la relation didactique ;
effets d'une initiation à l'analyse classificatoire
dans la scolarité
obligatoire.**

ANNEXES

Thèse soutenue le 7 novembre 1992 devant la Commission d'examen :

MM. J. ESTERLE , Professeur Université Bordeaux I	Président
G. BROUSSEAU , Professeur IUFM d'Aquitaine	
R. GRAS , Professeur IRESTE Université Nantes	
F. MICHAVILA , Professeur Université Castellon (Espagne)	
A. ROUCHIER , Professeur IUFM Orléans	
G. VERGNAUD , Directeur de recherche CNRS	Examineurs

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

1000

ANNEXE-1

..... pag.1-19

DIFFICULTES D'UNE MAITRESSE POUR RECONDUIRE DES CLASSIFICATIONS SPONTANÉES DES ÉLÈVES. CE-2, 88-89. Transcription de l'entretien avec M.L., le 16-X-88, après la 1ère séance de la classification des plantes.

ANNEXE-2

..... pag.1-50

CLASSIFICATION SPONTANÉE DES PLANTES A CE2: OBSERVATION: 2ème SEANCE: "Analyse collective des classifications spontanées faites par les élèves pendant la 1ère séance"

ANNEXE-3

..... pag.1-16

Fiches didactiques du "Jeu du voyage":
1ère expérimentation (87/88)
2ème expérimentation (88/89)

ANNEXE-4

..... pag.1-22

Fiches didactiques de "Classification des plantes":
2ème expérimentation (88/89)

ANNEXE-5

..... pag.1-10

..... pag.1-7

ANNEXES PARTIE-II, CHAPITRE-5: Observation de la situation didactique "Classification des plantes".
5.1 Travail des élèves pendant la 4ème séance.
5.2 Travail des élèves après la 5ème séance.

ANNEXE-6

..... pag.1-44

ANALYSE DES DONNÉES

- 1.- Analyse du questionnaire SCHTROUMPHS: "MARGE" 88/89
- 2.- Comparaison de la dépendance entre les résultats du test/re-test des questionnaires (88/89):
 - Analyse du questionnaire LOGIQUE
 - Analyse du questionnaire SCHTROUMPHS

- 3.- Comparaison des paramètres statistiques (moyenne, écart-type) des résultats du test/re-test au questionnaire. (88/89)

- 4.- Test d'hypothèses, à l'aide de khi-carré:

- Pour le questionnaire LOGIQUE
- Pour le questionnaire SCHTROUMPHS

- 5.- Analyse des données première expérimentation:

- Pour le questionnaire LOGIQUE: 87/88

ANNEXE-7

..... pag.1-19

ANALYSES FACTORIELLES DE CORRESPONDANCES

- Analyses factorielles de correspondances de la matrice a priori du questionnaire "Q-LOGIQUE"
- Analyses factorielles de correspondances des deux passations du questionnaire "Q-LOGIQUE"
- Analyses factorielles de correspondances des deux passations du questionnaire "Q-SCHTROUMPHS"

ANNEXE-8

..... pag.1-20

OBSERVATION: Correction collective du Questionnaire "SCHTROUMPHS" N° 2

ANNEXE-9

..... pag.1-11

ENTRETIENS DENISE 87/88, 88/89.

ANNEXE-1

DIFFICULTES D'UNE MAITRESSE POUR RECONDUIRE DES
CLASSIFICATIONS SPONTANÉES DES ÉLÈVES. CE-2, 88-89
Transcription de l'entretien avec M.L., le 16-X-88,
après la 1ère séance de la classification des plantes.

M.L.- J'ai regardé un peu les fiches. Pour la classe B (la classe A n'est pas tout à fait au même point puisque on avait raccourci la séance précédente) si je regarde les classements que les enfants ont faits, il y a deux types de classements: des classements évidents parce que les enfants ont tenu compte de l'aspect extérieur des objets et un autre classement basé sur la connaissance des enfants: c'est lui qui m'intéresse; celui-là parce que je voudrais arriver à trouver des critères qui vont permettre de distinguer les objets qui vont pouvoir se reproduire par l'intermédiaire d'une graine et puis les autres formes de reproduction. Ça que je pensais peut-être faire c'est de mettre ensemble en commun au tableau tout ça; que je fasse un panneau et que ça soit moi...Alors j'hésite: ou je leur redonne leur feuille par groupe et j'écris, comme j'ai fait dans le groupe A au fur et à mesure ou, c'est moi qui mène la danse; je garde les feuilles et je marque au fur et à mesure; je ne sais pas trop ce qu'il vaut mieux; j'avoue que j'hésite. Peut-être que c'est pas mal que je fasse exprimer par les enfants ce qu'ils veulent faire.

P.- Peut-être que si tu te poses d'abord la question de l'autre classe, la suite de l'autre classe...

M.- Je trouverai une réponse pour la première.

P.- Peut-être qu'il te sera plus facile de savoir ce que tu veux, parce que dans l'autre classe tu as déjà le tableau fait...

ANNEXE-1

DIFFICULTES D'UNE MAITRESSE POUR RECONDUIRE
DES CLASSIFICATIONS SPONTANÉES DES ÉLÈVES.
CE-2, 88-89

- Transcription de l'entretien avec M.L., le
16-X-88, après la 1ère séance de la
classification des plantes.

M.- Pour l'autre classe le tableau est fait, effectivement. Déjà, il y a un des groupes, c'est vrai, qu'on a éliminé parce que ça ne correspondait pas (l'ordre alphabétique) à la consigne donnée: ils n'ont pas fait un classement du tout. Il n'y a pas de classement: c'est tout. Alors, ensuite il y a un peu le même style de classement qu'on retrouve dans la classe B. ; c'est un classement dû à l'aspect physique. En fait dans la classe A les classements sont moins sophistiqués que dans la classe B.

Est-ce que c'est dû au fait qu'ils ont eu moins de temps?

Mais je trouve en regardant les deux paquets que c'est beaucoup plus succinct dans la classe A.

Alors là: ce qui est dur, ce qui pique, ce qui est doux...; ça c'est évident, on peut rien dire là-dessus. On peut toujours garder ce type de classement: ce n'est pas celui qui m'intéresse, mais enfin on peut le garder.

Mais là: la branche de pin avec la pomme de pin, les châtaignes avec les bogue, ça c'est pas vraiment un classement puisque, cet objet...: les deux choses sont ensemble, ça ne forme qu'un seul objet...

P.- Mais je pense que ce problème réside dans les objets de la collection, les objets à observer; à aucun moment tu n'as dit de classer les plantes, les plantes en général ou les feuilles. C'était classer les objets: donc à ce moment-là les objets pourraient, surtout pour la deuxième séance, être des objets différents, en principe; même, les châtaignes, les marrons qui étaient séparés d'un même fruit, les enfants m'ont dit: "Tenez madame, je vous donne ce marron parce que je n'ai pas besoin de deux marrons, de trois marrons, etc."

M.- D'accord!

P.- Donc, à ce moment-là je pense que c'est la même difficulté pour le groupe qui a dit: "fruits, pas de fruits"; quand elle a enlevé les fruits pour les mettre avec les fruits, mais avec les plantes, avec les feuilles qui portaient les fruits...

M.- ... Elle ne savait plus qu'en faire...

P.- Elle l'a laissée à part. Mais, je pense que ça a été un obstacle de la collection, et par rapport à la collection que tu as donnée, la consigne aussi.

M.- Alors il aurait fallu à ce moment-là que je donne isolément les graines de fragon, que je donne isolément les châtaignes...

P.- Ça dépend de ce que tu veux. Je pense que même la classification qu'ils sont arrivés à dire: "fruits" et "pas fruits", avec les objets qu'ils avaient, c'est pas du tout la même chose reconnaître un fruit...que reconnaître des plantes qui ont des fruits c'est tout à fait différent de type de travail parce qu'il reconnaissent que ça c'est un fruit mais si la plante peut porter un fruit, ils ne le mettent pas avec parce que ce n'est pas un fruit.

M.- Alors moi, ce que je voulais faire préciser dans le groupe B, parce que comme ce ne sont pas des critères évidents de classification qu'ils ont trouvés, je voudrais qu'ils précisent leur pensée et arriver à savoir pourquoi ils ont décidé que ça c'étaient des fruits.

P.- Tu l'as vu déjà l'autre jour. Tu as posé la question.

M.- Oui.

P.- Et ils ont dit qu'ils savaient que c'est un fruit j'écoutais leur conversation et ils parlaient de la même famille...

M.- Est-ce qu'on ne peut pas à travers ça, aller un peu plus loin? Ils savent que c'est un fruit mais qu'est-ce que c'est qu'un fruit?

P.- Ah! c'est ça le problème. Ce que j'ai vu c'est qu'un groupe avait procédé par ordre alphabétique et tu as dit "pour ça on n'avait pas besoin d'observer" et pour certains classements qu'ils ont fait non plus: pour "être un fruit" ou "pas un fruit" ils l'ont fait parce que qu'ils savaient que c'était un fruit. C'était pas par l'observation directe qu'ils pouvaient savoir que ça c'était un fruit ou non. C'est un concept déjà plus...

M.- Elaboré.

P.- On ne peut pas l'obtenir directement de l'observation de ces plantes.

M.- C'est pour ça qu'on retrouve ces deux types de classification dus à l'aspect physique des choses et on trouve des classifications qu'on retrouve dans la classe B et qui ...j'ai bien regardé la conformation des groupes: c'est que dans les groupes où il y a le type de classification "fruit et autre chose", il y a certains enfants

P.- Oui, je sais, je connais deux de ces enfants. Ils sont du même type de famille, des parents intellectuels, avec des livres, etc...

M.- Ils font appel à des connaissances que les autres n'ont pas.

P.- Et alors? Maintenant dans ces classes il y a un panneau qui comporte différentes classifications; tu as relancé par deux fois l'idée de: "qu'est ce que vous pensez des autres classifications?" et je pense que ça ce n'est pas compris.

Si tu veux retravailler ça, il faudra que tu..., mais, quand tu as posé ces questions, qu'est ce que tu voulais que les enfants disent?

M.- Je voulais en arriver à ce que je veux. C'est-à-dire ... c'est évident... ils pensent pas... je veux qu'ils arrivent à découvrir la classification qui est basée sur la reproduction... comment les choses se reproduisent... pour en arriver à la reproduction.

C'est ça le problème. Seulement, là où je me suis fichue dedans, peut-être c'est, que c'est pas comme en mathématiques, tu comprends?. Là ça fait appel à autre chose: à des connaissances alors qu'en mathématiques quand tu fais la multiplication, les différentes étapes font appel à un reçu commun depuis la base, pas spécialement à des connaissances d'un autre ordre.

P.- Mais, penses-tu qu'il n'y ait pas une façon pour qu'ils arrivent? Maintenant, tu penses que ce n'est pas possible qu'avec

les connaissances qu'ils ont, qu'ils arrivent à découvrir ce que tu veux qu'ils découvrent?.

M.- Non, je ne suis pas complètement pessimiste. Là où je ne sais pas comment faire, c'est comment leur faire pointer que c'est cette classification qui est importante; comment retirer ça de là, pour qu'on travaille là-dessus en fait et comment mettre les autres de côté.

P.- Est-ce que tu penses qu'ils savent ce qu'est "classer"?

M.- Je n'en suis pas sûre justement.

P.- Parce que la consigne était: "il faut classer".

M.- Oui.

P.- Et, ils ont classé comme ils savaient le faire.

M.- Oui.

P.- Et, jusqu'à présent, ils ont classé selon les couleurs, les formes, les tailles, etc.

M.- Ce qui était juste par rapport à la consigne.

P.- Donc, je pense que pour eux et pour toi, "classer" n'a pas le même contenu, le même sens.

M.- Ça c'est sûr. Mais, pourquoi alors certains ont-ils classé de cette façon là?.

Je vais dire... je ne peux pas croire que c'est parce qu'ils attendaient ça de moi. Ils ne savent pas ce que j'attends en fait: ils ne savent pas que je veux en arriver à une classification basée sur les graines et le reste. Alors je ne peux pas croire que ceux qui ont classé comme ça, tu vois, - "ce qui se reproduit très vite": le gland, la pigne de pin, la châtaigne - qu'ils pensaient que c'était ça ce que j'attendais. Bon et ensuite - "ce qui pousse sur les arbres et les arbustes" - ce n'est pas ce qui se reproduit d'une façon...C'est autre chose: la mousse, les boules rouges, les boules vertes, et la mousse qu'on a ramassée sur les écorces, c'est-à-dire les lichens.

P.- Là, je vois un autre problème, tu avais dit "trouver des classifications différentes", mais tous les élèves n'ont pas fait celles-ci, selon les différents critères utilisés.

Il y a des groupes qui, en effet, ont pris un même critère, une variable, avec des valeurs différentes - selon le toucher, "doux", "piquant", etc.. Mais la plupart des élèves ont fait dans la même classification des groupes, dont chacun a une caractéristique tout à fait différente des autres groupes.

Donc, ils n'ont pas mis d'aspects communs et des différences: ils ont mis ce qui caractérisait chaque groupement, et ce pourquoi, ils avaient mis ensemble ça; mais...

M.- Voilà, c'est ça. Oui. Là c'est "tout ce qui pique", ça correspond à un aspect physique"; "ce qui se reproduit très vite", ça correspond à des choses qu'ils savent, des connaissances; et "ce qui pousse sur les arbres et les arbustes", c'est une observation qui a été faite sur le terrain qui ne correspond même pas aux objets dans la classe. Donc, ça correspond à trois choses différentes.

P.- Tu disais, que tu voulais arriver à la classification selon la reproduction...

M.- Alors, moi je crois que ce qu'il faut..., je crois..., je crois, je n'en sais rien...

Si je veux qu'ils classent en considérant ces critères, il faut qu'ils sachent de quoi ils parlent; c'est-à-dire que je me demande s'il ne faut pas... qu'ensemble... on essaye... de dire... comment, par exemple, un pied de mousse va donner un autre pied de mousse...; je ne sais pas.

P.- Quand tu as préparé cette séance, que pensais-tu qu'allaient faire les enfants?

Tu leur as proposé la collection d'objets; et tu voulais arriver à avoir la classification selon la reproduction, mais qu'attendais-tu vraiment des enfants?

M.- J'attendais qu'ils mettent d'un côté tous les objets qui étaient des graines et d'un autre côté tout ce qui ne se reproduisait pas par des graines.

P.- Mais, quels éléments avaient-ils pour arriver à ce type de conclusion?

M.- Les éléments qu'ils avaient c'était uniquement ce qu'on avait... Ils n'en avaient pas beaucoup; c'est ça le problème.

C'était uniquement ce qu'on avait pu voir sur place, tout ce qui avait été dit, mais d'une façon un peu informelle et puis voilà. En fait, c'était basé sur leurs connaissances et non sur des choses collectives.

J'aurais dû partir de quelque chose qu'on aurait fait ensemble, par exemple, par exemple dire "voilà ce qu'on a récolté; maintenant, on va le planter". "On va tout planter" et on va voir ce que ça donne.

Et peut-être qu'à partir de cette observation-là, on aurait pu voir que les choses ne se développaient pas de la même façon, et on aurait pu les classer en fonction des critères de développement.

Alors, maintenant pour la classe B, il faut que je fasse une mise en commun de tout ce qui a été dit, qu'il y ait une discussion autour de ça, que les enfants expriment pourquoi ils ont classé les choses et pourquoi...

Et pourquoi je ne leur demande pas...?, est-ce que c'est trop tard?, est-ce que ça va tomber au mauvais moment?, pourquoi je ne dis pas "eh bien, tout ce qu'on a ramassé maintenant on va essayer de le planter", pour justifier si tu veux... parce que la classification est évidente: on n'a pas besoin d'aller chercher plus loin.

Mais la classification qui introduit ces critères-là - "ce qui se reproduit très vite" - il faudrait qu'on la voit. Alors, pourquoi ne pas essayer de trouver une manière, une justification de ça? et voir si ça correspond bien aux hypothèses de départ des enfants?

P.- Ce serait une façon d'arriver à ...

M.- Et ensuite, refaire une séance, une fois que ces choses-là seront faites, au bout d'un petit moment, revoir ça - les classifications faites - et revoir pourquoi alors si...; reprendre les classifications et revoir ce qui colle et ce qui ne colle pas.

Je ne sais pas..., parce qu'il faudrait que tous aient des choses communes sur lesquelles ils puissent se baser pour faire cette classification.

Or, c'est vrai que là, les enfants qui n'ont pas classé comme ça, je ne vois pas comment je peux les amener à faire le classement que j'attends moi, parce que...ils n'ont pas les connaissances pour... ou ce classement n'est pas évident pour eux.

Si j'en arrive à ce classement là, sans qu'il n'y ait rien d'autre, il vaut mieux carrément que je leur fasse une leçon et que je leur dise "ça c'est les graines" et puis "ça c'est reste". Ça n'a pas d'intérêt de faire tout ça.

Bon, qu'en penses-tu? Est-ce que ça vaut le coup ou, c'est du temps perdu?

P.- Je pense que pour toi, pour ce que tu veux faire, tu es à ce moment-là au même point qu'avant de commencer la séance; tu trouves que tu as besoin d'un autre élément de référence que ce que tu as; ou bien tu n'as pas exploité suffisamment les données que tu avais.

- Comment pouvoir me sortir de cette première séance?

- Ton idée était-elle de développer l'activité de classer ou bien, d'arriver à la reproduction? Parce qu'à ce moment-là, si c'est cette deuxième possibilité, je pense que les méthodes que tu as proposées peuvent être plus claires pour les enfants. Mais ça dépend de ce que tu veux.

M.- Bien sûr. Parce que ce que je voudrais c'est, non seulement qu'ils fassent ce classement mais qu'ils voient aussi... (en fait, c'est parce qu'il y a deux choses en même temps qu'ils sont dérangés).

C'est parce que je veux non seulement qu'ils fassent ce classement, mais qu'ils arrivent à comprendre le phénomène aussi; à découvrir sans que, moi, je leur plaque, que je leur explique comment va se développer un haricot à partir de la graine; parce que ça m'intéresse pas.

Je veux qu'ils arrivent à déduire des choses et à découvrir par eux-mêmes et pourquoi on a ...

P.- Mais, pour y arriver, est-ce que tu penses le faire à partir de l'observation des graines semées?

M.- Je suis en train de réfléchir, justement. Je ne pensais pas le faire tout de suite. Mais je pensais que ça m'aiderait.

Un autre maître du même niveau apparaît dans la classe, à ce moment de l'entretien et en écoutant le sujet de la conversation, il propose un logiciel qui travaille avec des caractéristiques et avec des sujets.

Cette proposition, suggère à la maîtresse de nouvelles solutions possibles..

M.- Si je donnais..., si je redonne à chaque groupe deux objets simplement, que je leur demande de trouver - puisque vous parliez de caractéristiques - trouver tout ce qu'ils peuvent dire sur l'objet qu'ils ont en face d'eux, toutes les caractéristiques...

P.- C'est ça le travail qu'un groupe a commencé à faire...

M.- Si je n'en donne que deux - que je me limite - qu'ils écrivent toutes les caractéristiques des objets. Si ensuite on remet ça en commun, on va pouvoir, peut-être, trouver des objets qui ont les mêmes caractéristiques.

Ne serait-ce pas plus facile de faire un classement à partir de ça?

Et alors, pourquoi ne ferait-on pas ensuite les plantations? Pour voir ce que ça donne et avoir un moyen de vérifier.

P.- A ce moment-là, tu ferais faire la liste des critères et donnerais-tu le même objet à tout le monde, pour y répondre?

M.- Non. Je ne donnerais pas les mêmes objets à tout le monde. J'en donnerais, peut-être, deux sur toute la collection. Et ensuite on mettrait ça, ensemble. Parce que si je donne trop des choses, ils vont s'éparpiller.

Il vaut mieux que je fasse ça sur un temps plus court et que je ne donne que deux objets à deux groupes différents. Mais je

peux donner le même objet à deux groupes..., qu'il y ait quand même une discussion.

Ensuite on met ça en commun.

- Quels sont les objets qui ont des critères communs?

P.- Il va falloir répondre pour chaque objet s'il a, ou pas chacun des critères...

M.- Oui. Ceci pourrait être l'objet d'une séance suivante...

Je suis en train de me demander: soit on fait ça collectivement tout le temps, soit on fait une liste de critères par toute la classe et ensuite je donne un papier avec les critères par groupes et les enfants, pour chaque objet décident si tel critère appartient à tel objet. Je vais réfléchir en peu là-dessus quand même.

P.- A partir des mêmes critères qu'ils avaient choisi déjà, c'est-à-dire mettre en commun les classifications qu'ils ont fait, et, à partir de ces critères-là, il s'agit de voir si tous les objets ont les critères qu'ils avaient retenus, ou pas. C'est ça que tu disais?

De toute façon si tu leur dis une autre fois de chercher les critères, ça va faire beaucoup pour les élèves.

M.- Oui... Non, ça c'est pas possible.

P.- Et après comme tu dois répondre pour chaque objet, dans tous les critères, ça fait beaucoup de données... C'est le problème tel que nous l'avons abordé, on peut travailler avec des matrices, mais...

M.- Ce que je pense qui va ressortir - je peux me tromper - si on prend la collection, ce qui va à ressortir c'est que (on a des châtaignes, des glands), ce qui va peut être ressortir c'est qu'il y a une "enveloppe". Les pommes de pins c'est encore particulier.

Il faut que je regarde, quand même, la collection, parce que la mousse et les lichens, c'est vite vu, si tu veux.

Je veux dire: les critères, - j'essaye de me mettre à la place des enfants -, que vont-ils pouvoir trouver comme critères?, que vont-ils dire là-dessus?. Il faudrait que moi, à l'avance...- mais

ça va être difficile: le problème c'est que je sais des choses et que je suis obligée de faire avec; je n'arrive pas à séparer - j'essaye de me mettre dans la peau des enfants: c'est difficile; c'est pour ça que je me suis plantée à la première séance, parce qu'il y avait des choses qui ne sont pas réelles, parce que le fait qu'ils classent...- je ne m'attendais pas au fait qu'ils classent par "dur", "doux", et "piquant" - je suis naïve encore. Oui, ça ne me paraissait pas évident. Ça m'a surprise.

Bien sûr, ils commencent par ce qu'il y a de plus évident et ensuite ils approfondissent.

Alors, bon: je peux, peut-être, leur demander d'aller un peu plus loin. Je peux leur demander de dire tout ce qu'ils pensent, mais il faut que je précise, il faut que ce soit basé sur les critères qu'ils ont observés... il faut qu'ils disent des choses sur ce qu'ils voient, c'est-à-dire, par exemple dire que la châtaigne... Mais ensuite descendre un petit peu; pas sur ce qu'ils savent, forcément, parce qu'ils ne savent pas tous la même chose. Est-ce que tu crois que je peux oser dire ça?

P.- Oui mais je pense que tu pourrais te trouver avec les mêmes problèmes que tu as maintenant, parce que je suis persuadée qu'ils auraient choisi, aussi, les critères externes.

La discussion là, "qu'est-ce que c'est un fruit?". C'est important parce que les enfants savent qu'il y a des fleurs, des fruits sur les plantes, mais ils ne savent pas forcément le rapport...

M.- Ceci, je pensais le faire au printemps.

P.- Je pense qu'avec les éléments qu'ils ont, même les éléments externes ("voir" les fruits), ce n'est pas suffisant pour décider et faire un classement qui ait une valeur botanique quelconque.

Comment peuvent-ils arriver à classer selon la reproduction, à partir de ce qu'ils font, de ce qu'ils "voient"?

M.- Je suis d'accord avec toi. C'est vrai, ça pose un problème: ils sont obligés de faire intervenir leurs connaissances.

C'est difficile de trouver une démarche où les enfants découvrent des choses - ce qu'on a fait "entrer" en Mathématiques - ensuite petit à petit qu'ils se basent sur ce qu'ils savent pour aller plus loin.

Mais je suis en train de penser qu'en Mathématiques, finalement on tient compte du fait que les enfants savent des choses en dehors de ce qui s'est passé dans la classe; qu'un enfant peut très bien apporter une solution à un problème et qu'ensuite cette chose devient connue par toute la classe. Tu vois?

P.- Oui, mais je pense à la classification de l'autre jour; les enfants "qui savaient" (qui ont reconnu les fruits), eux-mêmes ne savent pas pourquoi ils ont mis ensemble fruit et, ils ont dit "ça c'est un fruit", mais qu'est-ce que c'est un fruit; tu as posé la question plusieurs fois et personne n'a su répondre.

Il faut savoir ce qu'est un fruit: ce qui sert à la reproduction. Ce n'est pas quelque chose qui se mange. Il y a un élève qui a dit "il y a des fruits qu'on ne mange pas", mais il ne savait pas ce qu'était un fruit - quand tu lui as posé la question.

Je pense que même avec des enfants qui ont une idée assez proche, de ce que c'est un fruit, qui sont un peu plus familiarisés avec ça, le problème reste toujours: qu'est-ce que c'est un fruit?. Ceci je peux le dire, parce que même en CM2 - où j'ai fait les leçons - ce problème continue, parce que, tu tombes dans le problème des critères, c'est très intéressant de travailler, mais plus longtemps, ça dépend où tu veux arriver.

Si tu travailles avec des critères communs, tu vas trouver certaines familles... tu ne vas pas trouver forcément la classification "fleurs-sans fleur"; "fruit-sans fruit".

Si tu veux travailler sur la classification, comme méthode, je pense que le travail que tu as fait est important, mais si tu veux arriver à la reproduction - ce qui t'intéresse - je ne sais pas si, à partir de ce que tu vas obtenir, tu peux.

M.- Ou alors il va falloir que je parte de choses plus réelles: l'expérience que l'on fait en classe.

P.- Et les classifications déjà faites par les élèves, celles que toi, tu avais demandées? Qu'est-ce que tu penses faire avec elles? Est-ce que tu vas tout accepter, comme classification?

M.- Là, c'est difficile de s'en sortir parce que, comment ne pas accepter une classification où l'on te dit "la pomme de pin et les glands, c'est dans les éléments durs". C'est vrai!

P.- C'est vrai.

M.- C'est pas faux du tout. C'est difficile de la refuser. C'est ça qui m'ennuie. Je ne peux pas refuser ça. Je peux refuser des choses qui ne correspondent pas à la consigne, mais c'est pas le cas. Mais elles ne m'intéressent pas non plus.

M.- Dans cette classification, ils ont fait deux groupes: les champignons, la mousse et le lichen et ensuite, les châtaignes, les glands, les pommes de pin et les graines qui sont dans les écailles de pommes de pin. Et ensuite ils ont...

P.- Tu avais demandé pourquoi ils les mettaient ensemble...

M.- Ce que je peux dire en regardant ce type de classification, de ce groupe, - je ne sais pas jusqu'à quel point je peux donner "un coup de force", sans tomber dans... voilà... Cette classification est assez intuitive. Ils sentent bien qu'on peut les mettre ensemble: "parce que ça pousse sur les arbres"...

M.- Je peux, pour la classe B donc, faire cette mise en commun qui me semble intéressante quand même...

P.- La mise en commun des différentes classifications?

M.- Oui, des différentes classifications, et puis demander à chaque groupe de parler de sa classification et de dire pourquoi, s'ils peuvent le dire. Ensuite, leur demander quand même ce qu'ils pensent, est-ce que ça vaut le coup de demander à chaque groupe ce

qu'il pense de chaque classification, pourquoi ils sont d'accord, pourquoi ils ne sont pas d'accord...

P.- Je pense que ...

M.- Ça peut être intéressant d'affiner un peu, en posant des questions, bon, leur demander ça.

Et dans la classe A, alors je peux leur demander pourquoi effectivement ils ont fait ce type de classification; voir que les classifications évidentes, elles sont là, on touche plus. Et leur demander, alors pourquoi ils n'ont pas classé mousse, lichen, et tout ça dans la catégorie des fruits (pour la classification du groupe B).

P.- Quelque chose comme "est-ce que vous êtes sûrs que ce ne sont pas de fruits?"

M.- Oui, "comment peut-on savoir?"

P.- Peut-être qu'à ce moment, les élèves te proposeront de chercher dans un dictionnaire, ou dans un livre,...

M.- D'accord, on va voir.

M.- J'ai un certain nombre des livres différents là dessus, et je peux en donner un à un petit groupe d'enfants et voir s'ils sont capables de trouver, de donner une réponse qui satisfasse l'ensemble du groupe.

Et alors, peut être que pour...

P.- Et après? Avec la branche et et les feuilles de fragon qu'ils ont mises à part, séparées des fruits?

M.- Ça? eh oui!, c'est ça là, alors ça c'est effectivement... pourquoi on l'a mis à part? Est-ce que ça rentre dans le groupe des fruits?, est-ce que c'est un fruit?, est-ce que on peut le mettre avec la mousse, le lichen et tout ça?

P.- Alors, est-ce que à ce moment, c'est pas de la formulation? c'est-à-dire, je pense qu'il pourrait être important que tu dises qu'à chaque classe, à chaque groupe, tu peux mettre une étiquette.

L'étiquette ici, c'est fruit.

M.- D'accord.

P.- Mais, est-ce qu'on peut changer l'étiquette, ou le dire autrement, sans changer les éléments qu'il y avait dedans, mais qu'on puisse aussi faire rentrer la branche de fragon? S'ils pensent que c'est intéressant, ou s'ils pensent que c'est autre chose.

Je pense qu'ils vont dire que c'est autre chose - c'est pourquoi on l'a mis à part -, ils l'ont séparée des fruits.

M.- Mais, est-ce que ça, a un lien avec les fruits? est-ce que je dois "mélanger", ou pour le moment je dois simplement considérer que ça c'est pas un fruit, et point final.

P.- Si ça t'intéresse comme ça, tu peux, parce que la branche c'est pas un fruit.

M.- Voilà. Ou alors, simplement, je peux arriver à dire...

P.- Mais, attention, parce que si tu mets ici l'étiquette "fruit", et ici l'étiquette "pas fruit", la branche ira dans "pas de fruit" et ça voudra dire, quoi? qu'elle n'est pas un fruit?, qu'elle n'as pas de fruit? qu'elle ne peut pas avoir des fruits?...

M.- Oui, parce que c'est ce que porte les fruits, donc...

P.- Si on décide de changer de classe, il faudra changer l'étiquette du groupement, au lieu d'être "fruits", elle sera "plantes avec des fruits".

M.- D'accord. Oui, oui. Ceci peut être intéressant, effectivement.

P.- Je pense que le travail que tu avais proposé de dire: qu'est-ce que c'est un fruit?, ça serait aussi intéressant pour arriver où tu veux arriver, et pouvoir aussi approfondir.

M.- Oui.

P.- De toute façon, je pense qu'il faut faire attention aux classifications que tu as dites "évidentes", parce que même que tu ne touches plus la classification "doux-piquant- etc", les enfants, peut être ne sont pas d'accord avec elle - ça dépendra, par exemple du moment où tu prends la plante, etc. - et ça va te poser des problèmes.

M.- Je voulais justement pour mettre un peu à l'écart ce type de classifications, je voulais justement leur montrer qu'ils n'avaient pas trouvé de critères forcément généraux. C'est-à-dire que ça dépend vraiment des personnes, c'est très subjectif. Donc, si tu veux c'est ça qui m'a posé des problèmes, en fait, c'était comme écarter les différentes classifications, alors j'avais pensé un petit peu, justement à ça.

P.- Oui, on peut prendre chaque classification et dire "qu'est que vous en pensez?"...

M.- Oui, oui...

P.- ..."tout le monde est d'accord - par exemple - que c'est doux?"... Qu'est-ce qu'ils ont dit qui était "doux"?

M.- Champignon et mousse.

P.- Et le lichen?

M.- Ils n'en ont pas parlé, tu vois?

P.- Ils l'ont laissé dehors?

M.- Oui, ils l'ont laissé dehors, parce qu'il les gênait, sans doute.

P.- Pour moi, si tu veux, ça revient à l'idée que c'est pas clair ce que c'est une classification...

M.- Eh, oui.

P.- ...et que les classes doivent être disjointes, et que leur réunion doit être l'ensemble de références; que chaque objet doit être dans une seule classe...

M.- Pour moi, c'est un problème de la collection d'éléments à observer; au départ quand tu prépares la collection c'est extrêmement dur, de faire la collection, ... pour l'objectif à atteindre.

C'est dur, mais je peux te dire, que j'y ai pensé à cette collection...

P.- Mais il était clair, que pour toi c'était avec des fruits et sans fruits...et de mettre différents types de fruits.

M.- Il fallait aussi que ça corresponde à un vécu, c'est-à-dire à la cueillette qu'on avait faite aussi.

P.- Mais par exemple, pour la châtaigne, ou pour le marron, il n'y a pas des feuilles ...

M.- On en a ramassées, mais on les a mises à part, parce que on voulait faire un herbier. Voilà, en fait c'est parce que j'ai voulu dissocier..., au départ, je ne suis pas partie du global, je suis partie de choses bien dissociées...

P.- Alors, le groupement des fruits, correspond parfaitement à ça, ce sont des fruits, ce ne sont pas des plantes avec des fruits.

M.- Eh, oui...

M.- C'est vrai que je suis partie d'éléments différents, pour qu'on arrive ensuite à un ensemble ... global.

P.- Maintenant, pour arriver où tu veux, cela va te poser des problèmes..., parce que même l'idée que tu avais proposée de planter les graines, ça va produire des plantes...

M.- Mais oui, toute la plante va sortir, c'est sûr!,... sauf si je me débrouille pour qu'on puisse voir les différentes étapes...

P.- Non, je trouve que c'est mieux de voir toute la plante, et tout le processus aussi; ça donne beaucoup plus d'informations de tous ordres, mais il faut savoir comment gérer tout ce type d'informations.

M.- C'est ça qui est difficile, c'est qu'il y a beaucoup d'informations et que c'est difficile de les trier ensuite.

P.- De toute façon, il ne faut pas avoir peur de dire aux enfants les choses; si on veut qu'ils regardent la reproduction, il faut le dire, c'est pas nécessaire de faire un tour et, d'observer mille choses différentes...

M.- Là, je suis tout à fait d'accord, c'est vrai. Mais il ne faut pas tomber dans l'excès inverse; moi, ça m'intéresse pas de leur faire une leçon de sciences et puis, de leur dire ça c'est passé comme ça, comme ça, et comme ça...

P.- Mais non, mais si on veut qu'ils observent et qu'on ne leur dise pas ce qu'il faut observer, ils vont observer n'importe quoi

- comme ils ont fait avec les vers trouvés dans les châtaignes, par exemple - et ça il faut le prévoir.

M.- Absolument, d'ailleurs quand ils ont trouvé le ver, j'ai dit ça ne nous intéresse pas pour le moment..., mais pour eux c'était très intéressant.

M.- Je crois qu'on est obligé d'intervenir à un certain moment, parce que sinon ça part dans tous les sens.

P.- Mais même délimiter d'emblée le travail que tu demandes aux enfants.

M.- Il faudrait, si j'avais à refaire ce genre de trucs, il faudrait que les consignes soient plus précises, au départ...

P.- "Précises", dans quel sens?

M.- ... Ou la collection qui est donnée aux enfants..., c'est l'un ou l'autre, de toute façon, qu'ils soient différents... (consigne et collection)

P.- Peut être les deux...

M.- Peut être les deux.

M.- Parce que la consigne a été un peu vague, c'était... très vague, en fait, parce que "classer"... leur dit pas grande chose...

P. Si tu veux le refaire, je pense qu'à ce moment tu pourrais voir le type de travail que nous avons fait en CM2 et travailler dans cette direction, si celle-ci t'intéresse. Je voulais uniquement voir quelles difficultés tu trouvais une fois toi toute seule, après t'être lancée dans ce type de travail, qui pour moi a priori est pratiquement sans issue.

M.- C'est vrai que c'est très intéressant de découvrir toutes ces choses-là, je trouve ça très instructif, parce que bon, ça m'oblige à réfléchir sur des choses qui ne sont pas évidentes. Pas du tout évidentes.

P.- Je t'avais dit que la motivation concrète de ma recherche c'était précisément les larmes d'une maîtresse de CM2, qui voulait faire le même type de travail que tu as fait, et qui, elle aussi ne savait pas, ne pouvait pas s'en sortir. Alors, on a commencé à

réfléchir et on a trouvé, comme elle et comme toi, que c'est pas évident du tout!

M.- Absolument!. Je vais te dire j'en rêve même la nuit, j'en ai rêvé tout le week-end...

M.- Je te dis c'est affolant.

M.- Bon, on va essayer comme ça et on va voir ce que ça donne.

ANNEXE-2

CLASSIFICATION SPONTANÉE DES PLANTES A CE2:

OBSERVATION:

- 2ème SEANCE: "Analyse collective des classifications spontanées faites par les élèves pendant la 1ère séance"

ANNEXE-2CLASSIFICATION SPONTANÉE DES PLANTES A CR2OBSERVATION DE LA 2ème SEANCE

2ème SEANCE: "Analyse collective des classifications spontanées faites par les élèves pendant la 1ère séance"

3.3.1.3.1. LA CHRONIQUE

La consigne

"Nous allons regarder les classements que nous avons faits l'autre jour".

Déroulement observé

Le travail que chaque groupe d'élèves avait fait pendant la première séance, avec ses groupements qu'ils proposaient sont fixés au tableau.

La maîtresse signale les groupements fait par le groupe "A", et elle lit en haut voix:

M: "La châtaigne avec le fragon parce ceci pique. Champignon et mousse sont ensemble parce qu'ils sont doux; et le gland avec la pigne parce qu'ils sont durs.

Tout le monde est d'accord?

E.- Mais les bogues, elles piquent aussi...

Considération de la bogue et de la châtaigne comme étant des objets indépendants: ce n'est pas la même plante à classer.

M.- C'est vrai!, c'était la bogue qui piquait, ah ouï.
On va l'ajouter au groupement.

La maîtresse ajoute "bogue" au groupe "pique" avec la châtaigne et le fragon.

M.- Est-ce que maintenant tout le monde est d'accord avec ce classement?

Les élèves sont d'accord, personne a rien à signaler. En suivant la maîtresse rejette la deuxième classification proposée par ce groupe, en rappelant aux élèves la consigne de la première séance:

M.- Qu'est-ce que j'avais dit dans la consigne?, "vous regardez bien et vous classez".

Pour les classer par ordre alphabétique, est-ce que vous aviez besoin de les regarder?

Alors, nous allons laisser de côté ce groupement, que ne respecte pas la consigne. On continue.

La maîtresse se dirige vers le travail du groupe "D", et elle commence à lire en haut voix:

M.- La branche de pin va avec la pomme de pin. Branche de pin?... Moi j'aimerais savoir pourquoi vous avez mis la branche de pin avec la pomme de pin?

La maîtresse "ignore" cette considération d'objets indépendants, pour avancer.

La classification fruit/pas fruit, n'est pas non plus "observable": c'est une interprétation de ce qu'on observe.

Polémique suscitée par la non-considération du tout et des parties dans les objets, et la méconnaissance des plantes classées - le lichen ~ : difficulté en rapport avec l'organisation du milieu.

Personne ne répond, la maîtresse continue.

M.- D'abord, qui vous a dit que c'était une branche de pin, pour commencer?

Comment savez-vous que c'était une branche de pin?

E.- C'est de la mousse qui est sur la branche de pin...

M.- Est-ce que tu crois que la mousse pousse seulement sur la branche de pin?

Réactions d'opposition dans la classe.

E.- non! non!

E.- Mais non!

Les élèves commencent à parler tous à la fois, et la maîtresse fait un appel à l'ordre.

M.- Si vous voulez parler, vous levez le doigt! Cyril!

Cyril.- J'ai vu une branche de gland... avec ...un champignon...

M.- Alors ça sera une branche de chêne, et si c'était un champignon qui poussait, c'est pas de la mousse...

Mais qu'est-ce qu'il y avait sur la branche que nous avions?

Comment s'appelait ce qu'il y avait sur la branche de pin?

E.- Du lichen?

M.- Du lichen, oui. donc, c'était une branche avec du lichen. C'est ça!

Donc, vous dites que le lichen sur la branche de pin va ensemble avec la pomme de pin.

La maîtresse renonce à éclaircir la nature de la branche, mais elle signale son désaccord avec le groupe.

M.- Je ne crois pas que celle-ci soit une branche de pin, ça c'est un peu douteux, mais enfin on continue...

...La châtaigne avec la boque ensemble, pourquoi?

E.- Parce que c'est de la même famille!

M.- Ah! c'est pas de la même famille, c'est parce que cela va ensemble, c'est ça?

Corrections et précisions botaniques faites par la maîtresse.

Question de la maîtresse demandant aux élèves une réponse qui est une connaissance privée.

Renoncement explicite de la maîtresse à éclaircir la polémique qu'elle avait ouverte (pag.2)

Mise en question de ce que la maîtresse avait accepté (pag.1) pour la classification du groupe A

Manque de cadre de référence botanique:
- les différents éléments d'une même plante
- être de la même famille

Traduction de la connaissance botanique en termes de langue courante.

Réactions diverses dans la classe: acceptation, rejet...

E.- La branche de pin avec la pomme du pin, d'accord; mais la châtaigne avec la bogue..., alors, ils changent un peu le classement...

E.- Eh, non!, pas vraiment!

Cette dernière intervention, interrompt l'argumentation que l'élève précédent était en train de faire. La maîtresse le récrimine.

M.- Mais, laisse le finir!

E.- ...Je veux dire que la châtaigne et la bogue ça fait ensemble...

M.- Ah!, Alors tu veux dire que c'est un peu la même chose: c'est pas vraiment séparé!.

Qu'est-ce que tu voulais dire toi, Marie?

Suite du débat et des précisions sur le tout et les parties.

Réinterprétation de la maîtresse: de langue courante en langue courante

Marie.- La pomme de pin est sur la branche du pin, d'accord; mais c'est un peu pareil pour la bogue et la châtaigne: elles sont aussi attachées comme la pomme de pin sur branche...

M.- Mais, dis moi, la châtaigne et la bogue, elles ne sont pas attachées aussi quelque part?

E.- A la branche?

M.- Sur les branches aussi.

Marie continue en répétant son argumentation précédente, mais la maîtresse ignore son discours et continue.

M.- Bon...! Et, enfin, pourquoi avez-vous mis ensemble le champignon et la mousse?

E.- Parce que les champignons et la mousse sont ensemble, les champignons sont sur la mousse...

M.- Alors, moi au départ, quand je vous les ai donnés, ils n'étaient pas ensemble, il n'y avait pas de champignon sur la mousse...

E.- ...On a mis tout ce qui était de la même famille ensemble...

Différentes formulations, en langue courante, du problème du tout et des parties.

Renoncement de la maîtresse à éclaircir les difficultés exprimées: elle coupe l'intervention et laisse tomber l'argumentation en cours

Précisions matérielles de la maîtresse.

Interruption de la maîtresse, en reprenant ce que la fille venait de dire.

M.- Ah! Vous avez mis tous ceux qui étaient de la même famille ensemble, alors le champignon et la mousse...

E.- ... (en continuant la phrase de la maîtresse), le champignon pousse sur la mousse.

M.- Ah!, parce que les champignons poussent sur la mousse?

Interrogation de la maîtresse qui remet en question l'affirmation que les enfants viennent de faire, mais les élèves ne l'aperçoivent pas et certains répondent à la fois d'une manière affirmative.

E.- Oui! Oui!

M.- Ah!!

Mélanie.- Quelque fois, pas toujours!

Reprise du raisonnement par le maître, tel qu'il est exprimé par l'enfant.

Reprise du raisonnement de l'enfant, en le questionnant.

M.- Quelque fois, pas toujours...; qu'est-ce que ça veut dire ceci? Mélanie?

Mélanie.- Il y en a même qui poussent dans la terre.

M.- Qu'est-ce qu'il y a, qui pousse dans la terre?

Mélanie.- Des champignons.

E.- ...Et de la mousse.

E.- Les cêpes poussent sur l'herbe...

M.- Les cêpes poussent sur l'herbe?

E.- Sur la terre!

M.- Sur la terre. Et la mousse où est-ce qu'elle pousse?

E.- Sur les arbres.

M.- Sur les arbres. C'est tout?.

E.- Ou par terre.

M.- Ou par terre.

Demande de précisions aux enfants.

Reprise du raisonnement de l'enfant, en le questionnant.

Nouvelle dévolution du raisonnement de l'enfant sous forme de question.

Institutionnalisation relative de la réponse obtenue par le maître.

Alors, vous avez mis champignon et mousse ensemble parce que vous avez pensé qu'ils étaient de la même famille?, ou parce que le champignon poussait sur la mousse?

E.- C'est ça!

Cette exclamation est dite tandis que la maîtresse était en train de parler, parce qu'elle n'a pas laissé le temps de répondre aux enfants et elle a continué à parler, en avançant une possible interprétation de la classification donnée par le groupe "D".

M.- Peut-être que vous avez mis ça aussi ensemble, parce que la pomme de pin, vous aviez pensé qu'elle poussait sur la branche ..., mais est-ce que la châtaigne, pousse sur la bogue?, ou la bogue est-ce qu'elle pousse sur la châtaigne?

E.- Non!. Non!.

E.- Moi, je ne suis pas d'accord!

E.- La châtaigne elle pousse sur l'arbre!

M.- La châtaigne et la bogue, c'est ça, et où, est-ce que ça pousse?

E.- Dans les arbres.

M.- Sur les arbres.

Reprise de la question initiale, et demande de précisions aux enfants.

Interprétation de la maîtresse, en langue courante, de la classification faite par les enfants, avec des questions qui demandent des précisions et de possibles corrections d'erreurs.

Interprétation/correction, en langue courante

E.- Les pommes de pin comme les châtaignes...

La maîtresse essaie de trouver un accord avec le groupe.

M.- Donc, vous avez mis le champignon avec la mousse, parce que le champignon pousse sur la mousse...

Quelques élèves discutent entre eux si c'est sur la terre ou sur la mousse.

M.- Stop!! On arrête!. Ça, ça pose de petits problèmes, mais pour l'instant on s'arrête.

Maintenant, je voudrais savoir ici, qui est le groupe qui a fait ce classement?.

Reformulation de la maîtresse, en langue courante, pour essayer d'avancer

L'institutionnalisation relative faite précédemment par la maîtresse, sur l'endroit où les champignons poussent, n'a pas été reconnue ni acceptée par les élèves qui continuent à discuter la question.

Renoncement explicite de la maîtresse à éclaircir les problèmes suscités, dont elle reconnaît publiquement l'existence.

Nouvelle classification à analyser.

La maîtresse signale le classement "C", et elle le relit à haut voix, en identifiant aussi au groupe qui l'a fait.

M.- Anne, Bertille, Céline, et Sandra: vous avez mis le champignon avec la mousse; Céline, pourquoi avez vous mis le champignon avec la mousse?

Céline.- Parce que ça va ensemble, parce que le champignon pousse par terre, aussi sur la mousse, et...

M.- Bertille!

Bertille- Parce que quelque part les champignons poussent sur la mousse...

La maîtresse répète ce que Berila vient de dire.

M.- Parce que, "quelque part les champignons poussent sur la mousse"; c'est pour ça que vous l'avez mis ensemble?. C'est un petit peu pour la même raison que le groupe précédent. C'est ça?

Quelqu'un d'autre dans le groupe il a quelque chose à ajouter?.... (Personne n'ajoute rien)...

Bon, alors champignon et mousse...

Un élève interrompre à la maîtresse, pour continuer lui-même et finir la phrase commencée.

E.-...parce que ça va ensemble.

Réapparition de l'argumentation de la discussion précédente, que la maîtresse essaie de ne pas reproduire.

M.- (Elle répète) Parce que ça va ensemble!. Maintenant, pourquoi avez vous mis la bogue avec la châtaigne? Jean Marc!

Jean Marc.- Parce que la châtaigne pousse dans la bogue.

M.- (Elle répète) Parce que la châtaigne pousse dans la bogue.

Mais, au départ, quand je vous ai donné, moi, les châtaignes..., elles étaient comment? est-ce qu'il y avait la bogue d'un côté et la châtaigne d'un autre?

Les enfants, épondent tous à la fois à la question de la maîtresse, et celle-ci retient certaines des observations faites.

M.- Ils étaient ensemble, oui; alors, quand vous les avez séparé...

Confusion dans la classe.

M.- Bon, on le laisse comme ça. Il y a rien d'autre à ajouter?. Alors, parce que la bogue va ensemble avec la châtaigne.

La maîtresse renonce à préciser elle-même à nouveau, et reprend la formulation de l'enfant, mais en demandant les précisions à un autre élève.

Clarification matérielle: recours à la contingence.

La clarification apportée par la maîtresse, n'a pas résolu les problèmes des enfants; elle renonce à continuer ses explications et accepte l'argumentation des élèves, pour pouvoir avancer.

Mais ensuite, je ne comprend pas très bien qu'avez vous mis, la branche avec...; c'était la branche de quoi? La branche qui avait du lichen? ou c'était autre chose?

E.- Celle de lichen.

M.- Ah! c'était la branche avec le lichen, c'est ça. Alors, vous avez mis ...

Interruption des enfants en donnant déjà des explications et la maîtresse ne peut pas finir la phrase qui avait commencé: "alors, vous avez mis ... (interruption) la branche avec le gland, pourquoi?", et elle demande simplement le pourquoi.

M.- ...pourquoi Thomas?

Thomas.- Je crois que la branche va avec le gland parce que le gland est le fruit du chêne et la branche..., et la bogue...

Une fille interrompt les explications de Thomas, au moment où elle entend parler de la bogue.

E.- Mais, la bogue n'est pas un fruit!, c'est ce qui protège la châtaigne!

Nouveau groupement de la même classification.

Apparition du terme "fruit".

Réapparition de la polémique: le tout et les parties maintenant dans le fruit.

M.- Ah!. Alors, elle trouve qu'il y a un problème dans ce classement.

Cyril interrompt, il ne comprend pas très bien ce qui se discute, et la maîtresse lui explique les objections faites au classement.

M.- Regarde Cyril, dans ce groupe ils ont dit que la branche avec le lichen ils la mettaient ensemble avec le gland, avec la pigne, avec la bogue, et tout le monde n'est pas d'accord avec ce classement; parce que le gland et la pigne ça va, mais la bogue ça va pas, parce que la bogue n'est pas un fruit; le gland et la pigne ceux sont des fruits, mais la bogue ce n'est pas un fruit...

Les enfants interrompent, mais la maîtresse ignore les commentaires et elle continue ses explications.

M.- ... et la bogue c'est ce qui protège les fruits. Mayte.

Mayte.- Ils avaient mis la bogue avec la châtaigne...

M.- Bon, alors ça, ça va pas. Marie.

Marie.- Et la châtaigne, pourquoi ils ne l'ont pas mis avec le gland, et la bogue avec la branche?

Reformulation de la maîtresse, en langue courante, du débat en cours.

Identification des rapports fruit/graine et plante/fruit.

E.- ...Et la branche n'est pas un fruit.

M.- Sandra.

Sandra.- Le gland, il pousse sur la branche, on les a mis ensemble, pour la pigne c'est pareil, mais la bogue...

Marie.- C'est vrai que la bogue est attachée à la branche, même la châtaigne...

M.- Mais la châtaigne est quand même dans la bogue!...

E.- Nous avons mis les fruits avec les fruits, mais nous n'avons pas mis la châtaigne parce que l'ensemble n'est pas un fruit, je vais dire qui pousse dans les arbres, mais la bogue...

La maîtresse arrête la discussion parce que tandis que la dernière élève parlait, les autres élèves parlent aussi à haute voix, et en plus le discours de la fille était long et plein de petites choses à éclaircir.

M.- Bon, on a un petit problème. Il y en a qui sont d'accord, d'autres qui ne sont pas d'accord. On arrivera à se mettre d'accord sur ce classement-là.

Confusion entre les concepts: "être", "être dans", "être sur", "être attaché", "pousser".

La maîtresse met en évidence les désaccords, et remet à plus tard l'accord.

E.- La branche non plus, elle ne devrait pas être là.

M.- Ah! Et pourquoi?

E.(1)- ...avec la bogue.

M.- Pour quelle raison?

E.- (un E. différent de E(1)) Parce qu'ils sont tout seuls.

E(1).- Parce que la branche n'était pas là.

M.- Non. La branche n'est pas dans le même groupe. On avait dit que..., attention!, que la branche c'était une branche avec de lichen dessus. N'est pas une branche n'importe comment.

Lorraine.- oui, la branche de la pigne ça pique, tandis que la branche du gland ça pique pas.

M.- Lorraine. Maintenant toi, tu nous changes un petit peu de classement.

Là, on avait dit que, avec celui-là on avait un petit problème de classement, parce que tout le monde n'était pas d'accord.

Ce genre de classement c'est vrai qu'il ne nous convient pas tout à fait.

Les élèves continuent le débat, ils n'acceptent pas que la maîtresse ne se prononce pas dans le débat.

Remarques botanistes de la maîtresse: différenciation entre le lichen et une branche support quelconque.

Primat du positif: remarque sur un critère "évident", pas pertinent en rapport au débat en cours.

La maîtresse ne corrige pas l'intervention, simplement signale que celle-ci ouvre un autre type de classement. Elle répète l'existence de désaccords, et essaie d'avancer.

La maîtresse change maintenant de classement, elle prend le dernier classement, celui du groupe "B".

M.- Je voudrais que nous faissions maintenant, celui-ci: le houx avec le fruit...

E.- (Il interrompt) Il n'y avait pas de houx, c'était...

M.- ...c'était du fragon, bon! Pourquoi le houx et les fruits?

E.- Parce que nous avons une branche de houx, et non! de fragon, et puis dessus il y avait des fruits et comme ils étaient attachés, on était sûrs que c'était du fragon.

M.- C'est pour ça que vous les avez mis ensemble?

E.- Parce qu'ils sont de la même famille.

M.- Ah!, parce que c'est de la même famille, parce que ça vient du même arbuste...

E.- Et puis on a mis la bogue avec la châtaigne.

M.- Parce que ça vient ensemble. Et puis la pomme de pin avec l'écorce...

E.- Non, ils n'étaient pas très sûrs; c'est moi qui les ai dit d'écrire ça.

Nouveau classement à analyser.

Reproduction du débat précédent: fruit/branche, être ensemble/être de la même famille...

Reformulation de la maîtresse: du langage botaniste au langage courant.

Renonce à préciser ce qui a été déjà dit: Reprise de l'argumentation de l'élève, telle qu'elle est dite, pour avancer.

M.- Vous n'étiez pas très sûrs?. Vous avez marqué: "on s'arrange pour que l'écorce soit un fruit"...

Réactions de refus de la part des autres élèves.

E.- Non, non!, l'écorce n'est pas un fruit!

M.- Alors, l'écorce n'est pas un fruit?

E.- Mais non, c'est un peu comme la châtaigne et la bogue.

M.- Est-ce que fait ça d'écorce?

E.- Parce que c'est la bogue qui protège la châtaigne, comme l'écorce protège l'arbre.

M.- Bon, d'accord. Mais, est-ce que c'est un fruit?. Même, "si on s'arrange", est-ce que c'est un fruit?

E.- Si tu enlèves la décoration de la bogue, tu arriveras à une écorce...

Attribution du valeur de vérité, dans la pensée naturelle: il ne s'agit pas du valeur binaire de la logique formelle.

Encore le débat part/tout, fruit/plante.

Exemples d'argumentation naturelle: l'utilisation de la métaphore.

La maîtresse renvoie aux élèves leurs argumentations, sous forme de question.

Explicitation de la métaphore: la bogue et l'écorce ont la même fonction de protection.

Coexistence de la logique naturelle et de la logique formelle: la maîtresse, malgré son acceptation explicite de l'argumentation naturelle de l'élève, pose des questions dans les domaines de la botanique ("être un fruit"), et de la logique formelle ("vrai/faux").

Essai de justification, dans la pensée naturelle.

M.- Ah! tu pourras enlever ce que tu veux, que ça (la bogue), jamais elle restera une écorce et ça sera jamais un fruit!

La maîtresse souligne ces phrases avec l'intonation utilisée.

M.- On peut s'arranger comme on veut, mais ça sera jamais un fruit. C'est vrai!

E.- Mais ..., il y a même des fruits qui sont de poison; qu'on peut pas les manger parce qu'ils sont de poison.

M.- Attention!. Est-ce qu'on mange tous les fruits?

E.- Non, non!

E.- Eh, non!

M.- Alors par contre, si vous aviez mis la pomme de pin, pas avec l'écorce,...; "si on s'arrange pour que l'écorce soit un fruit", ça voudrait bien dire que vous considérez que la pomme de pin c'est un fruit?

Impossibilité explicite de la maîtresse d'accepter ce type de justification ("ça sera jamais un fruit"), mais les raisons implicites sont dans le domaine de la botanique et de la logique formelle: l'assertion "une écorce est un fruit" est fautive dans ces domaines-là.

Encore une intervention nouvelle dans le domaine de la pensée naturelle: le raisonnement spontané qui identifie le concept "fruit" et "comestible".

La maîtresse demande la verbalisation explicite sur la nature de fruit de la pomme de pin.

Désaccord parmi les élèves: Mais, oui!, Eh, non!

M.- Est-ce que la pomme de pin est un fruit?

E.- Oui! Oui!

M.- Ah! Alors, dans votre classement la pomme de pin est un fruit, la bogue avec la châtaigne et alors vous parlez de fruits...

Un élève interrompt le discours de la maîtresse.

E.- Je ne suis plus d'accord que la pomme de pin avec l'écorce, ça va pas!

M.- C'est vrai, ça va pas.

Discussion entre les élèves, ils parlent tous à la fois.

M.- Ne vous disputez pas!. On essaie de comprendre et de voir ce qui va dans le classement que vous avez fait, et ce qui ne va pas. C'est pas grave!

Bien, on a remarqué que dans ce classement il y avait quelque chose qui clochait. Ça n'allait pas tout à fait parce qu'on a découvert que l'écorce n'est pas un fruit, maintenant je pose la question...

Interruption d'un élève.

E.- Les écorces sont sur les arbres, les écorces, c'est pas sur le pin...

Les élèves ne rentrent pas dans le discours botaniste sur la nature de fruit, ils restent dans l'argumentation naturelle sur les écorces et les branches.

La maîtresse ignore cette intervention et elle essaie de continuer à éclaircir le classement fait.

M.- Pourquoi vous me dites que la pomme de pin c'est un fruit?

E.- Parce que à l'intérieur elle a des grains de pin qui nourrissent les écureuils.

La maîtresse sourit, il y a des réactions diverses dans la classe.

E.- Pas obligé!

M.- Vous me dites que la pomme de pin est un fruit, parce que à l'intérieur il y a des grains. Bon.

Est-ce que les grains sont faits uniquement pour nourrir les animaux?

E.- Non!

E.- Non! Non!

M.- Elise!

Elisa.- La pomme de pin est un fruit parce que l'arbre fait toujours un fruit.

M.- Ah!, (Elle répète): la pomme de pin est un fruit, parce que l'arbre a toujours des fruits. Ça prouverait bien que c'est l'arbre qui donne des fruits. Attention!...

La maîtresse ignore l'argumentation naturelle ébauchée par l'enfant et essaie de continuer dans le discours botaniste.

Exemple d'argumentation naturelle: mélange de raisons scientifiques ("c'est un fruit, parce qu'il a des grains"), et de critères non pertinents dans ce discours scientifique ("les grains de pin nourrissent les écureuils").

La maîtresse essaie de démêler les raisons des arguments:
- institutionnalise (affirme) la raison
- questionne le reste

Connaissance privée de l'élève.

La maîtresse accepte la connaissance privée de l'élève et l'utilise en lui donnant un certain caractère d'institutionnalisation: elle l'affirme et la prend comme base de son raisonnement.

Réactions dans la classe et nouvelle interruption de la maîtresse.

Thomas: Le sapin n'a pas de fruits.

M.- (Elle répète) Le sapin n'a pas de fruits...

Certains élèves sont d'accord, avec Thomas, et une discussion très vive, entre les élèves et la maîtresse, commence.

E.- Eh oui!, le sapin n'a pas de fruits!

M.- Et comment tu le sais?

E.- (Un autre élève différent à celui que la maîtresse a interrogé) Il y a un fruit pour le faire pousser, pendant l'été.

M.- Ah! Il y a un fruit pour la faire pousser.

M.- Il y a beaucoup des questions, eh? Je voudrais que si quelqu'un a des questions, qu'il lève la main.

M.- Pousser pendant l'été, qu'est-ce que tu voulais dire?

Utilisation d'un contreexemple, mais il est faux.

Reprise du contreexemple de l'élève, mais l'intonation donnée par la maîtresse montre ses réserves.

Connaissance privée fautive.

La maîtresse remet en question la validité de cette assertion, en demandant la source de cette connaissance; ceci n'a pas été fait pour d'autres connaissances privées montrées par les élèves.

Reprise affirmative du raisonnement de l'enfant.

La maîtresse demande de formuler, de préciser, dans le domaine de la botanique.

E.- C'est pas tous les animaux, ce sont quelques animaux, parce qu'il en a que...

Interruption de la maîtresse.

M.- Oui, bon, alors là, il fait des grains, qui étaient mangés par les animaux, mais ça ne sert pas uniquement à donner à manger les animaux. Ça sert à quoi? Estéphan.

Estéphan.- Ça fait repousser des arbres, parce que ce sont des grains.

La maîtresse reformule la phrase de Estéphan.

M.- Ça sert à redonner des arbres.

E.- Tous les arbres!

Mélanie.- Pas tous les arbres.

M.- Quoi? Mélanie!

Mélanie.- C'est du pin.

Marie.- Mélanie elle dit: "pas tous les arbres"...

Interruption de la maîtresse, qui répète la phrase.

M.- Pas tous les arbres!

Remarque réitérative et non pertinente, en pensée naturelle, sur la fonction nutritive des grains pour les animaux.

La maîtresse accepte la remarque spontanée pour avancer, mais elle ne lui suffit pas comme réponse: la maîtresse relance la question botaniste.

Connaissance privée de l'élève.

La maîtresse reformule en langue courante, le raisonnement en termes botanistes fait par l'élève.

Marie.- (Elle continue son discours) ...il y a bien un arbre qu'on coupe et il n'y aura plus de cette race.

Ça veut dire qu'il ne se reproduit pas.

Mélanie.- Oui, tu peux le faire multiplier...

M.- Ah!...

La maîtresse veut reprendre l'intervention de Mélanie, mais Marie lui répond.

Marie.- Tu peux le faire multiplier, comment?

La maîtresse s'impose et coupe le dialogue, en posant une question.

M.- Attendez! Une question: qu'est-ce que ça veut dire se multiplier?

E.- Ça veut dire que quand il en a qui meurent, il y en a qui repoussent...

E.- ...il y en a un autre qui repousse.

M.- Il y en a un autre qui repousse, comment?

Tous les enfants répondent au même temps, la maîtresse a entendu quelque chose sur la pluie et elle la reprend.

Discussion entre deux élèves selon leurs propres connaissances privées.

Rôle modérateur du maître: coupe le dialogue croisé seulement entre deux élèves et essaie de faire avancer la discussion commencée: elle relance sous forme de question l'assertion de Mélanie.

Connaissances privées des élèves, sur la reproduction.

Reprise, sous forme de question, du raisonnement de l'enfant.

M.- Est-ce qu'il va repousser que avec la pluie?

E.- Oui!, Oui!

M.- Mathieu!

Mathieu.- Parce qu'il a laissé faire les grains.

M.- Ah!, Parce qu'il a des grains!, Nicolas!

Nicolas.- Parce que la pluie s'enfoncé et ça fait pousser.

E.- Eh, non! pass toujours!

Nicolas.- Quand la pluie tombe, ça s'arrose et avec le soleil, ça le fait pousser.

M.- Mais d'accord!

Nicolas.- ...Si par exemple on coupe, et après on coupe..., comme les arachides, qui font des grains, on prend les grains et...

Un autre enfant interrompt, mais la maîtresse lui demande de laisser continuer à Nicolas.

M.- Attends! laisse-lui finir. Je ne comprend pas qu'est-ce qu'il dit.

Question dont la réponse exige la maîtrise logique de ce qui est "suffisant" et/ou "nécessaire".

Assertion vraie, mais elle ne donne pas une réponse au question posée

Reformulation de la maîtresse, dans la langue courante.

Formulation naturelle, d'un raisonnement pertinent de réponse.

Formulation en langue courante, qui complète le raisonnement précédent.

Nicolas.- Si pour la grain, l'eau fait pousser la grain, si tu la plantes elle pourra repousser, si tu la coupes...

Maintenant, l'interruption est à la fois provoquée, par les autres enfants et par la maîtresse.

M.- Alors, parce que tu penses que parce que la grain est sous la terre, que la grain elle reste et l'arbre pousse, pousse, ..., et que la grain elle reste. C'est ça?

Réactions hésitantes de la classe.

E.- Non...

M.- Est-ce que la grain reste?

E.- Elle n'a pas de noyau...

Thomas.- Moi, j'avais un figuier, après il était mort, donc l'arbre il n'a pas eu de figues, donc il ne pouvait pas se reproduire...

Apparition de modèles spontanés au moment d'expliquer le raisonnement produit: le grain est "sous" la terre, la plante est "sur".

La maîtresse interprète et formule l'argument sous-jacent, proposé par l'élève.

Incompréhension généralisée avant l'intervention de la maîtresse; celle-ci restreint son discours à une seule question.

Modèle spontané: identification du grain et du noyau.

Subjectivisme dans l'argumentation.

M.- Pourquoi, vous n'avez pas eu de figues? Qu'est-ce que c'est les figues?

E.- C'est un fruit!.

M.- C'est un fruit!

E.- Oui.

M.- Alors comme l'arbre il est mort, il n'a pas donné des fruits. C'est ça?

Thomas.- Après on a remarqué qu'il y avait d'autres branches qui poussaient à la place des mortes.

M.- Il y avait d'autres branches qui poussaient, oui mais, si elle était morte?... Alors, elle n'était pas complètement morte.

Thomas.- Pas complètement morte.

M.- C'est une différence, quand même! Mélanie!

Mélanie.- Si un arbre on le coupe et les autres se reproduisent pas, d'accord, mais chaque arbre a sa graine...

E.- Mais, toi, tu as dit qu'il y en avait certains qui n'avaient pas de graine...

Mélanie commence à s'enerver pour se faire comprendre, et elle commence à répondre, mais la maîtresse intervient.

La maîtresse sort du cadre subjectif de l'élève et pose la question botaniste objective correspondante.

Reformulation botaniste de la maîtresse, de l'argument subjectif de l'élève.

Difficulté des enfants à exprimer, à formuler leurs connaissances privées aux autres enfants.

M.- Mélanie, ne t'enerve pas! tu avais dit qu'il y avait des arbres qui pouvaient avoir des grains, et d'autres pas. C'est ça?

Mélanie.- Non! Je n'ai dit ça.

Marie.- Oui!

M.- Alors, qu'est-ce que tu voulais dire?. Vas y!

Mélanie.- J'ai dit que le pin avait sa grain, mais il y a la grain du pin, la grain du platane,

M.- D'accord!. Ils ont chacun leur graine. Alors par exemple...

Il y a des élèves qui interrompent la maîtresse, mais elle continue son discours.

M.-... Par exemple, si on prend le chêne, où se trouve la graine du chêne?. Elise!

Elise.- C'est le gland. C'est comme l'abricot, il faut planter ... le noyau ...

E.- ...le noyau.

M.- Qu'est-ce que c'est le noyau qu'il y a dans les fruits?, Qu'est-ce que c'est le noyau de l'abricot?

E.- C'est la graine!.

La maîtresse essaie d'aider à formuler son argumentation à l'élève, elle le fait en langue courante.

Reprise du raisonnement de l'enfant, pour avancer en botanique: "Où se trouvent les graines?"

Langage courant, modèle naturel sur la reproduction.

Question de la maîtresse de "traduction", de mise en correspondance des deux langages, courant et botaniste.

M.- C'est la graine. Alors, les graines, où est-ce qu'elles sont?

Les élèves disent plusieurs choses, tous à la fois, mais ils ne répondent pas la question. Alors la maîtresse répond elle-même sa question..

M.- La graine, elle est dans les fruits.

E.- Dans les raisins on les mange...

M.- Dans les raisins, où sont les graines?

E.- Dedans..., oui...

M.- A l'intérieur.

M - Et dans les pommes? Ludovic!

Ludovic.- Il y en avait un qui disait que non...; que par exemple le gland s'il fait un arbre, il est grand, et le gland il est grand comme ça [il signale avec ses doigts la taille du gland]

Tous les enfants veulent lui répondre, la maîtresse intervient.

Reprise de la maîtresse de la question botaniste.

Les élèves ne répondent pas la question.

La maîtresse répond, en langue courante, elle-même sa question.

A nouveau, le modèle spontané d'identification "fruit/comestible".

La maîtresse ignore l'intervention "naturelle" de l'élève, mais lui repose la question sur le fruit qu'il a mentionné.

Reformulation/précision, en langue courante.

Même question sur un autre fruit, la pomme.

Un élève reprend l'argumentation naturelle d'un autre élève: le rapport entre les tailles des plantes et des graines dont elles sont produites..

M.- Ça c'était pour répondre à la question de Pierre, C'est ça?

Ludovic.- Oui.

M.- Pour dire que le pin a grandi, la graine qu'est-ce qu'elle devient?

E.- Les racines....

M.- Bon, pour l'instant ça c'est un peu compliqué.

Marie.- On nous avait expliqué au CE1 que le gland il s'ouvrait, après il y avait un germe qui poussait, puis que le gland pourrissait et puis il était plus rien.

M.- Il disparaissait. Bon.

E.- oui, c'était dans la Découverte au CE1...

La maîtresse ignore le dernier commentaire et elle continue avec l'explication que Marie vient de donner.

M.- ...et qu'après ça donnait un autre arbre...

Marie.- (elle répète, en continuant la phrase de la maîtresse) ... elle disparaît; elle pourrit et elle n'existe plus dans la vie de l'arbre.

La maîtresse essaie de reconduire la discussion dans le domaine de la botanique.

Reconnaissance explicite de la maîtresse de la difficulté du débat en cours: chaque nouvelle intervention des enfants augmente la complexité des connaissances en jeu.

Référence explicite à "l'histoire" de la classe, c'est un appel à la "mémoire" collective du système, des connaissances faites publiques en CE1.

La maîtresse ignore ces références, mais utilise le raisonnement exprimé par l'élève.

M.- Bon, alors nous avons la graine, elle va donner un autre petit arbre, et on la trouve dans le fruit.

On s'arrête là, pour le moment. Mathieu?

Mathieu.- Et la fraise? On voit pas vraiment s'il y en a des graines...

E.- ...Oui! il y en a l...

E.- ...On recommence! (C'est un commentaire privé, d'une fille à sa copine)

M.- Alors, la fraise...

La maîtresse doit arrêter, parce qu'il y a un moment de discussion collective, où tous les enfants parlent à la fois, et c'est possible seulement d'entendre quelques commentaires:

E.- ...c'est comme la pomme!

E.- oui, oui, je sais..., elles sont toutes petites!

C'est dernière phrase est en référence aux graines de la fraise.

M.- Vous ne dites des choses, mais je ne suis pas sûre. Il faudra revoir ça.

Synthèse botaniste, institutionnalisée par la maîtresse, résumé du débat.

Nouvelle remise en question des enfants, du concept "graine".

Réactions et réponses diverses des enfants à cette nouvelle ouverture du débat: refus, reprise...

La maîtresse relativise tout ce qui vient d'être dit, dans ces derniers commentaires, et elle annonce une analyse postérieure.

E.- ...Dans la pêche il y a noyau, mais dans la fraise il y a des graines...

E.- ...Non, il n'y en a pas!

Beaucoup de commentaires à la fois.

M.- Excusez-moi, mais j'entends rien. Jean Sebastien?

Jean S.- Pour la pêche, c'est le noyau.

M.- alors, qu'est-ce que c'est le noyau?

J.S.- ...C'est la graine...

M.- Alors, c'est la graine. Marie?

Marie.- Ecoute Carroll, tu sais?, quand tu ouvres, d'accord!, mais le gland il y a son germe à l'intérieur...

M.- Son germe (corrige la maîtresse).

Marie.- (elle rectifie et reprend son discours),... son germe à l'intérieur, eh bien, on va pas le percer, il s'ouvre tout seul!

M.- Oui, c'est ça!

Nouvelle discussion des élèves sur le terme botaniste "graine" et le terme courant "noyau". Les enfants n'ont pas accepté en fait, la synthèse botaniste que la maîtresse venait de réaliser.

Une élève débat avec une autre, en utilisant ses connaissances privées et publiques (CEI), pour clarifier le processus de la reproduction.

La maîtresse ratifie ce qui vient d'être dit.

Nouvelle discussion entre tous les élèves à la fois.

E.- C'est pas de graines!

E.- Ouil

M.- On arrête! Une dernière question, puisqu'il faut qu'on regarde les autres classements.

E.- Par exemple, le platane,..., pour le platane...

M.- Le platane c'est quoi?

E.- Le platane il n'a pas de fruits!

M.- Alors, il n'a pas de fruits!! Qui t'a dit qu'il n'a pas de fruits?

E.- Thomas!

E (un autre élève différent).- Mais Thomas, il n'est pas spécialiste!

M.- Pour en être sûr, qu'est-ce que tu pourrais faire?

Mais le reste d'élèves ne semble pas accepter ces raisonnements et se lance à nouveau dans la discussion, malgré l'essai de la maîtresse pour l'arrêter.

La maîtresse demande la source de l'assertion faite, c'est-à-dire son domaine de validité.

Diverses domaines de validité en jeu: subjectif (les enfants, eux-mêmes ou d'autres), social, (les spécialistes: ce sont les diverses institutions de la société qui reconnaît leurs spécialistes; pour les enfants, ce qui un spécialiste?), scientifique (les botanistes, institution sociale de référence de la maîtresse dans son cours), expérimental (recours à l'expérience)...

E.- Il a rien qui tombe!

M.- Ah! Il dit ça, parce qu'il voit rien qui tombe. Parce que les fruits, tu penses, qu'ils tombent toujours?

Avis très partagés parmi les élèves: Ouil, Non!

M.- Maintenant on arrête!! Ça devient très compliqué. Moi, j'en sais rien..., Peut-être on va essayer de chercher tout ça...

Nouvelle interruption des élèves, mais la maîtresse continue...

M.- Je voudrais...et c'est à vous de chercher, peut-être à la maison, vous verrez...

Je voudrais qu'on continue...

Ils continuent encore la discussion.

E.- ...Quand tu ouvres, dans la banane tu vois des espèces des petites boules...

M.- Maintenant je voudrais, ...puisque le temps passe, je voudrais qu'on continue.

Ici, ils ont fait un classement et voilà qu'est-ce qu'ils ont mis: Ça c'était le groupe, je crois, qu'ils avaient fait des observations, mais qui n'avait pas vraiment fait un classement des objets.

Nouvelle explicitation de la difficulté du débat, de plus en plus complexe, maintenant avec l'entrée en jeu des domaines de validité des assertions que chacun soutient.

Les élèves n'acceptent pas d'interrompre, et ils essayent de continuer.

C'est la maîtresse qui arrête la discussion et relance l'analyse d'un nouveau classement de la journée précédente.

Ils ont dit que la pomme de pin nourrissait les écureuils..., comme ça ils l'avait mis toute seule, ...bon, d'abord c'est pas obligé, c'est vrai; ensuite ils avait mis "que le gland sert à faire pousser un chêne", ça c'est vrai

E.- On pourrait faire deux classements, celui-ci c'est ce qu'on mange, pour faire nourrir, et celui-là pour faire pousser...

M.- C'est-à-dire, qu'est-ce que tu mettrais ensemble?

Personne répond à la question, chaqu'un continue à dire ce qu'il pensait.

E.- Ça c'est un classement et tu peux pas reproduire de choses.

E.- Elle nourrit pas tous les écureuils, la pomme de pin...

M.- C'est vrai!, mais attend! Ils disent ici quelque chose, je voudrais bien comprendre ce qu'ils disaient, et j'aimerais que vous compreniez aussi.

E.- On pourrait faire un classement, les fruits qui se mangent et qui peuvent faire pousser un arbre...

La maîtresse juge le travail fait: ce qui est vrai, pas vrai ou douteux, toujours dans le domaine de la botanique.

1ère suggestion de classement.

Egocentrisme des arguments utilisés par les élèves: difficulté à examiner d'autres argumentations, ou d'autres points de vue.

La maîtresse fait un appel à la disponibilité des enfants pour comprendre les arguments des autres.

2ème suggestion de classement.

M.- Mais, est-ce que c'est le fruit qui donne l'arbre?

E.- Ouil, ouil.

M.- Le fruit on le mange. Est-ce que c'est le fruit qui donne l'arbre? Est-ce que c'est le fruit qui fait pousser l'arbre?

Questionnement sur l'assertion faite par l'enfant.

Utilisation de la maîtresse, d'un argument naturel (identification fruit/comestible), pour mettre en évidence ce qui l'intéresse maintenant: la différenciation fruit /graines.

E.- Des fois c'est le fruit, des fois c'est ce qui est à l'intérieur..., la châtaigne...

E.- Non!, Non!

E.- Si tu prends la châtaigne, et tu la mets par terre, ça va faire comme le gland, ça va s'ouvrir...

E.- Non!

E.- Il dit que les fruits qu'on mange, de fois on les plante par terre et ça fait un arbre....

E (1).- Pas tous!..., parce que la châtaigne..., non, le gland...

E.- Eh! C'est ce que je veux dire!

M.- ...laissez-le finir!

E(1).- ...la châtaigne, elle se mange pas!

E.- Si!

E.- ...la châtaigne, si, ça se mange...

E.- ...Cuite!.

M.- Ecoutez! Cyril! Il y en a qui en mange d'autres qui n'en mangent pas. Qu'est-ce que tu veux! Ça dépend aussi du goût des gens. Ludovic!

Ludovic.- On peut faire deux classements...

Discussion entre les enfants sur les fruits, leur caractère comestible, la reproduction, etc., avec un mélange total de "raisons", "arguments", exemples, contre-exemples (pas toujours bien employés)...

Intervention civique-sociale de la maîtresse, sur la pluralité et la diversité des goûts des gens.

3ème suggestion pour faire un nouveau classement.

M.- Ecoutez donc, au lieu de parler tous en même temps.

Ce qu'il veut dire c'est que là dedans, on peut mettre ensemble de choses, c'est-à-dire, qu'est-ce que tu mettrais ensemble?

E.- La pomme de pin nourrit les écureuils, avec...

E.(un autre élève différent finit la phrase)- ... avec la châtaigne!

M.- Avec la châtaigne..., est-ce que tu le mettrais avec la châtaigne qui sert à nourrir les gens?

E.- Oui, oui!

M.- Là, vous êtes d'accord. Mais...

E.- Mais le gland..., les cochons le mangent...

M.- Absolument! Mais, si tu mets le gland là dedans, ça veut dire que ça sert à nourrir...

La maîtresse laisse la phrase incomplète, mais personne la finit, alors ell-même la continue.

M.- ...Sert à nourrir les animaux et les gens, mais ça sert aussi à faire pousser...

La maîtresse appuie la suggestion et propose à son tour la méthode: quoi mettre ensemble?

Introduction d'une nouvelle distinction dans le caractère "servir à nourrir", selon le sujet nourrit: animaux, personnes.

La maîtresse accepte la distinction dans le caractère proposé, mais le "reconduit" vers le critère botaniste de la reproduction.

E.- Il continue la phrase de la maîtresse)...d'autres choses..

M.- ...d'autres arbres. Vous m'avez dit que la châtaigne on a vu, que si on met des châtaignes on aura des châtaigniers, si on met le gland aussi, et le pomme de pin?

E.- Il a des petites graines, qu'on peut manger!

M.- Oui! Bon on a encore un autre classement! Ils ont mis:

- La pigne plus la bogue de la châtaigne, plus le gland, plus le fruit du fragon; et ils l'on mis ensemble justement parce qu'ils étaient...

E.- ...Fruits!

M.- ...Des fruits!

E.- Ils ont mis la bogue...

M.- Mais ils n'ont pas parlé de la bogue toute seule, ils ont parlé de la bogue avec la châtaigne, tout ensemble.

Marie.- ...C'était la bogue qui tient la châtaigne.

M.- D'accord Marie!

Interruption en pensée naturelle, que la maîtresse ignore, pour avancer vers un autre classement, précisément celui des fruits..

Encore le problème de la bogue: la partie et le tout, la graine et le fruit.

E.- Combien aviez vous de châtaignes?

E.- Mais c'était la bogue avec les châtaignes!

Il y a beaucoup d'élèves qui ne sont pas d'accord avec la décision de la bogue et de la châtaigne.

M.- Ensuite...Ils ont fait ça: ils ont mis d'un côté les fruits, de l'autre côté l'écorce de l'arbre avec le lichen et la mousse; pourquoi vous les avait mis ensemble?

E.- Parce que l'écorce vient de l'arbre..., la mousse pousse par terre à coté de l'arbre...

M.- L'écorce c'était "l'écorce avec le lichen". Mayte!

Mayte.- Parce que le lichen pousse sur l'arbre.

M.- Alors, parce que le lichen pousse sur les écorces. C'est ça?

Difficulté des enfants pour classer plusieurs objets semblables: difficulté logique, tous les objets semblables appartiennent à la même classe d'équivalence, ils sont équivalents, et un seul représentant suffit pour déterminer la classification.

Continue le désaccord pour classer la bogue et la châtaigne ensemble.

La maîtresse ignore les désaccords sur le classement des fruits et continue avec l'autre groupement d'objets.

Argumentation naturelle: la proximité physique des objets, c'est un rapport qui en pensée naturelle amène fréquemment à les considérer avec les mêmes propriétés, ou confondre celles-ci entre eux, dans un même raisonnement. (Voir WERMUS)

Déclaration de la maîtresse, sur le milieu matériel.

Reformulation/précision de la maîtresse, mais sous forme de question.

E.- Ça pousse par terre!

M.- Alors, ça pousse par terre le lichen? Marie?

Marie.- Le lichen c'est une mousse, une sorte de mousse.

M.- Alors, est-ce que le lichen est une mousse?

E.- Oui, oui!

Marie.- Une sorte de lichen.

M.- Je ne suis pas sûre.

Marie.- Le lichen, il pousse sur les écorces et les écorces il y a par tout dans les arbres, et au pied de l'arbre c'est la mousse qui pousse.

C'est pour ça qu'on avait mis tout ça ensemble.

M.- Bon!, Et après pourquoi vous avez mis la branche de fragon toute seule?

Questionnement de part de la maîtresse, de la réponse de l'élève, pour essayer de préciser.

Connaissance privée de l'élève.

Mise à distance explicite de la maîtresse des réponses des élèves; celle-ci est basée sur des connaissances botaniques privées de la maîtresse, inconnues par les élèves.

Exemple d'argumentation naturelle basée sur la contingence et la "transduction" (WERMUS).

La maîtresse renonce à mettre en question de nouveau, l'argumentation faite et continue.

E.- Parce qu'on savait pas avec quoi la mettre.

M.- Alors, vous saviez pas avec quoi la mettre...

Marie.- Elle n'allait pas bien, ni avec les fruits, ce n'est pas un fruit, et puis avec la mousse, ... n'était pas pareille...

M.- Ce n'est pas un fruit! Qu'est-ce qu'elle faisait la branche de fragon avec les feuilles?...

Vous l'éliminez complètement pour ne pas la mettre là (les fruits). Ça (le fragon) n'a aucun lien avec ça (les fruits).

E.- Oui, avec les fruits peut-être...

M.- pourquoi?

Marie.- Parce que les feuilles de fragon font des fruits.

Résistance à accepter la négation comme caractère de définition d'une classe: le primat du positif; certains élèves, même en reconnaissant que l'objet ne vérifie pas le critère de classe qu'ils ont choisi, n'acceptent pas ceci comme un nouveau critère de classe.

Questions de la maîtresse pour essayer de reconduire le classement à deux classes: fruits et pas fruits.

M.- (Elle répète, la phrase de Marie) Parce que les feuilles de fragon font des fruits.

Marie.- On aurait pu faire un autre classement avec les fruits de fragon aussi...

M.- Vous auriez pu faire un autre classement, comment?

Marie.- La branche de fragon avec les fruits de fragon.

M.- Mais, alors vous auriez mis des fruits d'un côté et d'un autre...

Marie.- Mais non! On aurait fait un classement avec tout ensemble et un autre avec ces deux-là (la pigne et la châtaigne avec la boque) ...

E.- Si le lichen avait été, pas sur l'écorce, sur une branche, on aurait mis la branche de fragon là.

Mais comme il n'y avait pas d'autres...

M.- Ah! Vous n'aviez pas d'autres branches. C'est pour ça que vous l'aviez mis toute seule. D'accord!

Vous avez bien voulu séparer tout ce qui était fruit; ensuite tout ce qui poussait sur l'arbre, et ensuite ce qui était branche, séparée du reste.

E.- D'abord on a essayé de mettre d'un côté la branche de fragon et de chêne et voir le reste, mais après...

La maîtresse prend et dirige l'argumentation de Marie pour obtenir la classification visée.

Reformulation /interprétation de la maîtresse, en langue courante, de la classification faite; l'acceptation du critère "ce qui pousse sur l'arbre", posera plus tard, des difficultés.

La maîtresse en interprétant le sens du discours de la fille finit la phrase à sa place:

M.- D'accord, c'est parce que vous avez décidé de classer en mettant les fruits d'un côté et de l'autre côté tout ce qui n'était pas fruit, ... c'est ça?

E.- Oui, voilà! nous avons trouvé des choses qui pouvaient aller ensemble: ça nous faisait une classification, après la branche de fragon...

M.- D'accord! Mais alors, pourquoi vous n'avez pas mis l'écorce avec le lichen et la mousse et puis la branche et les feuilles de fragon, si vous avez décidé de mettre d'un côté les fruits et de l'autre côté le reste?

Pourquoi vous n'avez pas mis tout ça (ce qui n'est pas un fruit) ensemble?

E.- Parce que...

Les élèves du groupe n'ont pas de réponse, et la maîtresse demande directement à une des filles du groupe.

M.- Elise!

Elise.- Une branche et l'écorce avec le lichen n'est pas tout à fait la même chose...

Suggestion de la maîtresse, d'introduction de la négation comme critère.

Le primat du positif.

La maîtresse continue vers la réinterprétation de la classification: fruits/pas fruits.

Les enfants ne rentrent pas dans les explications de la maîtresse: ils continuent avec leur discours.

M.- C'était pas la même chose, d'accord! Marie?

Marie.- Moi, je crois que la branche était petite et que l'écorce c'est grand...

M.- Est-ce que c'est une question de taille?

Personne ne répond,
Marie continue son
argumentation:

Marie.- ...La branche de fragon n'était pas vraiment une écorce... on pouvait pas les mettre ensemble....

...La branche et l'écorce: les ressemblances ne sont pas suffisamment "fortes"...

M.- Mayte!

La maîtresse cherche la réponse de Marie, pour essayer d'avancer.

Même Marie qui a des connaissances privées botaniques sur les fruits, la reproduction, etc., quand est pressée par la maîtresse pour accepter la reconduction de la classification commence à utiliser différents types d'arguments naturels pour la refuser: la taille comme critère...

Une autre élève qui peut offrir des raisonnements support à la maîtresse; elle est aussi du groupe qui a élaboré ce classement.

Mayte.- Parce que l'écorce et le lichen sont sur un arbre, mais la branche et les feuilles de fragon sont pas sur un arbre.

M.- Pourquoi?

Mayte.- C'est l'arbre ...

M.- C'est un arbuste disons...

E.- Mais non!

M.- Bon alors, vous voyez que c'est pas facile de classer, parce qu'il y a des choses qui sont mélangées.

Vous aviez dans ce classement des choses qui étaient mélangées, vous ne saviez pas très bien...

Ce classement c'est un peu plus clair parce qu'on a classé, on a choisi ce qui était pareil, dans ce classement là...

E.- ...Les fruits...

M.- ...Le fait qu'il ait des fruits et puis...

E.- Tout ce qui était de la même famille et puis...

M.- Ce que vous saviez que c'étaient des fruits, c'est ça?

Encore les difficultés sur l'écorce, la branche, être sur un arbre, être un arbuste, etc.

Reconnaissance explicite de la maîtresse de la difficulté du travail de classification.

La maîtresse veut utiliser ce dernier classement comme exemple ou résumé du travail de classification.

E.- Mais la bogue n'est pas un fruit!

Certains enfants lui repliquent.

E.- Mais non!...

E.- Mais c'était la châtaigne qui était dans la bogue...

E.- La bogue c'est un élément du fruit!

E.- Elle est contre nous!

M.- Mais non!, elle essaye d'expliquer. C'est parce qu'ils ont considéré que la bogue et la châtaigne ça va ensemble, ça fait partie du fruit...

Marie.- Autrement elle (la bogue) aurait resté tout seule; ça serait ennuyeux.

M.- Ah! C'est ennuyeux!

Marie.- ... on savait déjà la branche de fragon...

M.- Ce que j'aimerais savoir, puisque vous parlez des fruits: qu'est-ce que c'est un fruit? D'où il vient?

E.- De l'arbre...

M.- Ils poussent dans les arbres....

Et encore la bogue!: réouverture de la discussion.

Des précisions apparaissent: "être un élément de", "fait partie de"...

Difficulté des élèves à accepter les classes unitaires: un élément isolé, qui ne rentre pas dans les critères trouvés "est ennuyeux"

Volonté de la maîtresse de réaliser un travail direct en botanique: "qu'est-ce que c'est un fruit?", "D'où il vient?".

Reproduction de toutes les argumentations et raisonnements sur les fruits produits précédemment par les élèves.

E.- Il y en a qu'on mange...

M.- Il y en a qu'on mange et d'autres qu'on ne mange pas...

E.- Elle dit que la bogue c'était un fruit, c'est d'accord, mais nous, nous l'avions séparée de la châtaigne...

M.- Alors, ... la châtaigne n'est pas un fruit?

E.- Oui, oui, c'est un fruit!

E.- Mais non, c'est comme l'écorce...

M.- Moi, je crois qu'il va falloir se mettre d'accord, parce que vous n'avez pas tous la même idée de qu'est-ce que c'est un fruit...

Il y a des réponses multiples à la dernière question implicite de la maîtresse, sur qu'est-ce que c'est un fruit.

E.- Oui, oui!

E.- La pomme.

E.- La châtaigne...

La maîtresse utilise le désaccord existant entre les élèves, pour le mettre en évidence, et justifier un besoin de recherche de documentation et du travail botaniste à ce sujet.

Les enfants se lancent à nouveau à répondre.

M.- Comment pourrait-on nous mettre d'accord, ou se mettre d'accord, pour savoir, si ces choses-là sont des fruits, ou elles ne sont pas des fruits? Pierre?

Pierre.- Nous chercherons à la maison?

M.- Ah! tu chercheras à la maison.

E.- Eh, non!

M.- Et pourquoi pas? Où est-ce que tu vas chercher à ta maison?

Pierre.- Dans le dictionnaire des grandes feuilles.

E.- Elle a un herbier, avec des feuilles de châtaigne, et d'autres feuilles...

M.- Tu chercheras comme les autres, tu regarderas tout ce qui tu as.

M.- Pour finir, on se pose une question... Vous voyez bien qu'on a énormément de mal pour faire ce classement; c'est difficile, parce que tout le monde n'est pas d'accord sur les mêmes choses...

La question qu'on se pose c'est: Qu'est-ce que c'est un fruit?

Vous allez essayer d'apporter des réponses.

On est d'accord qu'on les trouve sur les arbres.

Est-ce que tout le monde est d'accord sur ce que c'est une graine?

La maîtresse essaie de motiver la recherche personnelle de documentation botaniste, ce qui n'est pas évident pour tous.

La maîtresse signale une dernière fois la difficulté du travail de classification fait la séance précédente, et elle cherche à faire une synthèse de ce qui a été dit et accepté par les enfants, dans le débat à propos des fruits et des graines.

Melisa! Dis moi, qu'est-ce que c'est une graine?, et donnez-moi un exemple de graine.

Melisa.- On la trouve dans les fruits...

M.- Alors, on la trouve dans les fruits...

E.- Dedans...

M.- A l'intérieur ou à l'extérieur, alors sur les fruits...

E.- ... Pour la banane ...

E.- ... Et pour la fraise...

M.- J'aimerais bien vérifier qu'il y a des graines sur la fraise et sur la banane...

Tout le monde parle à la fois, mais la maîtresse continue.

M.- ...Et comment il pousse, le bananier.

E.- On mange les graines...

M.- On arrête. Les questions, elles sont posées, vous allez chercher des réponses à la maison et après nous les verrons ensemble.

C'est la maîtresse qui rouvre la discussion sur les graines et la reproduction.

Problèmes avec les fruits "non-typiques": fraise, banane, etc. (Voir les travaux de OLERON sur la typicalité).

La maîtresse annonce la fin de la séance et la recherche à la maison des réponses aux questions posées.

ANNEXE-3

Fiches didactiques du "Jeu du voyage":

- 1ère expérimentation (87/88)
- 2ème expérimentation (88/89)

ANNEXE-3

FICHES DIDACTIQUES
(1ère expérimentation)

TITRE: "Jeu de voyage"

NIVEAU : CM-2

BUT : 1. Elaboration d'un projet dans le but de trouver une décision collective.

2. La mise en évidence des règles du jeu de la classification.

1ère SEANCE: COLLECTE DES DONNÉES.

DATE :20-05-1988

DURÉE PREVUE : 45 minutes.

BUT : Recherche collective des moyens pour arriver à des solutions: définition des critères visant à trouver la décision la plus satisfaisante pour la plupart des élèves.

Réponses individuelles à ces critères. (Recueil des données).

MATERIEL : 1 petite feuille de papier et 1 stylo, par enfant.

CONSIGNE

- "Nous sommes partis en voyage à La Rochelle. Ce lieu et les activités que nous y avons faites ont été déterminés par diverses contraintes: finances, activités possibles, etc.

- Maintenant nous allons faire un jeu d'organisation de voyage collectif sans ces contraintes-là...(réactions de la classe)!!!

- Nous voulons partir ensemble en vacances et que ces vacances soient le plus satisfaisantes possibles, pour la plupart des élèves. (réactions de la classe)!!!

- Comment organiser ce voyage?. Parce que, vous n'aimez pas tous les mêmes choses et il faudra se mettre d'accord pour pouvoir partir ensemble!."

On laisse un moment.

Réactions de la classe: j'aime la mer !, moi la campagne !
....!

Le maître prend les initiatives des enfants comme exemple de ce qu'il vient de dire:

- "Voyez vous? vous n'est pas d'accord!

- Donc, nous pouvons commencer par connaître les goûts de chacun, pour passer les vacances. Faisons une enquête sous forme de questions sur ce que vous préférez.

- Chacun va préparer 3 ou 4 questions pour cette enquête et après nous l'établirons ensemble.

Attention, il faut pouvoir y répondre par oui ou par non!

- Ecrivez ces questions sur la feuille."

DEROULEMENT PREVU

PHASE 1: Individuelle.

Les élèves écrivent les 3 ou 4 questions qu'ils ont choisies individuellement (durée: 5 minutes).

PHASE 2: Collective.

Le maître collecte oralement tout d'abord les différentes questions.

Puis, ensemble, on élabore le questionnaire (le maître retiendra particulièrement des questions discriminantes, c'est-à-dire celles que la classe aurait tendance à rejeter, tout en conservant des questions de caractère plus général. A retenir pas plus de 15 questions.

On numérote au fur et au mesure qu'on écrit les questions au tableau.

(durée: 15 à 20 minutes).

PHASE 3: Individuelle.

Chaque élève répond au dos de sa feuille, par oui ou par non à toutes les questions de l'enquête (durée: 5 à 10 minutes compris la reprise des feuilles par le maître).

CARACTERE DIDACTIQUE DE LA SEANCE

Toute cette leçon, c'est dans l'ensemble une situation d'action où les élèves cherchent les questions (PHASE 1) et après ils répondent (PHASE 3).

Seulement dans la PHASE 2, il y a une situation de débat ou de validation collective, des questions posées par les élèves, sur la pertinence des critères qu'ils ont cherchés. Mais elle doit être juste pour accepter ou rejeter les critères proposés, pas plus.

2ème SEANCE : EXPLORATION DE LA MATRICE DES DONNÉES.

DÉBUT DE CLASSIFICATION.

DATE : 21-05-1988.

DURÉE PREVUE : 1 heure.

BUT : Déchiffrage des données obtenus avec le questionnaire sous forme de tableau (savoir lire un tableau à double entrée, codée, dimension aproximative 15 x 20).

Trouver la proximité ou l'éloignement des élèves et des questions (2 à 2 d'abord, puis par petits paquets), en observant les coïncidences et les différences.

Élaboration d'un debut de classification des enfants en fonction de leurs réponses (de critères choisis), et qui fournit des solutions possibles à la question posée : Où partir ensemble en vacances?.

MATERIEL :

Pour les élèves:

- 1 feuille polycopiée par élève sur laquelle se trouve le tableau des réponses codées (tableau incomplet).

- la feuille de la séance précédente à chaque élève

Pour le maître:

- 1 grande feuille pour afficher au tableau, identique à celle des élèves.

- la liste des élèves codée par ordre alphabétique

PREPARATION : Le maître doit préparer la matrice des réponses de toute la classe, à partir des réponses individuelles, en laissant vides quelques parties, pour les compléter avec les enfants. Cette matrice doit être affichée au tableau pour commencer la leçon. Il devra faire aussi des feuilles polycopiées avec cette matrice, pour chaque élève.

DEROULEMENT PREVU :

PHASE 1 : Déchiffrer le tableau et le compléter.

Distribution des feuilles polycopiées (petites matrices) et des feuilles des réponses individuelles de la séance précédente.

REMARQUE: En même temps les enfants regardent le grand tableau affiché au mur et ils font des conjectures sur lui.

Commentaires possibles des élèves:

- "nous reconnaissons le questionnaire que nous avons fait hier!"

- "il y a 26 chiffres et nous sommes 26 en classe!"

- "on ne voit que des 1 et des 0!"

- "qu'est-ce que ça peut signifier?"

CONSIGNE 1 : "Voici le tableau récapitulatif de l'enquête. Il est incomplet. Que manque-t-il?"

REMARQUES (pour le maître, pour compléter le tableau):

Le maître dans le cas d'absence d'une ou de plusieurs remarques des élèves, guidera (ou même dira) les élèves pour comprendre la signification du tableau.

Il faudra que les élèves reconnaissent les questions (choisies ensemble à la séance précédente) à gauche, leur code chiffré par rapport à l'ordre alphabétique, dans les numéros de la ligne, et le code des réponses 0 =non, 1 = oui, (qui sera noté sur la feuille polycopiée et au tableau).

Le maître donne son code personnel à chaque élève (1, c'est Stéphanie...). Vérification rapide.

CONSIGNE 2 : "Vous allez regarder si vos réponses personnelles se retrouvent bien sur le tableau".

- Travail individuel sur la feuille polycopiée: les élèves devront se reconnaître dans le tableau et vérifier si les codes sont exacts.

- Puis un élève va venir vérifier oralement son questionnaire au tableau. Son voisin contrôle ce qu'il dit avec le questionnaire.

REMARQUES (pour le maître): Il peut se poser le problème de numéroter les questions, dans le tableau: plus aisé pour comparer les réponses individuelles du questionnaire, alors elles seront en plus numérotées.

Donc, si la vérification est trop longue demander si quelqu'un a trouvé un moyen rapide.

Réponses possibles: -numéroter les questions sur le tableau

-coder les réponses (1,0) sur les réponses individuelles.

CONSIGNE 3 : "Maintenant que vous avez compris à peu près ce tableau, nous allons essayer de compléter les cases vides.

Le n° 6 va donner ses réponses au questionnaire et vous allez compléter la colonne correspondante. Ainsi quand il le fera au tableau, vous vérifierez si c'est juste".

- Le n° 6 l'exécute et on vérifie.

- "Nous allons compléter la partie vide.

Chaque élève qui doit compléter vient au tableau avec son voisin qui dictera pour toute la classe les réponses au questionnaire (non codées).

Chaque élève doit donc compléter les cases vides de sa feuille polycopiée, en même temps que celui qui est au tableau".

PHASE II - Exploration de la matrice des données.

CONSIGNE 4 : "On va regarder, si maintenant, nous pouvons tirer quelques conclusions à partir des données recueillies par l'enquête, sur les questions, et sur les élèves.

Par exemple, sur les questions:

- Est-ce qu'il y a quelque chose que tout le monde aime?" (1 partout). Réactions de la classe!...

- Quelles sont les choses préférées par la classe? (un grand nombre de 1). Réactions de la classe!...

Sur les élèves:

- L'élève n° 8 et l'élève n° 16, est-ce qu'ils ont les mêmes goûts? ils pourraient partir ensemble en vacances? Réactions de la classe!...

CONSIGNE 5 : "Maintenant c'est à vous de poser des questions aux quelles on peut y répondre avec la matrice et qui peuvent nous aider, pour faire le choix de notre voyage.

Par 2, vous regardez vos tableaux et vous écrivez les questions que vous avez à proposer aux autres. Il faut aussi préparer les réponses à ces questions-là."

DÉROULEMENT PREVU :

- Les élèves écrivent deux ou trois questions qu'ils ont choisies et leurs réponses, par groupes de deux. (durée 5 minutes).

- Le maître demande les questions trouvées, à un groupe quelconque et laisse une petite pause, afin de laisser réfléchir à tout le groupe sur la réponse à donner.

- Puis, le maître demande à un élève de répondre à la question posée et à ceux qui l'ont formulée, de l'accepter ou pas, toujours en donnant des raisons.

- Le maître refait ce processus avec plusieurs groupes, en essayant de trouver des questions "différentes".

- Selon le déroulement et au fur et à mesure des découvertes, le maître cherchera d'autres remarques significatives (s'il la croit pertinente), par exemple:

- que chaque élève essaie de trouver s'il y a d'autres élèves qui ont fait exactement les mêmes réponses que lui au questionnaire. Et de le prouver.

- chercher plus de deux élèves avec les mêmes réponses

- un élève avec des réponses tout à fait dissemblables du

reste de la classe etc...

- Quand le maître juge que le fonctionnement de la matrice pour en tirer des informations est compris, il faut arrêter et conclure ce travail.

PHASE III_- CONCLUSION : Un début de classification

CONSIGNE 6 : "Est-ce que vous pensez que maintenant nous pouvons conclure le jeu, en faisant déjà un choix sur les conditions du voyage, pour partir ensemble en vacances et, rappelez vous!, que celles-ci doivent être le plus satisfaisantes pour la plupart des élèves?". Réactions de la classe: oui!, non!, etc.

"Vous allez réfléchir d'abord individuellement, sur quelques questions que je vais vous donner pour conclure, et après nous essayerons ensemble de nous mettre d'accord, s'il le faut!.

"Voici les questions:

- Quelles caractéristiques, tu choisirais, parmi celles que nous avons, pour déterminer les conditions du voyage (que ce soit le plus satisfaisant pour la plupart des élèves!)? (6 caractéristiques maximum).

- Pour quoi?

- Est-ce que tu crois nécessaire ou important de parler de certaines caractéristiques, pour pouvoir arriver à trouver un accord de toute la classe? Si oui, lesquelles? Explique ou justifie ta réponse.

- Quels groupements des élèves tu proposerais pour partir ensembles (si on pouvait avoir plusieurs autobus) et quelles caractéristiques aurait le voyage que chaque groupe pourrait faire?"

- Les élèves répondent individuellement (durée prévue 10 minutes).

- Après le maître commence un débat sur les réponses données à chaque question par les enfants et il essaye de faire arriver le groupe à une décision commune et acceptée, si possible, à l'unanimité. (Durée prévue: 10 à 15 minutes).

CARACTERE DIDACTIQUE DE LA SEANCE

Dans cette séance il y a, pour l'enfant des situations d'action individuelles et collectives: les enfants complètent la matrice et y cherchant des réponses aux questions posées par le maître, ils posent aussi des questions auxquelles eux mêmes essaient de répondre...

Il y a aussi des situations de débat, avec des preuves demandées: la phase d'exploration des données et d'obtention des premières conclusions et le débat final de prise de décision et de "négociation" de cette décision.

La formulation va être présente et décisive pendant toute la séance, autant celle du maître que celle des enfants. Le caractère social de la leçon (prise de décision collective) se base sur cette affirmation.

D'autre part, la précision, dans cette formulation, va être aussi nécessaire pour pouvoir poser les questions, que pour les répondre.

Il faut remarquer que de possibles difficultés exprimées par la formulation, en réalité relèvent des difficultés du raisonnement, provenant de la confrontation entre la logique formelle (opérations logiques de négation, conjonction, disjonction, implication des propriétés etc.) et la logique naturelle (avec ses propres opérations sur les prédicats amalgamés: centration, décentration, etc., les préfoncteurs, les inférences protologiques, etc....).

Les débats devront servir à éclaircir ces difficultés, souvent masquées dans les leçons ordinaires, entre les propres enfants, et ces débats donneront aussi au maître la possibilité d'affronter ces difficultés, de leurs donner un statut, de pouvoir en parler avec les élèves et en définitive d'essayer de les résoudre ensemble.

FICHES DIDACTIQUES
(2ème expérimentation)

TITRE : "Jeu de voyage"

NIVEAU : CM-2

1ère SEANCE: COLLECTE DES DONNÉES.

DATE : Novembre 1988

DURÉE PREVUE : 45 minutes.

MATERIEL : 1 petite feuille de papier et 1 stylo, par enfant.

BUT: Présenter et préparer le jeu

- donner un sens à la situation d'agrégation
- obtention des données pour l'élaboration de la matrice

CONSIGNE

- "Aujourd'hui on va faire un jeu.
- Nous allons devenir une agence de voyage pour enfants, qui doit organiser - bien sûr! - des voyages, en groupe, pour pouvoir partir pendant les vacances. Réactions de la classe...!
- Vous savez comment une agence de voyage fonctionne: elle cherche différentes propositions à faire à ses clients, c'est à dire, des voyages avec des caractéristiques différentes -lieux et activités qu'on peut réaliser- différentes, celles qui lui permettent de satisfaire les goûts, et les inclinations diverses de ses clients.
- Donc, si nous devons organiser des voyages pour enfants, nous devons connaître leurs différents goûts sur les caractéristiques de ces lieux et des activités. Comment faire? Réactions de la classe...
- Par exemple, vous, quels sont vos goûts?

(Le maître propose à titre d'exemple: vous promener, faire de l'escalade... Réactions de la classe!...Voyez vous? vous n'êtes pas d'accord!).

-Pour cela vous allez jouer maintenant le rôle d'éventuels clients (vous êtes aussi des enfants!) et pour connaître les goûts de chacun, préparons une enquête sous forme de questions sur ce que vous préférez:

- Chacun va préparer 3 ou 4 questions pour cette enquête et après, nous l'établirons ensemble.

- Je retiendrai aussi les questions pour lesquelles vous n'êtes pas d'accord!

Attention, il faut pouvoir y répondre par oui ou par non!

- Ecrivez ces questions sur la feuille."

DEROULEMENT PREVU

PHASE 1: Individuelle.

Les élèves écrivent les 3 ou 4 questions qu'ils ont choisies individuellement (durée: 3 minutes).

PHASE 2: Collective.

Le maître collecte oralement tout d'abord les différentes questions.

Puis, ensemble, on élabore le questionnaire (le maître retiendra particulièrement des questions discriminantes, c'est-à-dire celles qui montrent les désaccords, et que la classe aurait tendance à rejeter, tout en conservant des questions de caractère plus général). A retenir pas plus de 15 questions.

On numérote les questions au fur et à mesure qu'on les écrit au tableau.

(durée: 15 à 20 minutes).

PHASE 3: Individuelle.

Chaque élève répond au dos de sa feuille, par oui ou par non à toutes les questions de l'enquête (durée: 5 à 10 minutes y compris la reprise des feuilles par le maître).

PHASE 4: Collective.

Le maître propose aux enfants d'étudier les réponses faites.

- "Pour savoir ce que chacun d'entre vous a répondu et pour que chacun sache aussi ce que les autres ont répondu il faut

présenter ces réponses. Comment faire?" (réactions de la classe l...)

S'il n'y a pas de propositions de la part des enfants, dont le maître puisse profiter, il propose lui-même de faire un tableau. Il commence l'élaboration du tableau, mais il s'arrête et propose aux élèves:

- "C'est long, on va s'arrêter là, et demain je vous l'amènerai déjà fait".

CARACTERE A-DIDACTIQUE DE LA SEANCE

Toute cette leçon, c'est dans l'ensemble une situation d'action où les élèves cherchent les questions (PHASE 1) et après ils répondent (PHASE 3).

Seulement dans la PHASE 2, il y a une situation de débat ou de validation collective, des questions posées par les élèves, sur la pertinence des critères qu'ils ont cherchés. Mais elle doit être juste pour accepter ou rejeter les critères proposés, pas plus.

2ème SEANCE : EXPLORATION DE LA MATRICE DES DONNÉES.

JEU DE L'AGENCE DE VOYAGE

DATE : Novembre 1988.

DURÉE PREVUE : 1 heure.

BUT : Déchiffrement des données obtenues avec le questionnaire sous forme de tableau (savoir lire un tableau à double entrée, codé, dimension approximative 15 x 20).

Trouver la proximité ou l'éloignement des élèves et des questions (2 à 2 d'abord, puis par petits paquets), en observant les coïncidences et les différences.

MATERIEL :

Pour les élèves:

- 1 feuille photocopiee par élève sur laquelle se trouve le tableau des réponses codées (tableau incomplet).

- la feuille de la séance précédente à chaque élève
- 1 feuille blanche

Pour le maître:

- 1 grande feuille pour afficher au tableau, identique à celle des élèves
- la liste des élèves codée par ordre alphabétique

PREPARATION : Le maître doit préparer la matrice des réponses de toute la classe, à partir des réponses individuelles, en laissant vides quelques parties, pour les compléter avec les enfants. Cette matrice doit être affichée au tableau pour commencer la leçon. Il devra faire aussi des feuilles photocopiees avec cette matrice, pour chaque élève.

DEROULEMENT PREVU :

PHASE 1 : Vérifier et compléter le tableau.

Distribution des feuilles photocopiees (petites matrices) et les feuilles des réponses individuelles de la séance précédente.

CONSIGNE 1 : "Voici le tableau récapitulatif de l'enquête (réactions de la classe!).

-Vous allez regarder si vos réponses personnelles se retrouvent bien sur le tableau".

- Travail individuel sur la feuille photocopiee: les élèves devront se reconnaître dans le tableau et vérifier si les codes sont exacts.

- Puis un élève va venir vérifier oralement son questionnaire au tableau. Son voisin contrôle ce qu'il dit avec le questionnaire.

- Certains élèves ont leur colonne incomplète.

CONSIGNE 2 : "Le tableau est incomplet. Que manque-t-il?"

(Réactions des élèves qui "manquent" dans le tableau...!)

- "Nous allons compléter les cases vides".

Le n° x va donner ses réponses au questionnaire et vous allez compléter la colonne correspondante. Ainsi quand il le fera au tableau, vous vérifierez si c'est juste".

- Le n° x s'exécute et on vérifie.

- "Nous allons compléter maintenant la partie vide.

Chaque élève qui doit compléter vient au tableau avec son voisin qui dictera pour toute la classe les réponses au questionnaire (non codées).

Chaque élève doit donc compléter les cases vides de sa feuille polycopiée, en même temps que celui qui est au tableau".

(D'abord on remplira la colonne vide et après les cases vides.)

REMARQUES (pour le maître, pour vérifier et compléter le tableau):

Il faudra que les élèves reconnaissent les questions (choisies ensemble à la séance précédente) à gauche, leur code chiffré par rapport à l'ordre alphabétique, dans les numéros de la ligne, et le code des réponses 0 = non, 1 = oui, (qui sera noté sur la feuille polycopiée et au tableau).

Le maître donne son code personnel à chaque élève (1, c'est Stéphanie...). Vérification rapide.

PHASE II - Exploration de la matrice des données: Dépouillement de l'enquête

CONSIGNE 3 : "On va regarder, si maintenant, nous pouvons tirer quelques conclusions à partir des données recueillies par l'enquête, sur les questions, et sur les élèves.

Par exemple, sur les questions:

- Est-ce qu'il y a quelque chose que tout le monde aime?" (1 partout). Réactions de la classe!...

- Quelles sont les choses préférées par la majorité? (un grand nombre de 1). Réactions de la classe!...

- Quelles sont les questions sur lesquelles il y a des désaccords?

Sur les élèves:

- Est-ce que l'élève n° x et l'élève n° y ont fait le même choix? Pourraient-ils partir ensemble en vacances? Réactions de la classe!...

CONSIGNE 4 : "Maintenant c'est à vous: quelles remarques pouvez vous faire avec les renseignements que vous donne le tableau?

Par 2, vous regardez vos tableaux et vous écrivez les remarques que vous avez à proposer aux autres. Il faut aussi pouvoir les prouver."

DÉROULEMENT PREVU :

- Les élèves écrivent deux ou trois remarques qu'ils ont choisies et leurs preuves, par groupes de deux. (durée 5 minutes).

- Le maître demande les remarques trouvées, à un groupe quelconque et laisse une petite pause, afin de laisser réfléchir les autres.

- Puis, le maître demande à un élève de prouver cette remarque ou de la rejeter et à ceux qui l'ont formulée, de l'accepter ou pas, (toujours en prouvant).

- Même processus avec plusieurs groupes, en essayant de trouver des remarques "différentes".

- Selon le déroulement et au fur et à mesure des découvertes, le maître cherchera d'autres remarques significatives, par exemple:

- chaque élève essaie de trouver s'il y a d'autres élèves qui ont fait exactement les mêmes réponses que lui au questionnaire, et de le prouver.

- chercher plus de deux élèves avec les mêmes réponses

- chercher un élève avec des réponses tout à fait dissemblables du reste de la classe etc...

PHASE III - JEUX du choix des voyages.

JEU n° 1: Les élèves clients de l'agence de voyage

CONSIGNE 5 : "Pouvez vous dire les caractéristiques du voyage qui conviendrait le mieux à chacun?". Réactions de la classe!

"Chacun peut choisir 4 caractéristiques du voyage (lieu et activités)".

- Exécution rapide individuelle et vérification en commun du choix de certains élèves.

"Maintenant, pour utiliser ces informations, en tant qu'agence de voyage, j'ai préparé des "voyages" avec 4 caractéristiques aussi. Vous pouvez choisir, comme clients de l'agence, un de ces voyages à condition que vous ayez choisi dans l'enquête les 4 caractéristiques du voyage désiré.

Voici les 5 voyages proposés. Trouvez celui (ou ceux) où vous pouvez vous inscrire"

Exécution individuelle.

- Mise en commun des choix faits, remarques sur certains élèves qui ne peuvent choisir aucun des voyages.

REMARQUES (sur le Jeu): On peut faire la potentialité de chaque voyage (combien d'élèves pourraient prendre le voyage A, le B, le C, etc. et on le note, pour connaître le voyage majoritaire.

On peut "imposer" aussi de simuler la réalité du départ: on ne peut pas alors s'inscrire à deux voyages, donc il faut choisir: lequel?.

JEU n° 2: Les élèves agents de voyage

CONSIGNE 6 : "Maintenant c'est vous les organisateurs du voyage.

Quels voyages pourriez-vous organiser, avec 4 (ou 5) de ces caractéristiques, de façon que tous les élèves puissent choisir, au moins, un de ces voyages?

- Exécution individuelle.

- Le maître vérifie pour 2 ou 3 propositions. Compter ensemble combien d'élèves satisfont aux caractéristiques du voyage proposé.

- S'il y a beaucoup de propositions, chaque groupe compte le nombre de voyageurs possibles par voyage.

CONSIGNE 7: "Quel voyage pourriez-vous organiser, avec 4 de ces caractéristiques et qui pourrait réunir le maximum d'élèves? Combien d'élèves pourraient "acheter" votre voyage?

(Même déroulement que la consigne 6)

CONSIGNE 8: "Si on voulait organiser maintenant, un voyage pour tout le groupe, quelles caractéristiques choisiriez-vous,

parmi celles que nous avons, pour que ce voyage soit le plus satisfaisant pour la plupart des élèves?"

CARACTERE DIDACTIQUE DE LA SEANCE

Dans cette séance il y a, pour l'enfant des situations d'action individuelles et collectives: les enfants complètent la matrice et y cherchent des réponses aux questions posées par le maître, ils posent aussi des questions que eux-mêmes essaient de répondre....

Il y a aussi des situations de débat, avec des preuves demandées: la phase d'exploration des données et d'obtention des premières conclusions et le débat final de prise de décision et de "négociation" de cette décision.

La formulation va être présente et décisive pendant toute la séance, autant celle du maître que celle des enfants. Le caractère social de la leçon (prise de décision collective) base cette affirmation.

D'autre part, la précision, dans cette formulation, va être aussi nécessaire pour pouvoir poser les questions, que pour y répondre.

Il faut remarquer que de possibles difficultés exprimées par la formulation, en réalité relèvent des difficultés de raisonnement, provenant de la confrontation entre la logique formelle (opérations logiques de négation, conjonction, disjonction, implication des propriétés etc.) et la logique naturelle (avec ses propres opérations sur les prédicats amalgamés: centration, décentration, etc., les préfoncteurs, les inférences protologiques, etc....).

Les débats devront servir à éclaircir ces difficultés, souvent masquées dans les leçons ordinaires, entre les propres enfants, et ces débats donneront aussi au maître la possibilité d'affronter ces difficultés, de lui donner un statut, de pouvoir en parler avec les élèves et en définitive d'essayer les résoudre ensemble.

ANNEXE-4

Fiches didactiques de "Classification
des plantes":

- 2ème expérimentation (88/89)

ANNEXE-4

FICHES DIDACTIQUES
(2ème expérimentation)

CLASSIFICATION DES PLANTES

1ère Séance : Recherche de critères visant
la Classification des Plantes.

NIVEAU : CM-2

DATE : 15-11-1988

DUREE PREVUE : 50 minutes.

BUT: Chercher les critères (ressemblances, ou différences) qui permettent de dire qu'une plante est semblable ou différente d'une autre.

MATERIEL:

- Les plantes à classer (le plus différentes et variées possibles) étiquetées (ANNEXE-1).
- 1 feuille blanche, par enfant
- livres de botanique, encyclopédies, dictionnaires, etc

PREPARATION: Le maître doit préparer la distribution des plantes parmi les différents petits groupes de la classe (avec 2 ou 3 enfants), afin de donner la même plante à des groupes différents, et à chaque groupe une variété de plantes qui lui permettra d'obtenir des caractères différents.

Les plantes doivent être étiquetées pour pouvoir les identifier.

- Renseignements botaniques sur les plantes choisies (pour le maître) (ANNEXE-2)

~ ANNEXE-1 ~

Préparation: SELECTION DES PLANTES (88/89)

- Fougère. Plantes n° 1-2-3-24-19. T: 2-24.
- Acacia. Plantes n° 4-51-9. T: 51-9.
- Pin. Plantes n° 5-7-10. T: 5-10.
- Mousse. Plantes n° 6-8-57. T: 8-57.
- Chêne. Plantes n° 62-13-11. T: 13-28.
- Fragon. Plantes n° 17-21-41. T: 17-21.
- Châtaigne. Plantes n° 20-22. T: 20-22.
- Arbousier. Plantes n° 26-33-55-18. T: 55-18.
- Houx. Plantes n° 28-40-12. T: 40-12.
- Bruyère. Plantes n° 49-56-14. T: 49-14.
- Ronce. Plantes n° 43. T: 43.
- Plantain. Plantes n° 15-16. T: 15.

Plantes à ajouter, après l'élaboration de la matrice des réponses:

- Rosier. T: R.
- Champignon. T: CH.
- Lichen. T: L.

Les chiffres placés à droite de la lettre T, indiquent les plantes choisies pour les mettre dans le tableau. Exemple T: 2-24, signifie que nous avons pris la fougère étiquetée avec le n° 2, et avec le n° 24, pour répondre aux questions posées dans le tableau.

CLASSIFICATION DES PLANTES

TYPE FEUILLES	CARACTÉRISTIQUES						
	Nom	Reproduction	NERVURES	Arrangement des feuilles	Forme générale de la feuille	État de la feuille	État de la feuille
FEUILLES	FRAGON	Fleur blanche ou fruit (boute rouge) sous feuille	penneés	X	entier avec une épine à la base	entier	
	PLANTAIN	épi fleurs ou portant des graines	parallèles		allongé	entier	
	CHÊNE	Fleur mâles/écorce Fleur femelles glands	penneés	X	lobe	lobes arrondis	
SIMPLES	CHÂTAIGNIER	idem chêne pour fleurs Châtaignes	penneés	X	allongé	denté	
	ARBUSIER	Fleur blanche en grappe Arbouse (fruit rouge graine)	penneés	X	dentés	denté	
	HOUX	Fleur blanche discrète boute rouges (boute)	penneés	X	dentés	épineux	
	PIN	Fleurs mâles (épi) Fleurs femelles (boute) pomme de pin	parallèles		X	aiguille	entier
	BRUYÈRE	Fleur en grappe Fruit à l'intérieur de la fleur séchée	penneés				entier
	MOUSSE	Spores	ni nervures ni vaisseaux		X	feuilles allongées pointues serrées les unes contre les autres	
feuille	FOUGÈRE Aigle	Sibers et sporophytes (frondes mâles)	penneés	X	penneés	découpé	
Composées	ACACIA	grappes de fleurs blanches gousses de graines	penneés	X	feuilles alternées, composées; folioles non dentées, et de 5 folioles		
	RONCE	Fleur blanc rose mâle	penneés	X	épineux	feuilles alternées composées penneés à folioles dentées petite épine	
	ROSIER	fleur Cynorhodon	penneés	X	épineux	Folioles en nombre variable	
PAS DE FEUILLES	LICHEN	Tas de fleur Spores	pas de vaisseaux	pas de feuilles			
	CHAMPIGNON	Tas de fleur Spores	"	pas de feuilles			

- ANNEXE-2 -

Renseignements botaniques sur les plantes à observer.

DEROULEMENT PREVU

PHASE 1: Recherche des critères (par petits groupes)
(Durée: 25 minutes)

CONSIGNE (5 min.): "Aujourd'hui nous voulons classer les plantes ramassées dans le bois".

Est-ce que vous savez ce que signifie "classer"?
(Réactions de la classe: mettre ensemble, faire de groupements, etc.)

"Classer signifie: mettre ensemble ce qui se ressemble; alors classer les plantes, signifie faire de groupements, qui nous permettent de mettre ensemble les plantes qui se ressemblent, qui ont de caractères communs.

Donc, pour classer les plantes, nous devons connaître leurs caractères (ressemblances ou différences) qui nous permettra de dire qu'une plante est semblable ou différente d'une autre.

Pour cela, nous allons faire comme l'autre jour, pour le jeu du voyage:

1. Vous allez établir une liste de questions aux quelles on pourra répondre par oui ou par non, et

2. qui devront nous servir pour pouvoir mettre ensemble les plantes que se ressemblent et pour les séparer de celles qui sont différentes.

Attention! les feuilles de la même plante doivent être, bien sûr, ensemble, dans le même groupement quand on fera la classification!

- Distribution des plantes aux différents groupes. (5 min.)

- Travail par groupe de 2 enfants, avec plusieurs plantes pour observer plus de caractères différents. (Diverses groupes doivent avoir les mêmes plantes). (Durée: 15 minutes)

PHASE 2 Elaboration d'une liste collective de critères (Durée: 25 minutes)

- Le maître réalise la mise en commun des critères choisis par chaque groupe: il retiendra spécialement les questions qui sont communes à plusieurs groupes, mais aussi toutes celles qui sont

discriminantes pour réaliser les différentes classifications botaniques: la nervure, la forme, etc.

La précision et la pertinence des critères choisis, sont deux caractéristiques que le maître doit avoir présentes pendant cette phase. Néanmoins, il peut recevoir normalement la formulation spontanée des élèves (si c'est compris, et acceptée pour les autres enfants), mais dans une seconde étape il faudra "reconnaître" et utiliser le langage scientifique.

REMARQUE : La précision dans la définition des critères, qui est tout le vocabulaire spécifique de la botanique (limbe, pétiole, tige, fleur, fruit etc...) demandera de renseignements sur ceux-ci, travail pour lequel le maître aura préparé les livres adéquats: manuels, dictionnaires, encyclopédies, etc.

Le maître finira la séance quand il aura une liste de critères (même si c'est prévisionnel), acceptés pour tout le groupe, qui le permettra continuer la séance suivante, bien en clarifiant certains critères (si la liste était prévisionnel), ou bien en commençant à la faire fonctionner sur les différentes plantes, pour obtenir une matrice des données (plantes/critères).

FICHES DIDACTIQUES
(2ème expérimentation)

CLASSIFICATION DES PLANTES

2ème SEANCE : Caractérisation des Plantes

NIVEAU : CM-2

DATE : 19-11-1988

DUREE PREVUE : 1 heure.

BUT : Précision dans la définition des critères, attribution des critères aux plantes.

MATERIEL :

- Les plantes à classer (voir liste-annexe des plantes et commentaires) étiquetées (numérotées ou avec des lettres)
- 1 feuille blanche, par enfant
- 1 feuille polycopiée pour chaque enfant, avec le vocabulaire botaniste selon les différents types, formes, et nervures des feuilles des plantes
- 1 document de botanique (pour chaque groupe de deux enfants): livres de botanique, encyclopédies, dictionnaires, etc
- loupe binoculaire
- des nouvelles plantes à classer: champignon, rosier, lichen, acacia (frais).

PREPARATION: Elaboration de la matrice plantes/critères, avec les réponses justes, pour que le maître puisse connaître la difficulté de l'attribution des critères aux différentes plantes choisies et aussi pour qu'il puisse comparer et/ou corriger les possibles erreurs des enfants.

DEROULEMENT PREVU

PHASE I: Attribution des critères (petit groupe)

CONSIGNE 1: "Le dernier jour nous avons établi une liste commune de questions, qui devra nous servir à classer les plantes. Aujourd'hui, nous allons prendre les plantes une à une et répondre à ces questions.

Les plantes sont numérotées, 1, 2, 3...

Chaque équipe va avoir quelques plantes et vous allez répondre à la liste des questions pour ces plantes-là."

- Travail par groupes de 2 enfants (10 minutes).

- **REMARQUE:** Si les enfants trouvent de difficultés pour répondre à certaines questions sur certaines plantes, le maître proposera de chercher des réponses dans les documents de botanique et s'ils ne trouvent pas, ils laissent ces questions sans réponse, en attendant une clarification collective.

PHASE II Initiation coll. de la matrice des données

CONSIGNE 2: "Chaque groupe a répondu aux questions proposées, sur plusieurs plantes, maintenant nous allons rassembler tous ces renseignements obtenus, sous forme de tableau, pour pouvoir les examiner et les analyser ensemble."

DEROULEMENT PREVU

- Initiation du tableau global.

- Le maître appelle au tableau le groupe d'élèves qui a répondu sur la première plante choisie, et tandis qu'un enfant montre la plante (sèche et frais), l'autre remplit la colonne correspondante dans le tableau. Chaque réponse donnée, il faut la relier avec la question respective, ne pas le faire du façon "automatique", comme une suite de nombres.

- Certaines équipes n'auront pas les mêmes réponses pour les mêmes plantes, ce qui demandera un travail de redéfinition collective des critères ou une vérification de ceux-ci.

- Les désaccords possibles:

- mauvaise formulation du critère: ce qui exige la reformulation, l'acceptation ou le rejet de celui-ci. (feuilles découpées, f. rigides ...)

- difficulté d'attribution: regarder par le binoculaire (nervure du pin, caractéristiques des feuilles de la mousses...)

- impossibilité de réponses avec le matériel: recours aux livres, dictionnaires, flora, etc. (les fleurs, les champignons...)

- méconnaissance des concepts exprimés dans les critères: distribution des feuilles photocopiées avec vocabulaire botaniste (PHASE- III)

PHASE III: Précisions sur le vocabulaire botaniste

Durée: 15/30 minutes, selon les difficultés des enfants dans la séance précédente et dans la PHASE-I.

DEROULEMENT PREVU

- Distribution des photocopies avec le vocabulaire des feuilles: types, formes, nervures...

- Réflexion par groupes, à l'aide de la feuille de vocabulaire, sur les doutes et difficultés rencontrés à la PHASE-I : révision des réponses faites précédemment.

- Clarification, par le maître, des critères confus ou ambigus de la séance et de la phase précédentes, et introduction du vocabulaire et des concepts nécessaires pour pouvoir répondre aux questions du tableau et aux difficultés des élèves.

REMARQUE: Le travail de redéfinition et Attribution de critères prendra le temps nécessaire pour la clarification et acceptation par toute la classe des réponses données, peut-être le reste de la séance.

Si au contraire, il reste un peu de temps, on continue le tableau en ajoutant de nouvelles plantes.

La séance aura une durée totale approximative de 1 heure.

- La séance finira avec le tableau des réponses complètes, ou bien, s'il n'a pas le temps, le maître annonce son intention de le finir dans la prochaine séance.

FICHES DIDACTIQUES
(2ème expérimentation)

CLASSIFICATION DES PLANTES

2

3ème Séance: Elaboration et analyse de
la Matrice de Données

DATE: 21-11-88

DUREE PREVUE: 1 heure

BUT: Elaboration collective de la matrice des données et lère analyse.

MATERIEL :

- les feuilles de travail des enfants, de la séance précédente, réponses des questions sur quelques plantes.
- les plantes de la séance précédente, choisies par le maître pour remplir le tableau:
- des plantes fraîches: les mêmes que les sèches plus, deux variétés de champignons, deux lichens, des mauves, des feuilles de chêne avec un gland.
- une loupe binoculaire
- livres de botanique, dictionnaire, encyclopédies, etc.
- liste des questions posées par les élèves, critères et ses réponses sur les plantes sélectionnées (pour le maître)

DEROULEMENT PREVU

- En fonction du travail de la séance précédente, ou bien on continue l'élaboration du tableau, selon le déroulement expliqué dans cette séance-là, ou bien on commence. Dans ce dernier cas:

PHASE 1 Elaboration collec. de la matrice des données

CONSIGNE 1: "Le dernier jour vous avez répondu aux questions proposées, sur plusieurs plantes, pour essayer d'obtenir sur celles-ci, des caractères, des critères qui nous permettrons de classer les plantes, c'est-à-dire de mettre ensemble les plantes qui se ressemblent et de les séparer de celles qui sont différentes.

Aujourd'hui, nous allons rassembler tous ces renseignements obtenus, sous forme de tableau, pour pouvoir les examiner et les analyser ensemble."

DEROULEMENT PREVU

- Mise en forme du tableau global.
- Le maître appelle au tableau le groupe d'élèves qui a répondu sur la plante n° 3 (la première choisie), et tandis qu'un enfant montre la plante (sèche et frais), l'autre remplit la colonne correspondante dans le tableau.
- Certains équipes n'auront pas les mêmes réponses pour les mêmes plantes, ce qui demandera un travail de redéfinition collective des critères ou une vérification de ceux-ci.
- Les désaccords possibles:
 - mauvaise formulation du critère: ce qui exige la reformulation, l'acceptation ou le rejet de celui-ci. (feuilles découpées, f. rigides ...)
 - difficulté d'attribution: regarder par le binoculaire (nervure du pin, caractéristiques des feuilles de la mousses...)
 - impossibilité de réponses avec le matériel: recours aux livres, dictionnaires, flora, etc. (les fleurs, les champignons...)

Le travail de redéfinition et attribution de critères prendra, toute la séance, qui finira une fois le tableau complété, en ajoutant certaines plantes nouvelles (pas observées en classe dans la séance précédente), ce qui devra servir de vérification collective, de reconnaissance des critères sur toute sorte des plantes, les plus diverses.

PHASE 2 Première analyse du tableau (durée: 10 min.)

Le maître finira la séance en faisant faire aux enfants de remarques sur les tableau, en rapport au but du travail: la classification des plantes

CONSIGNE 2: "Voici le tableau avec les réponses aux questions posées, sur plusieurs plantes parmi celles que nous avons observées le dernier jour; on l'a complété avec vos réponses"

- Quelles remarques pouvez vous faire à l'aide du tableau, sur les plantes ou les critères qui peuvent nous aider à classer ces plantes?

exemple:

- Est-ce qu'il y a des plantes avec les mêmes caractères?
- Est-ce qu'il y a de caractères "rares"?
- Est-ce qu'il y a de caractères qu'on retrouve souvent?
- etc.

FICHES DIDACTIQUES

(2ème expérimentation)

CLASSIFICATION DES PLANTES

4ème SEANCE : Classification spontanée des Plantes

Présentation des Classifications Botaniques.

NIVEAU: CM-2

DATE : 18-11-88

DUREE PREVUE : 45 minutes

BUT :

* Le franchissement des obstacles liés à la classification spontanée des élèves: la centration sur les aspects positifs (avoir un caractère) des propriétés en négligeant les négatifs (ne pas avoir un caractère), l'identification/réduction de la

classification à la partition (groupements centrés sur une seule caractéristique).

* L'interprétation et l'élaboration de petits diagrammes d'arbre (avec 3 ou 4 noeuds: 3 ou 4 caractéristiques) pour les classifications.

* L'élaboration des classifications selon 3 ou 4 critères simultanés.

MATERIEL :

- les plantes de la séance précédente, choisies par le maître pour remplir le tableau:
 - des plantes fraîches: les mêmes que les sèches plus. un champignon, un lichen, une rose.
 - une loupe binoculaire
 - livres de botanique, dictionnaire, encyclopédies, etc.
 - petites et grande matrices des données (questions/plantes)
- (Voir ANNEXE-T: Tableau-F2A, et Tableau-F2B).

DEROULEMENT PREVU

PHASE I Classification spontanée des plantes (15 min)

- Le maître a devant lui plusieurs plantes diverses et rappelle aux enfants le but du tableau:

CONSIGNE: "Ce tableau devrait nous servir à classer les plantes, c'est-à-dire à les grouper en mettant ensemble celles qui se ressemblent. Maintenant on va essayer avec les plantes que nous avons.

- Avez vous une proposition à faire?"

- Soit un élève propose une classification acceptable (selon des critères convenables) et tout le monde accepte, alors on continue. S'il n'y a pas d'accord, le maître tranche la discussion.

- S'il n'y a pas des propositions, c'est le maître qui le fait, exemple: plantes avec des piquants ou pas.

**PHASE 3 : Interprétation d'un petit arbre
de classification botanique. (10 minutes)**

DEROULEMENT PREVU

- Donner un petit arbre (2 ou 3 noeuds), avec le caractère de chaque noeud, l'interpréter et le faire "remplir" avec les ensembles et sous-ensembles, des plantes, respectives.

- Différentiation entre la classification botaniste et celle faite par les élèves.

- Introduction du vocabulaire des classifications botanistes: famille, espèce, genre, branchement ...

ANNEXE-3: Réponses au travail à proposer aux élèves.

Critères à donner aux enfants, (sous forme d'étiquette), pendant la PHASE-2, pour l'élaboration d'une classification "guidée", et la solution que les enfants devraient obtenir:

CM2A

A = <nervure, épine, fruit>.

Rép.: 3-51 (acacia), 43 (ronce), R (rosier).

B = <nervure, épine, pas fruit>

Rép. = ϕ

C = <nervure, pas d'épines, fruit>

Rép. = 5-10 (pin), 12-40 (noix), 17-21 (fragon),

14-49 (bruyère), 16 (plantain), 18-55 (arbousier),

20-22 (châtaignier).

D = <nervure, pas d'épines, pas de fruit>

R = 8-57 (mousse), 2-24 (fougère).

Il reste à classer: L (lichen), (CH) (champignon).

Etiquette E = <sans nervure, sans épine, sans fruit>

CM2B

A = <épine, fruit, dentées>

Rép. = 43 (ronce), R (rosier)

B = <épine, fruit, pas dentée>

Rép. = 3-51 (acacia)

C = <pas d'épines, fruit, dentée>

R = 18-55 (arbousier), 20-22 (châtaignier)

D = <pas d'épines, pas fruit, pas dentée>

R = 2-24 (fougère), 8-57 (mousse), CH (champignon),

L (lichen)

Il reste à classer: 5-10 (pin), 16 (plantain), 12-40 (noix), 17-21 (fragon), 14-49 (bruyère).

Etiquette, E = <pas d'épines, fruit, pas dentée>

Pour la PHASE-3: "Interprétation d'un petit arbre de classification botanique", les critères choisis "fruit-épines-feuille simple" et ses négations, donne les classes suivantes:

<fruit-épines-f.composée>; Réponse = 9-43-51-R

<fruit-épines-f.simple>; Réponse = ϕ

<fruit-pas d'épines-f.composée>; Réponse = ϕ

<fruit-pas d'épines-f.simple>;

Réponse = 5-10-12-13-14-16-17-18-20-21-22-28-40-49-55.

<pas fruit-épines-f.composée>; Réponse = ϕ

<pas fruit-épines-f.simple>; Réponse = ϕ

<pas fruit-pas d'épines-f.composée>; Réponse = 2-24

<pas fruit-pas d'épines-f.simple>; Réponse = 8-57

A classer restent CH et L, il faudrait créer une nouvelle étiquette <pas fruit-pas d'épines-pas feuilles>.

FICHES DIDACTIQUES
(2ème expérimentation)

CLASSIFICATION DES PLANTES

7ème SEANCE : Etude des Classifications Botanistes

NIVEAU : CM-2

DATE : 15-12-1988

DUREE PREVUE : 1 heure.

BUT: Reconnaissance des critères et des classifications botanistes qui en résultent.

- Connaître les objectifs de ces classifications.

CONSIGNE: "Nous avons fait des classifications de plantes avec les critères que nous avons choisis.

Aujourd'hui, nous allons regarder ce que les botanistes proposent, sur quels critères."

DEROULEMENT PREVU

PHASE 1: Analyse et comparaison de deux Classifications botanistes.

PHASE-1A: Distribution, analyse et commentaires de la 1ère classification des plantes en quatre divisions, avec de critères et des "étiquettes" pour chacune. (10 min.). Travail collectif, après une brève étude individuel de la classification.

(Voir feuille-1, photocopiée de "L'encyclopédie illustrée des PLANTES"¹).

PHASE-1B: Distribution sans commentaire de la 2ème feuille de classification.

(Voir feuille 2 de classification photocopiée du livre " ")

1. Ed. Dessain et Tolra. Paris, 1975 (1ère ed.), 1986 (3ème ed.)

Travail individuel des enfants de comparaison des deux classifications: "Retrouvez-vous les groupes des plantes de la 1ère classification et ses étiquettes, dans cette nouvelle classification?". Par écrit. (5 min.)

Mise en commun des découvertes des élèves et synthèse, si nécessaire, de la part du maître en comparant les deux classifications. (10 min.)

PHASE 2: Pourquoi les classifications botanistes?

Détail de la classification dès le règne jusqu'à l'espèce. (15/20 min)

Distribution, lecture et commentaire de la feuille 3 de classification.

(Voir feuille 3 photocopiée de "L'encyclopédie illustrée des PLANTES").

PHASE 3: Présentation de classification botanique de CARL VON LINNE² Différents niveaux de classification.

Présentation du système de classification botanique de CARL VON LINNE et de la nomenclature des différents niveaux de classification. (10 min.)

- Distribution et commentaire de la feuille 4 de classification, avec la classification de C. VON LINNE et les différents niveaux de classification: règne - embranchement - classes - ordres - familles - genres - espèce - individu. (Voir feuille 4, de classification photocopiée).

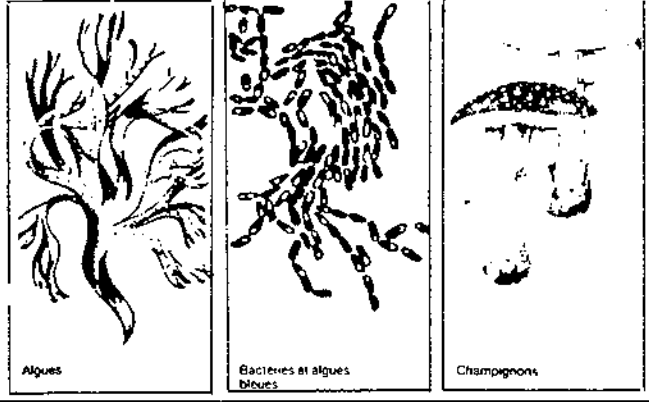
La séance finira avec l'analyse de cette dernière classification, où les enfants peuvent à la fois, observer les critères pris en compte par les botanistes, et reconnaître ceux-ci à partir des critères qu'ils avaient déjà découverts.

2. (1707-1778)

DIVISION 1

Phyla

plantes sans tiges
ni racines, ni feuilles



DIVISION 2

Arhyophyta

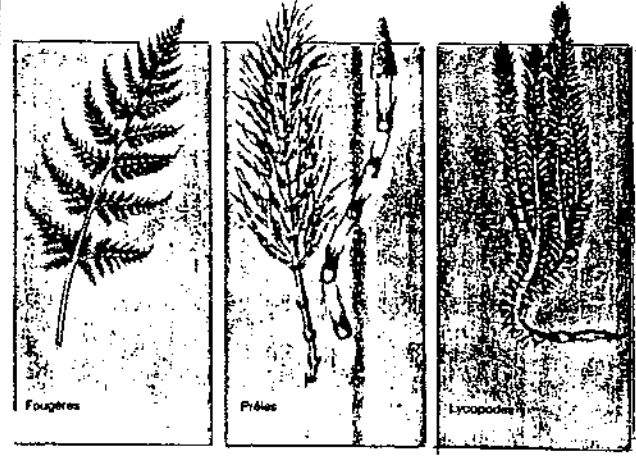
plantes à tiges et
feuilles, mais sans
vraies racines



DIVISION 3

Phanérophyte

plantes avec tiges,
feuilles, racines et
tissu vasculaire



DIVISION 4

Spermatophyte

plantes avec tiges, feuilles,
racines et tissu vasculaire,
portant des graines

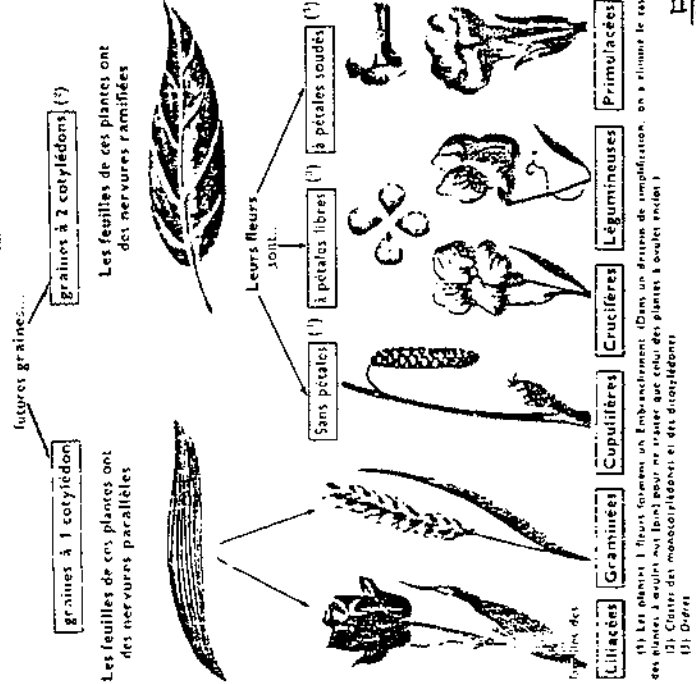


FEUILLE - 1

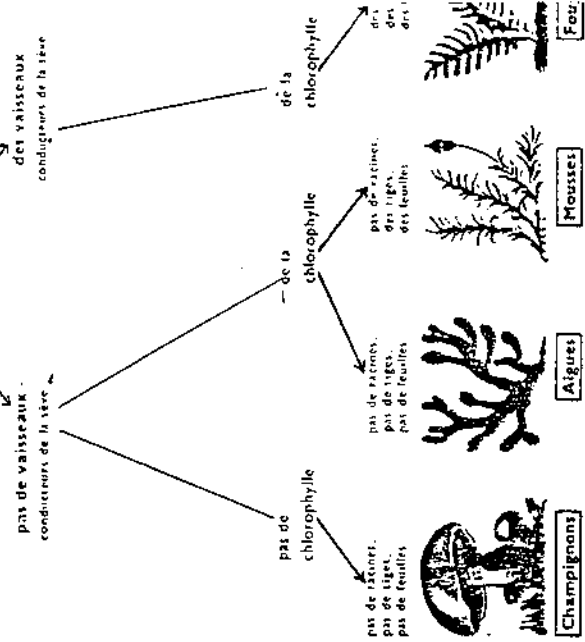
- L'ENCYCLOPÉDIE ILLUSTRÉE DES PLANTES. Ed. Denain et Ed.
- 2ème feuille de classification botanique donnée aux enfants (7ème année)

LES PLANTES

PLANTES A FLEURS



PLANTES SANS FLEURS



FEUILLE - 2

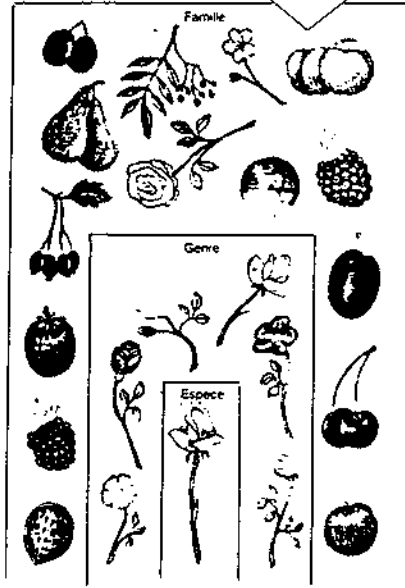
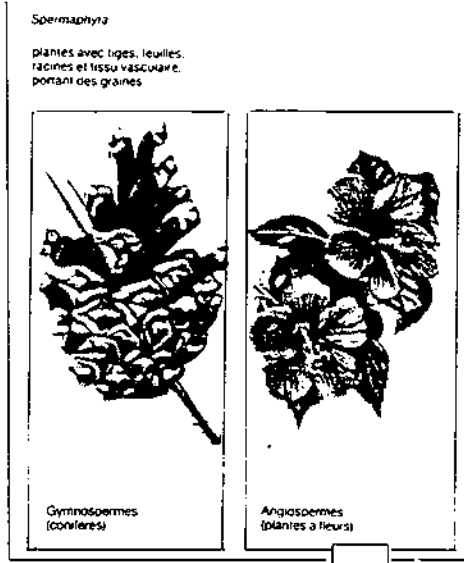
2ème feuille de classification botanique donnée aux enfants (7ème année)
- du livre

Le règne végétal

Afin de mieux comprendre le monde vivant on l'a divisé en groupes distincts rassemblant des organismes présentant les mêmes caractéristiques. Ces groupes sont eux-mêmes divisés en sous-groupes et rassemblés en super-groupes. La science qui traite de la classification des organismes vivants s'appelle la taxonomie.

L'unité taxonomique fondamentale est l'espèce, qui peut être définie comme un ensemble d'individus se reproduisant entre eux, et dont les descendants leur ressemblent autant qu'ils se ressemblent entre eux. Les espèces ayant des caractères communs constituent un genre. Les genres ayant des caractères communs forment une famille, et les unités supérieures sont l'ordre, la classe, l'embranchement et le règne. Ces derniers sont au nombre de deux : le règne animal et le règne végétal. Chaque espèce est désignée par un binôme (exemple, *Lycopersicon esculentum*, la tomate) où le premier nom représente le genre et le second l'espèce. Cette nomenclature binomiale fut inaugurée par Linné, dans son ouvrage « Systema naturae » (1758).

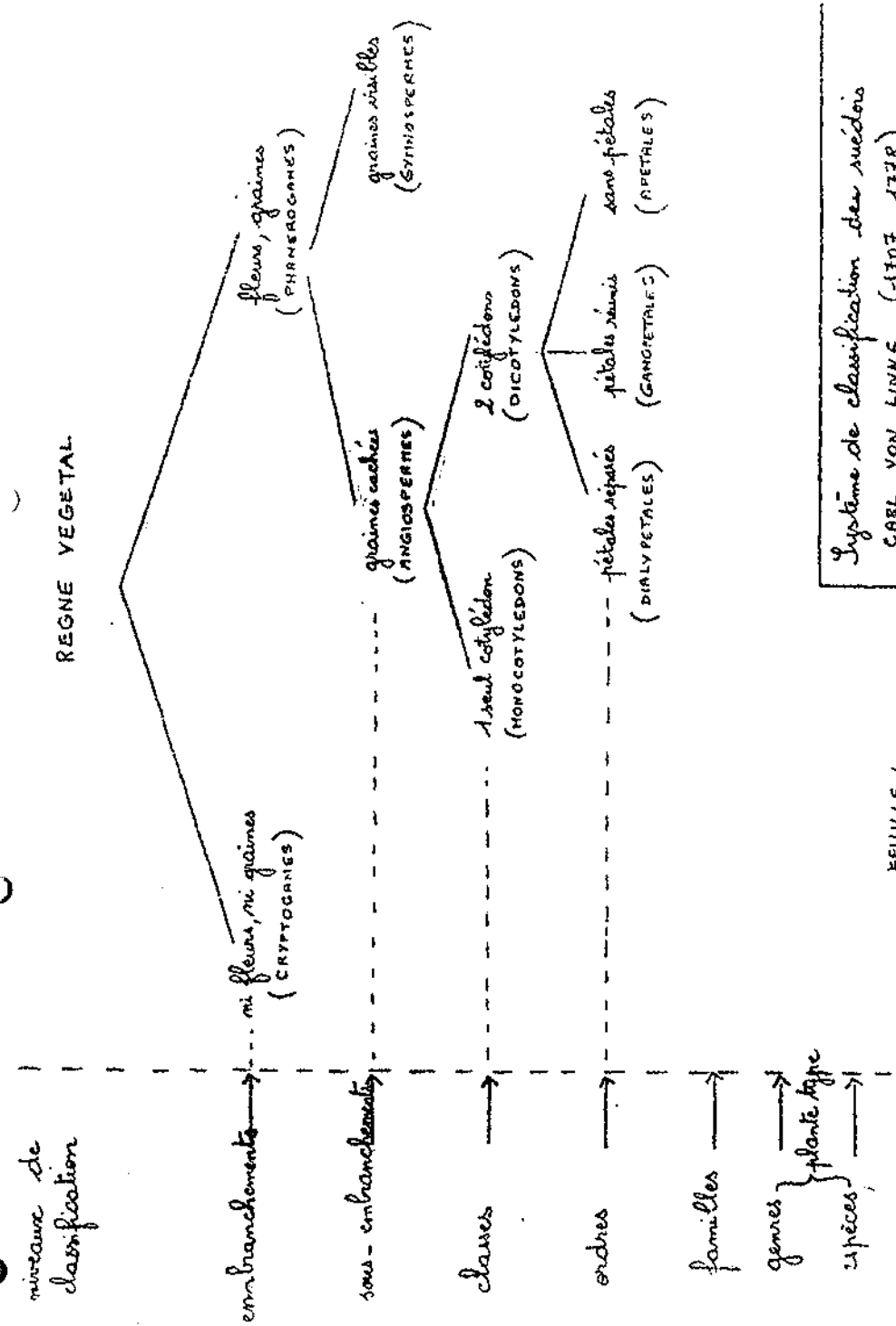
Bien que la classification soit un outil indispensable, elle n'en est pas moins artificielle. Beaucoup de plantes sont difficiles à classer d'une façon satisfaisante.



On classe les plantes par unités systématiques. Ainsi, la famille des rosacées, représentée ici, contient les genres *Malus* (pommier et poirier), *Rubus* (framboisier et mûrier) et *Rosa* (rosiers).

Celui-ci comprend à son tour plusieurs espèces telles que *Rosa canina* (églantier sauvage) ou *R. intima* (rose thé). L'espèce est l'unité taxonomique de base et peut à son tour se diviser en variétés.

FEUILLE 3
(3ème) feuille de classification, l'ouvrage donné aux enfants, - du livre "d'encyclopédie des plantes".



Systeme de classification des suédois
CARL VON LINNE (-1707 - 1778)

FEUILLE 4.
(4ème) feuille de classification (4ème séance 88/89)



ANNEXE-5

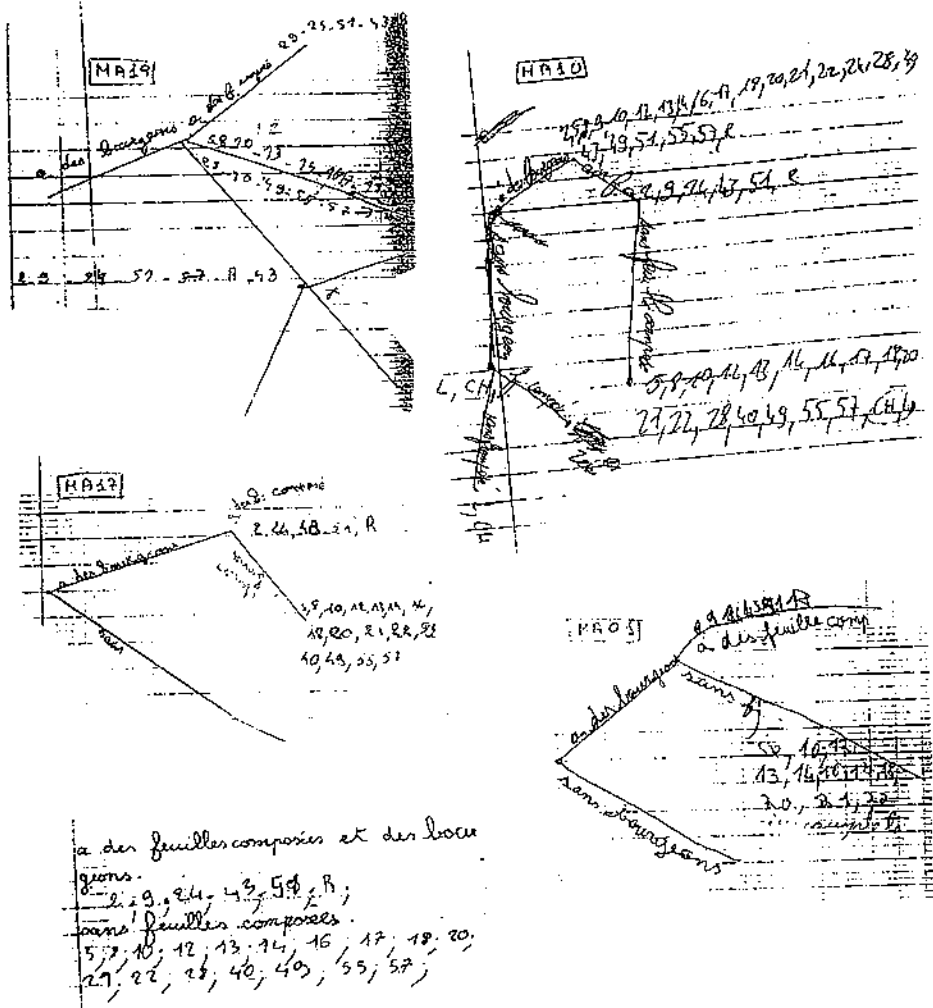
ANNEXES PARTIE-II, CHAPITRE-5: Observation de
la situation didactique "Classification des
plantes".

5.1 Travail des élèves pendant la 4ème séance.

5.2 Travail des élèves après la 5ème séance.

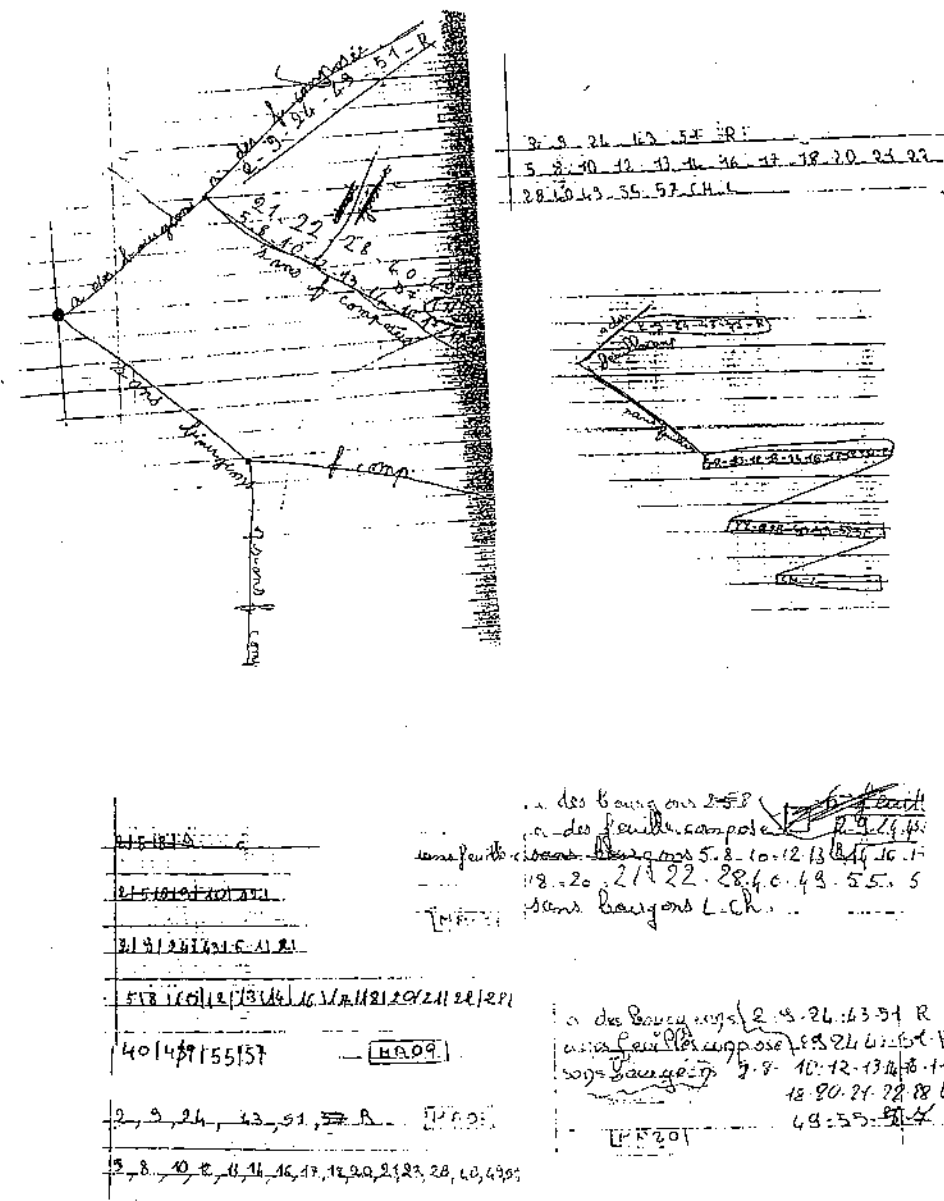
ANNEXE-5

5.1. ANNEXE PARTIE-II CHAPITRE 5: Travail des enfants
4ème séance de la "Classification des plantes".



- ANNEXE.T.E.FE04.A1 -

REPONSE CORRECTE: étiquettes correctes avec des critères composés ou simples, des sous-classes, et distribution arborescente (CM2A-88/89).



- ANNEXE.T.E.FE04.A2 -

"SAVOIR-FAIRE"+problèmes avec les étiquettes: ét. confuses des sous-classes, arbre non-correct ou sans étiquette (CM2A-88/89).

an des feuilles composées

2 9 24 43 51 B

AUTRE

5 8 10 12 13 14

16 17 18 20 21

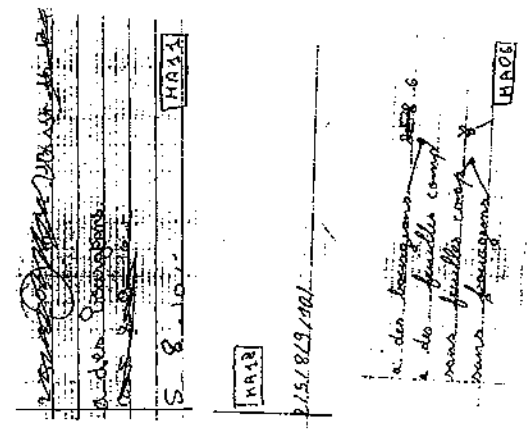
22 28 40 49 55

57

SANS FOUCGONS

CHL

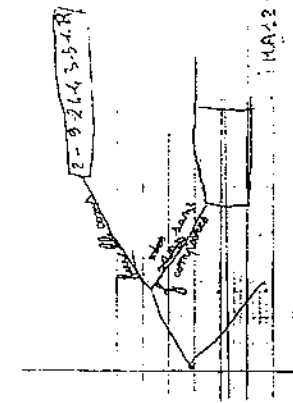
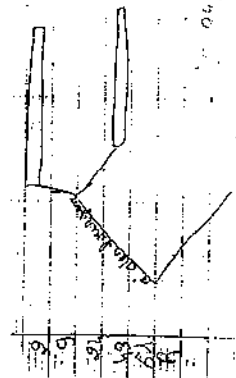
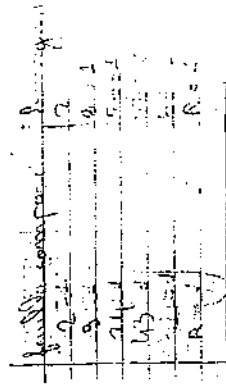
feuille	composées	feuille
2	9	8
5	5	10
9	8	12
25	9	13
53	10	14
57	12	16
R	13	17
	16	18
	16	20
	17	21
	18	22
	20	28
	21	40
	22	49
	23	55
	24	57
	28	R
	40	CH
	49	L
	51	
	55	
	57	

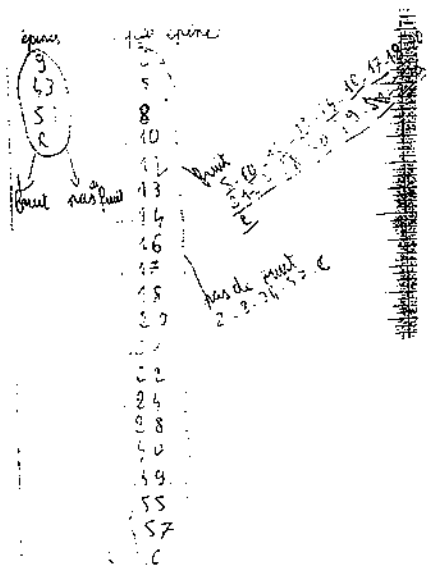
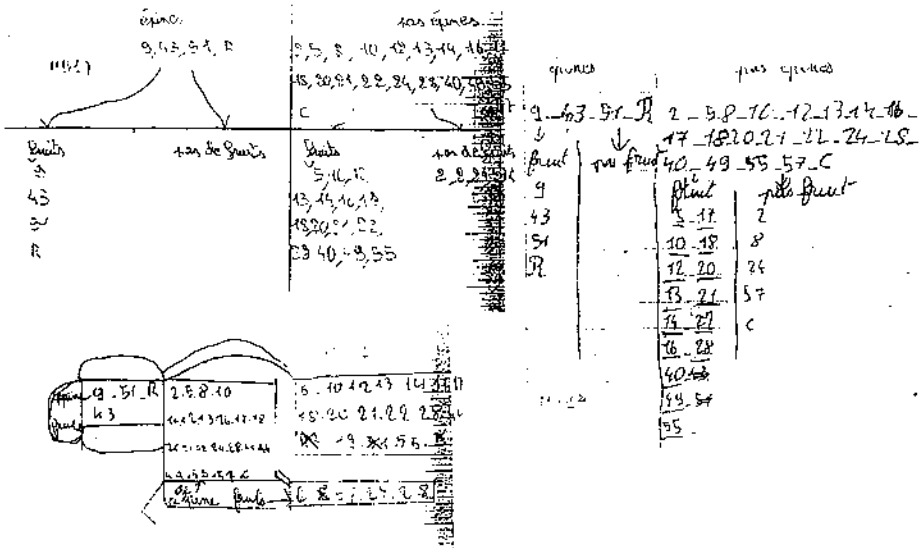


2 9 24 43 51 R

à des foucgons à des feuilles comp.

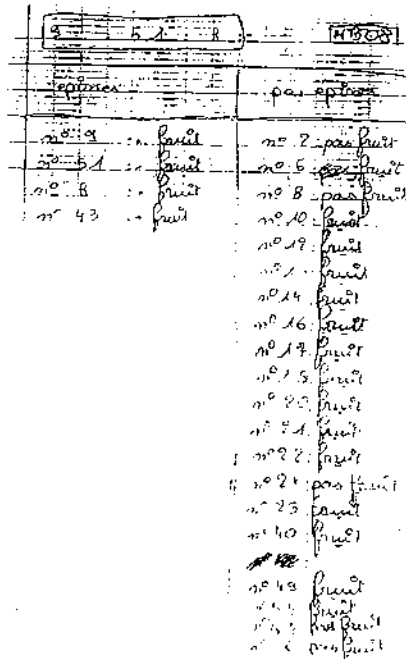
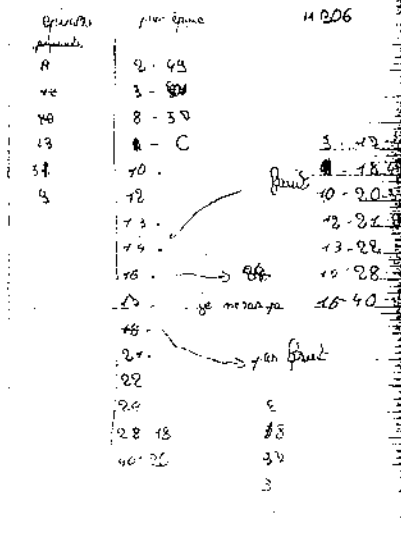
2-9-24-43-51-B





- ANNEXE.T.E.FR04.B1 -

DEMARCHE CORRECTE: étiquettes simples, avec distribution spatiale ou pseudo-arborescente, des sous-classes (CM2B-88/89).



- ANNEXE.T.E.FR04.B2 -

DEMARCHE CORRECTE: distribution spatiale des sous-classes, avec des critères simples et utilisation de codes (CM2B-88/89).

épine	pas épine	fruit	pas fruit	épine	pas épine	fruit	pas fruit
5	2	15	2	5	2	15	2
8	5	19	8	8	5	19	8
10	9	22	10	10	9	22	10
12	10	24	12	12	10	24	12
13	10	24	13	13	10	24	13
14	10	24	14	14	10	24	14
16	10	24	16	16	10	24	16
17	10	24	17	17	10	24	17
18	10	24	18	18	10	24	18
20	10	24	20	20	10	24	20
21	10	24	21	21	10	24	21
22	10	24	22	22	10	24	22
24	10	24	24	24	10	24	24
28	10	24	28	28	10	24	28
40	10	24	40	40	10	24	40
49	10	24	49	49	10	24	49
55	10	24	55	55	10	24	55
57	10	24	57	57	10	24	57

fruit	épine	pas épine	fruit	pas fruit
5	2	15	2	15
8	5	19	8	19
10	9	22	10	22
12	10	24	12	24
13	10	24	13	24
14	10	24	14	24
16	10	24	16	24
17	10	24	17	24
18	10	24	18	24
20	10	24	20	24
21	10	24	21	24
22	10	24	22	24
24	10	24	24	24
28	10	24	28	24
40	10	24	40	24
49	10	24	49	24
55	10	24	55	24

épine
5, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 24, 28, 40, 49, 55, 57

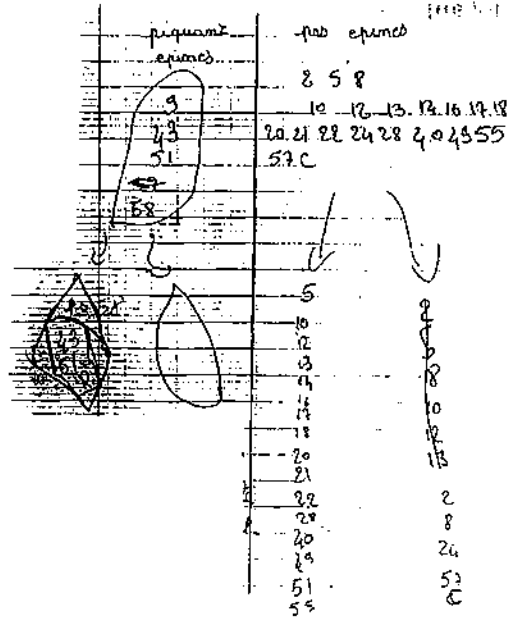
fruit
2, 8, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 24, 28, 40, 49, 55, 57

- ANNEXE.T.E.FEU4.B3 -

DEMARCHE CORRECTE-"SAVOIR FAIRE": Problèmes avec les étiquettes, étiquettes avec des critères simples qui ne représentent pas les sous-classes trouvées (CM2B-88/89).

épine	pas épine	fruit	pas fruit
5	2	15	2
8	5	19	8
10	9	22	10
12	10	24	12
13	10	24	13
14	10	24	14
16	10	24	16
17	10	24	17
18	10	24	18
20	10	24	20
21	10	24	21
22	10	24	22
24	10	24	24
28	10	24	28
40	10	24	40
49	10	24	49
55	10	24	55
57	10	24	57

épine	pas épine	fruit	pas fruit
5	2	15	2
8	5	19	8
10	9	22	10
12	10	24	12
13	10	24	13
14	10	24	14
16	10	24	16
17	10	24	17
18	10	24	18
20	10	24	20
21	10	24	21
22	10	24	22
24	10	24	24
28	10	24	28
40	10	24	40
49	10	24	49
55	10	24	55
57	10	24	57

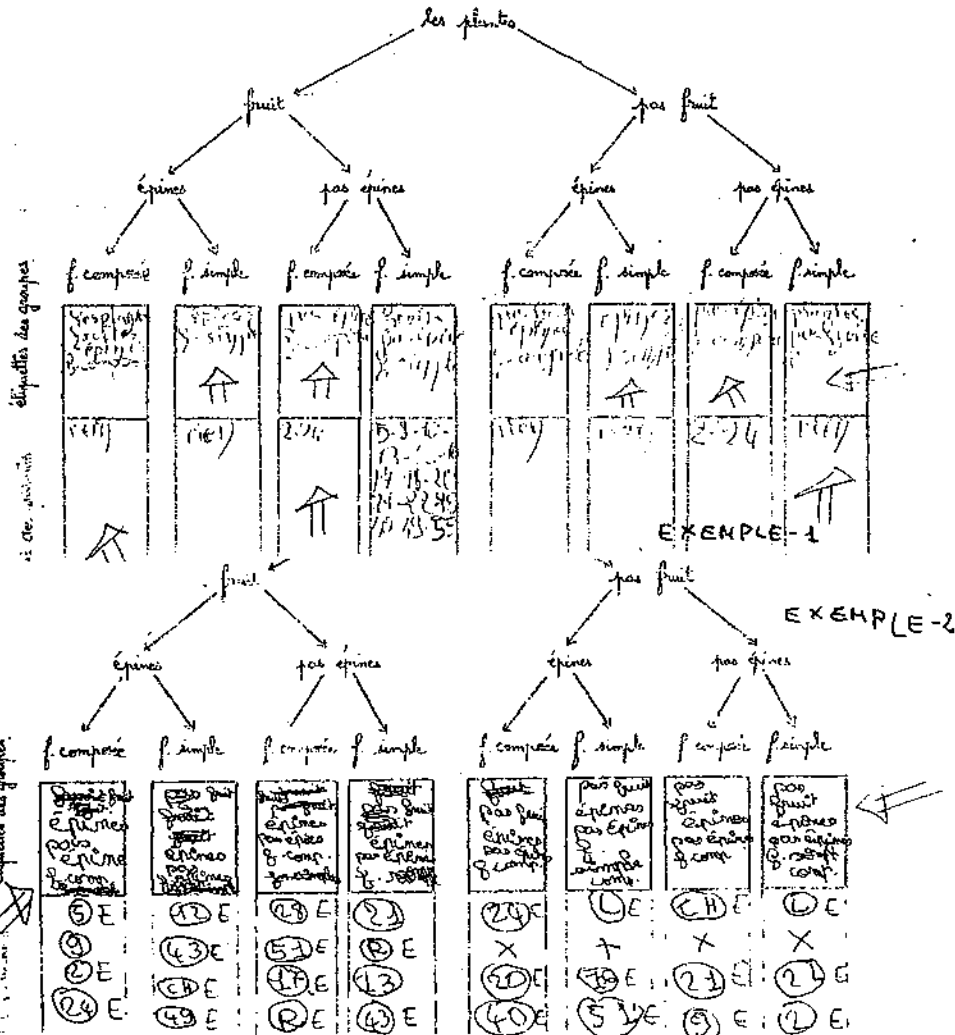


- ANNEXE.T.E.FEU4.B4 -

DEMARCHE CORRECTE: "Erreurs de calcul" (CM2B-88/89).

ANNEXE-5

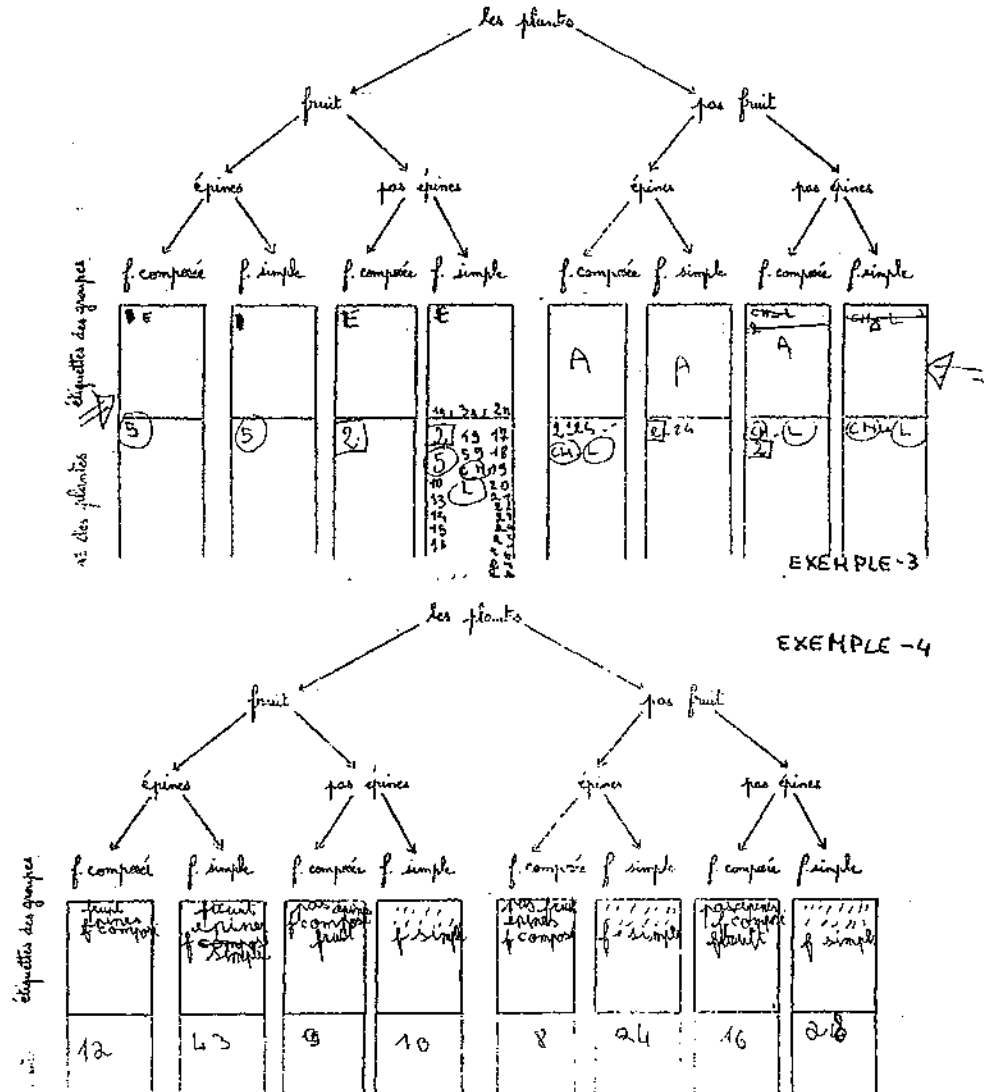
5.2. Le travail des enfants après la 5ème séance de la "Classification des plantes".



Exemple-1/Exemple-2

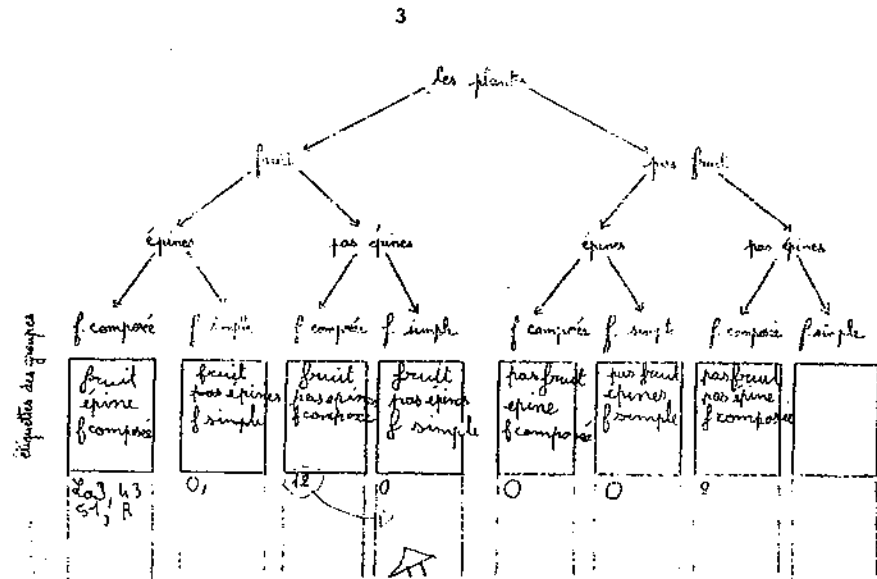
Travaux de deux élèves du groupe "Réussite nulle": Erreurs dans les étiquettes, et dans la classification des plantes (absences et répétitions).

J'ai choisi d'utiliser les critères "fruit", "épines", "feuille composée"; j'obtiens une class.



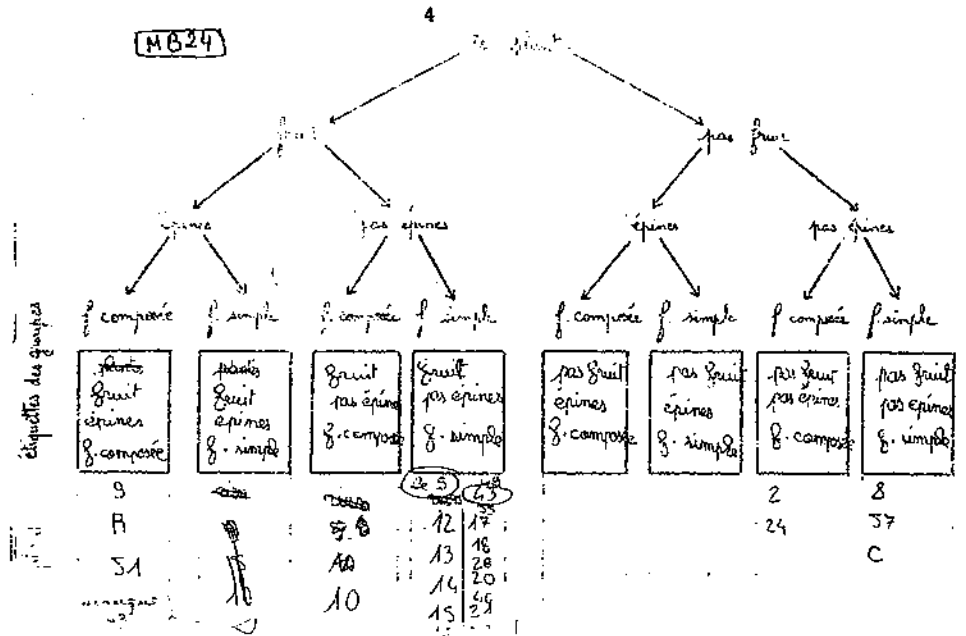
Exemple-3/Exemple-4

Travaux de deux élèves du "Réussite nulle". Absence ou erreurs dans les étiquettes et dans la classification des plantes: répétées et mal classées, (dans l'exemple-3) et une seule plante par classe et celles-ci mal placées, absence de beaucoup des plantes (dans l'exemple-4)



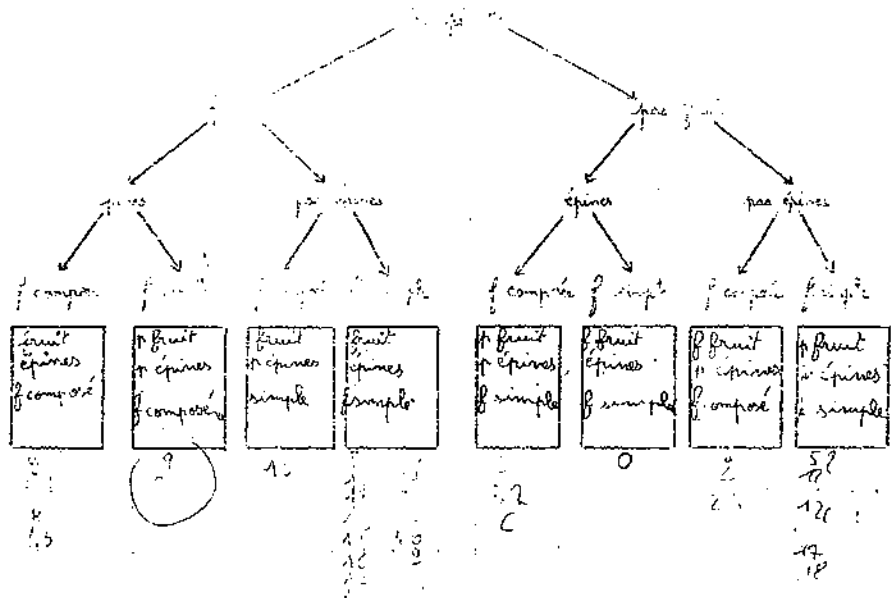
Exemple-5

Travail d'un élève du groupe-3 "Méconnaissance ou négligence".



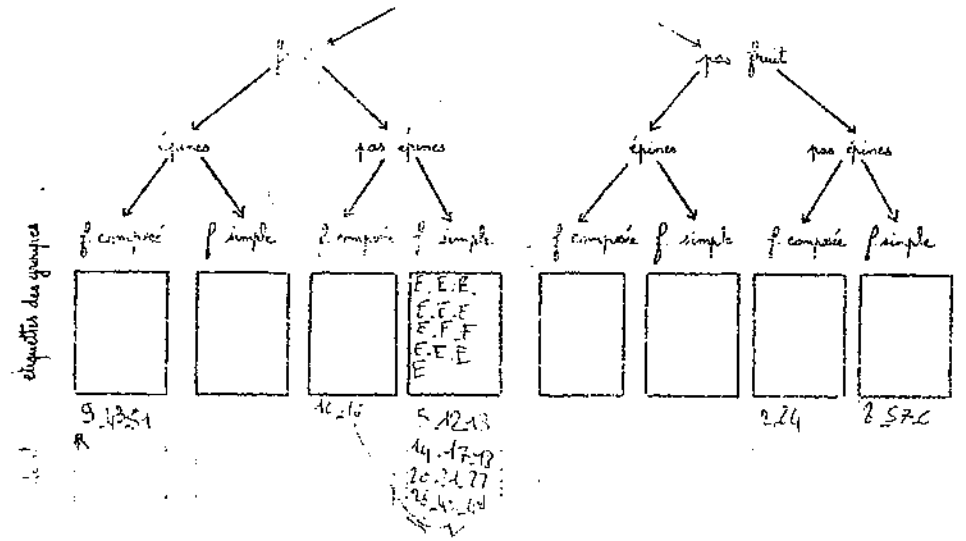
Exemple-7

Travail d'un élève avec des étiquettes correctes mais avec des erreurs d'emplacement et d'absence.



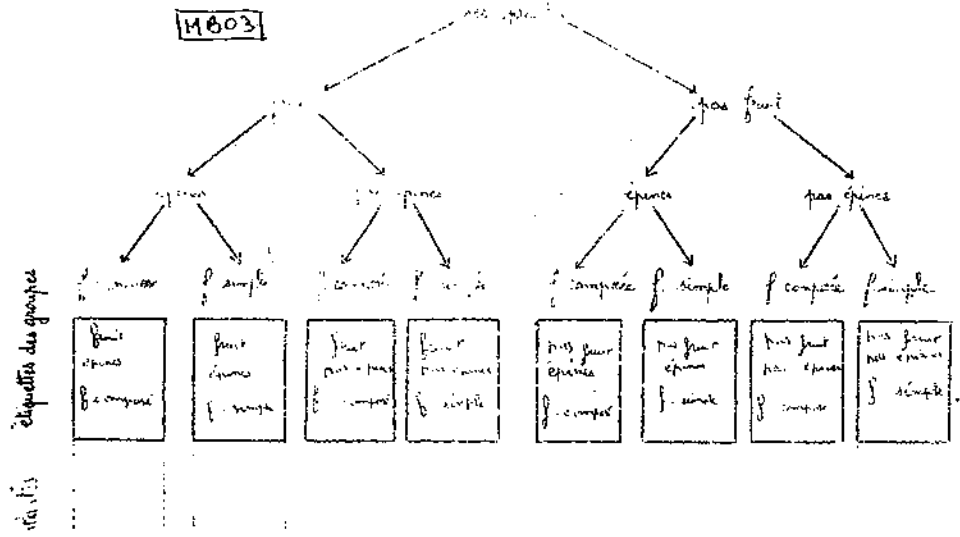
Exemple-6

Travail d'un élève dont les erreurs dans les étiquettes, a produit des erreurs dans la classification des plantes.



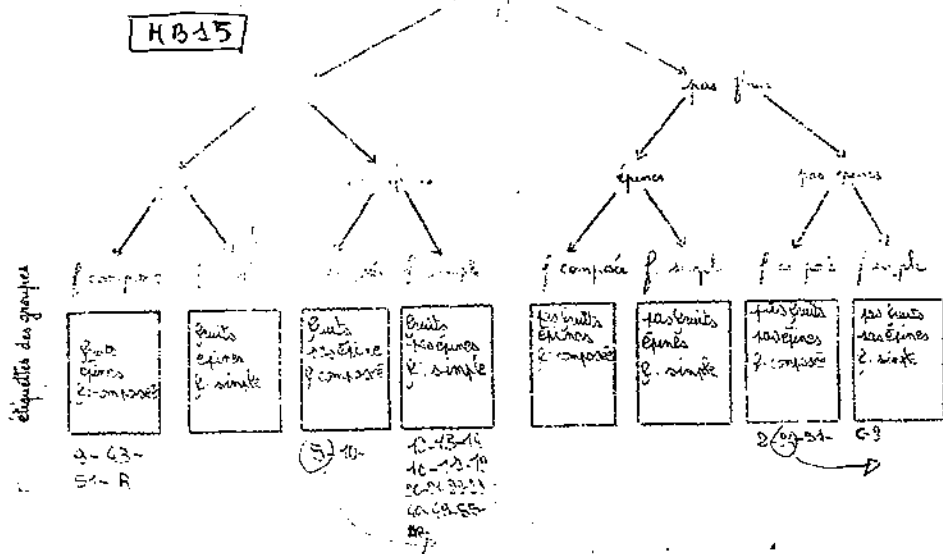
Exemple-8

Travail d'un élève, sans les étiquettes mais classification presque correcte des plantes, avec une seule erreur d'emplacement.



Exemple-9

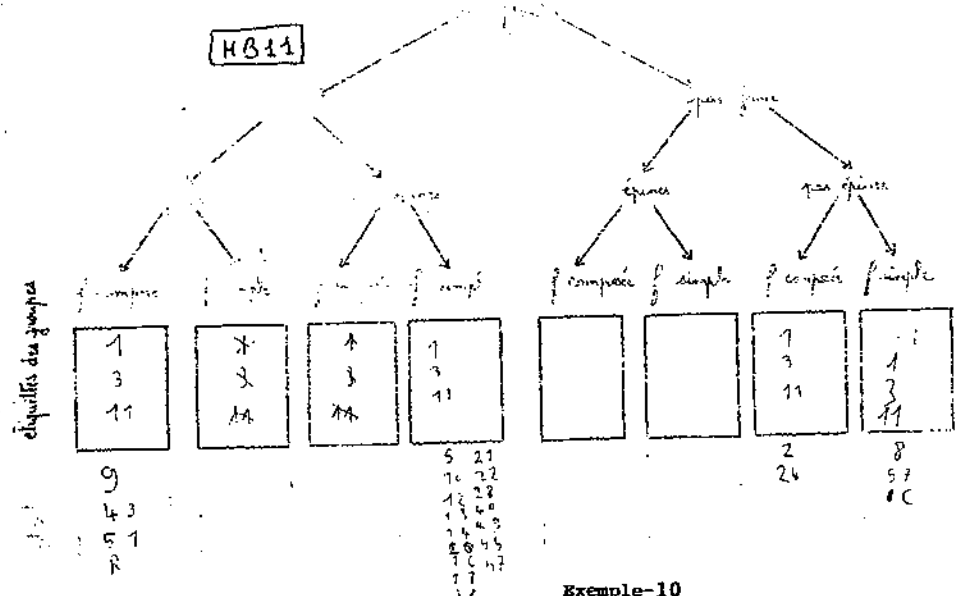
Travail d'un élève avec des étiquettes correctes mais réussite nulle pour le classement.



Exemple-11

Travail d'un élève classé dans le groupe de forte réussite: avec des étiquettes correctes, avec seulement deux erreurs d'emplacement.

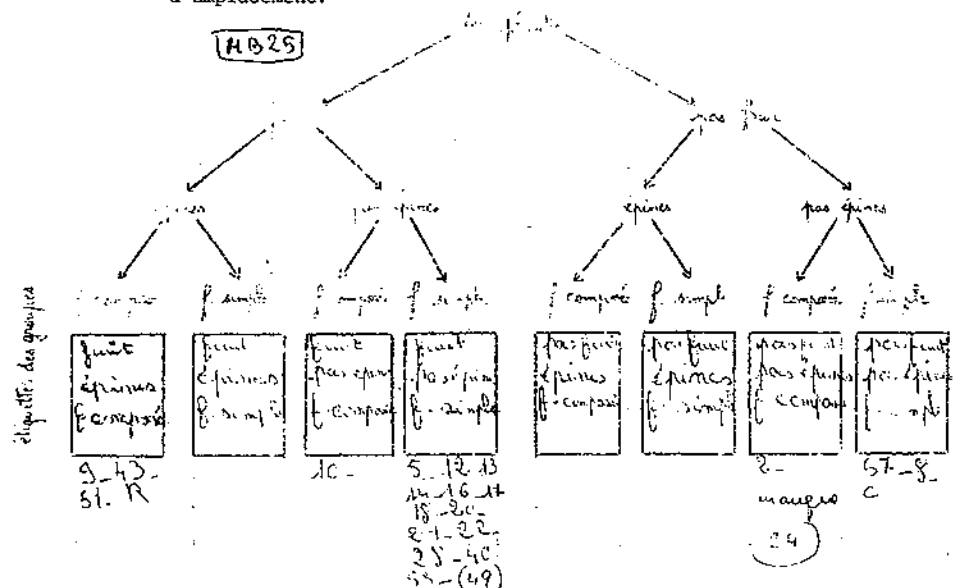
HB11



Exemple-10

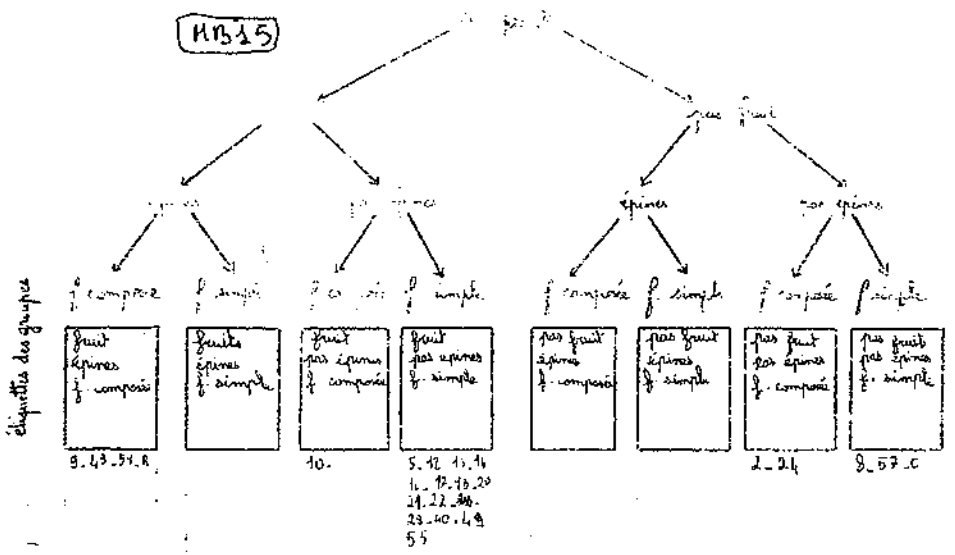
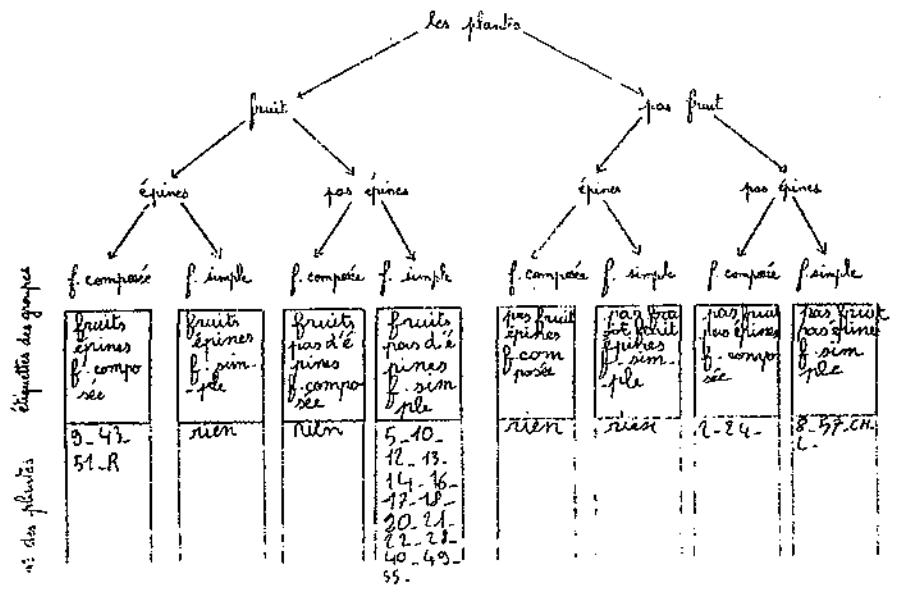
Travail d'un élève, sans les étiquettes mais classification correcte des plantes.

HB25



Exemple-12

Travail d'un élève classé dans le groupe de "forte réussite": une seul erreur (une plante non-classée).



Exemple13/Exemple-14

Travaux des deux élèves du premier groupe "Réussite totale": avec des étiquettes correctes et réussite juste dans le classement.

ANNEXE-6

ANALYSE DES DONNÉES

- 1.- Analyse du questionnaire SCHTROUMPHS:
"MARGE" 88/89
- 2.- Comparaison de la dépendance entre les
résultats du test/re-test des questionnaires
(88/89):
 - Analyse du questionnaire LOGIQUE
 - Analyse du questionnaire SCHTROUMPHS
- 3.- Comparaison des paramètres statistiques
(moyenne, écart-type) des résultats du test/re-
test au questionnaire. (88/89)
- 4.- Test d'hypothèses, à l'aide de khi-carré:
 - Pour le questionnaire LOGIQUE
 - Pour le questionnaire SCHTROUMPHS
- 5.- Analyse des données première
expérimentation:
 - Pour le questionnaire LOGIQUE: 87/88

Si nous observons encore la colonne suivante de l'histogramme de 1^oQ SCHT, celle qui se trouve avec une réussite comprise entre 49.6% et 62.2% et que nous cherchons ce groupe d'élèves dans l'histogramme du 2^oQ SCHT, nous les trouvons tous dans des colonnes qui ont une réussite carrément supérieure - nous les trouvons décalés de deux ou trois colonnes en avant-, sauf MB06 dont l'amélioration a été plus discrète, il est passé de 52.9% à 64.7%

Donc, tous les élèves dont la réussite initiale était inférieure à 62.2% dans 1^oQ SCHT, ont obtenu une amélioration sensible (environ de 30%) dans leurs résultats, entre la passation de 1^oQ SCHT et de 2^oQ SCHT.

Mais il faut signaler, que MA04, MB06, dont nous avons déjà parlé, et malgré leur amélioration, sont encore parmi les élèves de réussite plus faible du 2^oQ SCHT -inférieure à 66.7%- avec un groupe d'élèves MA03, MA12, F207, F210, qui ne se trouvaient pas parmi les plus faibles du 1^oQ SCHT. Ces élèves avaient une réussite, dans le 1^oQ SCHT, comprise entre 62.2% et 76.5%, donc un peu en dessous de la moyenne 76.2% de cette passation.

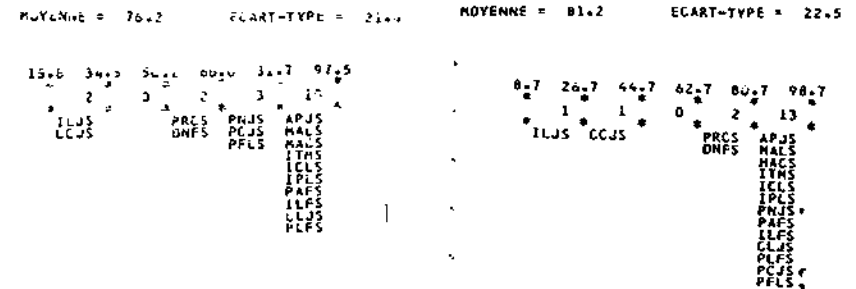
Nous pensons que nous pouvons identifier ce groupe d'élèves, à ceux que PIAGET appelle sujets "intermédiaires" entre deux stades ou niveaux, selon les différents paliers d'équilibration atteints par la pensée de ces sujets, dans son devenir logique et formel et les déséquilibres provisoires produits pour le passage d'un stade à un autre, avec les oscillations temporaires provoquées par ces déséquilibres (PIAGET, 1964).

Le fait de faire l'hypothèse de l'existence des sujets intermédiaires dans notre expérimentation, nous amène à relativiser la conclusion d'amélioration faite sur les élèves de réussite plus faible dans le 1^oQ SCHT, en laissant ouverte la possibilité de pouvoir faire aussi rentrer dans cette dénomination de sujets intermédiaires certains des élèves que nous avons considérés comme "améliorés" après la deuxième passation du questionnaire, si nous prenons en considération que les oscillations provoquées par les déséquilibres peuvent être dans les deux sens, vers la réussite ou vers l'échec. Il nous manque au présent des éléments de décision sur ce point-ci, que par la suite nous essayerons d'éclaircir.

Par rapport au groupe d'enfants avec une réussite supérieure 74.8%, qui peuvent être considérés comme des enfants avec une réussite forte, nous observons qu'il est passé de 56 sur 80 enfants - 70% du total-, dans le 1^oQ SCHT, à 66 sur 80 -soit 82.5% du groupe total-, dans le 2^oQ SCHT, donc il y a eu aussi une augmentation des effectifs dans les colonnes de réussite plus forte; c'est-à-dire que le groupe d'élèves avec une réussite supérieure à 74.8% a augmenté.

Pour les questions:

- Histogramme 2^oQSCHT.Q.T. -
Histogramme des résultats des questions du questionnaire
QSCHTROUMPHS: TOUS les élèves, 1^{ère} passation(1^oQ)- 2^{ème} pas. (2^oQ)



En comparant les histogrammes du 1^oQ SCHT et du 2^oQ SCHT pour les questions, nous observons un double effet par rapport à leur dispersion:

a) l'étendue a augmenté, en passant de l'intervalle <19.8%, 97.5%>, dans le 1^oQ SCHT, à <8.7%, 98.7%>, dans le 2^oQ SCHT, avec une réduction assez forte de l'extrême inférieur; donc ça veut dire qu'il y a eu une réussite plus basse, au moins pour une des questions, c'est la question ILJS qui est descendue de 18.8% de réussite - 15/80 élèves-, dans le 1^oQ SCHT, à 8.7% - 7/80 élèves-, dans le 2^oQ SCHT.

b) la moyenne ayant augmenté aussi de 76.2% à 81.2% du premier au deuxième questionnaire, et l'extrême inférieur de l'intervalle étant plus bas, ceci implique que les autres questions ont dû augmenter leur réussite.

En effet: le mode, qui se trouve dans les deux histogrammes dans la "colonne de réussite la plus forte", passe de 10, dans le 1^oQ SCHT, à 13 dans le 2^oQ SCHT, avec un point de plus sur chaque extrême de l'intervalle de <81.7%, 97.5%> à <80.7%, 98.7%>. Nous retrouvons dans cette dernière colonne de l'histogramme du 2^oQ SCHT, toute la dernière colonne de l'histogramme du 1^oQ SCHT, plus trois questions PNJS, PCJS, PFLS qui étaient dans le 1^oQ SCHT, dans la colonne précédente de réussite la plus faible <66.0%, 81.7%>.

Pour le reste des questions, PRCs et DNFS qui étaient ensemble, dans le 1^oQ SCHT, dans la colonne de réussite <50.2%, 66.0%>, elles restent ensemble dans le 2^oQ SCHT, mais dans la colonne suivante de réussite, entre 62.7% et 80.7%. Et CCJS reste seule dans une colonne de réussite assez faible <26.7%, 44.7%>, dans le 2^oQ SCHT, mais supérieure à celle qu'elle avait dans le 1^oQ SCHT, elle passe de 30.0% à 43.8%.

En conséquence, nous avons observé trois paquets de questions:

I: Le paquet le plus nombreux, avec dix questions qui dans le 1^{er} Q SCHT avait déjà une réussite supérieure à 81.7% et qu'elles continuent à avoir.
Ce sont les questions: APJS, MALS, MACS, ITMS, ICLS, IPLS, PAFS, ILFS, CIJS, PLFS.

Parmi ces questions, il y en a qui sont restées, avec le même taux de réussite qu'elles avaient dans le 1^{er} Q SCHT; tandis que d'autres ont augmenté, légèrement leur réussite, dans le 2^{er} Q SCHT.

- Les questions APJS, ITMS, ICLS, PAFS, ILFS, PLFS, sont restées -à un élève près-, avec la même réussite dans les deux questionnaires.

La question CIJS est descendue légèrement (-2.4%). C'est, avec PAFS, les uniques questions de ce groupe, qui ont eu une diminution de la réussite, bien qu'elle soit très légère, raison pour laquelle nous les avons classées dans ce groupe.

- Les questions, MALS, MACS, IPLS, ont augmenté légèrement leur réussite (environ de 5%) dans le 2^{er} Q SCHT.

II: Les questions qui se sont déplacées à la colonne suivante de l'histogramme dans le 2^{er} Q SCHT, par rapport à leur place dans le 1^{er} Q SCHT; donc apparemment leur réussite aurait augmenté; ces questions sont:

- PNJS, PCJS, PFLS dans la dernière colonne de 2^{er} Q SCHT, étant dans l'avant dernière dans le 1^{er} Q SCHT;
- PRCS et DNFS, dans l'avant-dernière dans le 2^{er} Q SCHT, étant sur la colonne précédente du 1^{er} Q SCHT
- CCJS, sur la deuxième colonne du 2^{er} Q SCHT, tandis que pour le 1^{er} Q SCHT, elle était dans la première.

Mais, est-ce que vraiment ces questions ont augmenté leur réussite? ou est-ce seulement un déplacement produit par l'élargissement de l'étendue de l'histogramme du 2^{er} Q SCHT?

Pour le premier paquet, il s'agit bien d'une augmentation de la réussite, puisqu'elle passe de l'intervalle <66.0%, 81.7%> à l'intervalle <80.7%, 97.5%>.

Mais pour les autres deux colonnes, la situation n'est pas si claire, étant donné la diminution des extrêmes inférieurs des intervalles, du 2^{er} Q SCHT par rapport à ceux du 1^{er} Q SCHT, ce qui fait que les questions PRCS et DNFS qui se trouvaient dans l'intervalle <66.0%, 81.7%> de 1^{er} Q SCHT, se trouvent dans l'intervalle <62.7%, 80.7%>, bien que changeant de colonne selon l'histogramme du 1^{er} Q SCHT ou du 2^{er} Q SCHT. Pareil pour la question CCJS.

Regardons donc, dans les tableaux annexes qui comparent la réussite globale de chaque question dans le 1^{er} Q SCHT et le 2^{er} Q SCHT, pour essayer de répondre à cette question-là.

réussite du 63.7% au 80.0% et CCJS augmente aussi, de 30.0% à 43%.

En conséquence nous pouvons généraliser à toutes les questions de ce groupe-II, l'augmentation de leur réussite dans le deuxième questionnaire par rapport au premier

III: La question avec la réussite la plus faible dans les deux questionnaires est ILJS.

Mais elle a encore diminué dans le 2^{er} Q SCHT, son taux de réussite, en descendant de 18.8% au 1^{er} Q SCHT, à 8.7 au 2^{er} Q SCHT.

L'explication de ce résultat, nous ne pouvons pas la faire, à l'aide des renseignements offerts par le programme MARGE, que nous sommes en train d'utiliser.

Nous y reviendrons avec d'autres analyses.

B.- Comparaison des résultats entre la première et la deuxième passation du questionnaire, en regardant les élèves de l'école expérimentale (E.M) et ceux de l'école témoin (F.B) séparément.

Les histogrammes de l'école expérimentale (E.M)

a) L'histogramme sur les élèves

- Histogramme QSCHT.E.JM. (1Q-2Q) -

Histogrammes des résultats au questionnaire QSCHTROUMPHS: les élèves de l'école J.MICHELET, 1ère passation (1Q)-2ème pas. (2Q)

MOYENNE = 73.1										MOYENNE = 81.1									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MA14										AN14									
MA11	MA12	MA13	MA14	MA15						AN11	AN12	AN13	AN14	AN15					
MA17	MA18	MA19	MA20	MA21						AN17	AN18	AN19	AN20	AN21					
MA22	MA23	MA24	MA25	MA26						AN22	AN23	AN24	AN25	AN26					
MA27	MA28	MA29	MA30	MA31						AN27	AN28	AN29	AN30	AN31					
MA32	MA33	MA34	MA35	MA36						AN32	AN33	AN34	AN35	AN36					
MA37	MA38	MA39	MA40	MA41						AN37	AN38	AN39	AN40	AN41					
MA42	MA43	MA44	MA45	MA46						AN42	AN43	AN44	AN45	AN46					
MA47	MA48	MA49	MA50	MA51						AN47	AN48	AN49	AN50	AN51					
MA52	MA53	MA54	MA55	MA56						AN52	AN53	AN54	AN55	AN56					
MA57	MA58	MA59	MA60	MA61						AN57	AN58	AN59	AN60	AN61					
MA62	MA63	MA64	MA65	MA66						AN62	AN63	AN64	AN65	AN66					
MA67	MA68	MA69	MA70	MA71						AN67	AN68	AN69	AN70	AN71					
MA72	MA73	MA74	MA75	MA76						AN72	AN73	AN74	AN75	AN76					
MA77	MA78	MA79	MA80	MA81						AN77	AN78	AN79	AN80	AN81					
MA82	MA83	MA84	MA85	MA86						AN82	AN83	AN84	AN85	AN86					
MA87	MA88	MA89	MA90	MA91						AN87	AN88	AN89	AN90	AN91					
MA92	MA93	MA94	MA95	MA96						AN92	AN93	AN94	AN95	AN96					
MA97	MA98	MA99	MA100	MA101						AN97	AN98	AN99	AN100	AN101					
MA102	MA103	MA104	MA105	MA106						AN102	AN103	AN104	AN105	AN106					
MA107	MA108	MA109	MA110	MA111						AN107	AN108	AN109	AN110	AN111					
MA112	MA113	MA114	MA115	MA116						AN112	AN113	AN114	AN115	AN116					
MA117	MA118	MA119	MA120	MA121						AN117	AN118	AN119	AN120	AN121					
MA122	MA123	MA124	MA125	MA126						AN122	AN123	AN124	AN125	AN126					
MA127	MA128	MA129	MA130	MA131						AN127	AN128	AN129	AN130	AN131					
MA132	MA133	MA134	MA135	MA136						AN132	AN133	AN134	AN135	AN136					
MA137	MA138	MA139	MA140	MA141						AN137	AN138	AN139	AN140	AN141					
MA142	MA143	MA144	MA145	MA146						AN142	AN143	AN144	AN145	AN146					
MA147	MA148	MA149	MA150	MA151						AN147	AN148	AN149	AN150	AN151					
MA152	MA153	MA154	MA155	MA156						AN152	AN153	AN154	AN155	AN156					
MA157	MA158	MA159	MA160	MA161						AN157	AN158	AN159	AN160	AN161					
MA162	MA163	MA164	MA165	MA166						AN162	AN163	AN164	AN165	AN166					
MA167	MA168	MA169	MA170	MA171						AN167	AN168	AN169	AN170	AN171					
MA172	MA173	MA174	MA175	MA176						AN172	AN173	AN174	AN175	AN176					
MA177	MA178	MA179	MA180	MA181						AN177	AN178	AN179	AN180	AN181					
MA182	MA183	MA184	MA185	MA186						AN182	AN183	AN184	AN185	AN186					
MA187	MA188	MA189	MA190	MA191						AN187	AN188	AN189	AN190	AN191					
MA192	MA193	MA194	MA195	MA196						AN192	AN193	AN194	AN195	AN196					
MA197	MA198	MA199	MA200	MA201						AN197	AN198	AN199	AN200	AN201					
MA202	MA203	MA204	MA205	MA206						AN202	AN203	AN204	AN205	AN206					
MA207	MA208	MA209	MA210	MA211						AN207	AN208	AN209	AN210	AN211					
MA212	MA213	MA214	MA215	MA216						AN212	AN213	AN214	AN215	AN216					
MA217	MA218	MA219	MA220	MA221						AN217	AN218	AN219	AN220	AN221					
MA222	MA223	MA224	MA225	MA226						AN222	AN223	AN224	AN225	AN226					
MA227	MA228	MA229	MA230	MA231						AN227	AN228	AN229	AN230	AN231					
MA232	MA233	MA234	MA235	MA236						AN232	AN233	AN234	AN235	AN236					
MA237	MA238	MA239	MA240	MA241						AN237	AN238	AN239	AN240	AN241					
MA242	MA243	MA244	MA245	MA246						AN242	AN243	AN244	AN245	AN246					
MA247	MA248	MA249	MA250	MA251						AN247	AN248	AN249	AN250	AN251					
MA252	MA253	MA254	MA255	MA256						AN252	AN253	AN254	AN255	AN256					
MA257	MA258	MA259	MA260	MA261						AN257	AN258	AN259	AN260	AN261					
MA262	MA263	MA264	MA265	MA266						AN262	AN263	AN264	AN265	AN266					
MA267	MA268	MA269	MA270	MA271						AN267	AN268	AN269	AN270	AN271					
MA272	MA273	MA274	MA275	MA276						AN272	AN273	AN274	AN275	AN276					
MA277	MA278	MA279	MA280	MA281						AN277	AN278	AN279	AN280	AN281					
MA282	MA283	MA284	MA285	MA286						AN282	AN283	AN284	AN285	AN286					
MA287	MA288	MA289	MA290	MA291						AN287	AN288	AN289	AN290	AN291					
MA292	MA293	MA294	MA295	MA296						AN292	AN293	AN294	AN295	AN296					
MA297	MA298	MA299	MA300	MA301						AN297	AN298	AN299	AN300	AN301					
MA302	MA303	MA304	MA305	MA306						AN302	AN303	AN304	AN305	AN306					
MA307	MA308	MA309	MA310	MA311						AN307	AN308	AN309	AN310	AN311					
MA312	MA313	MA314	MA315	MA316						AN312	AN313	AN314	AN315	AN316					
MA317	MA318	MA319	MA320	MA321						AN317	AN318	AN319	AN320	AN321					
MA322	MA323	MA324	MA325	MA326						AN322	AN323	AN324	AN325	AN326					
MA327	MA328	MA329	MA330	MA331						AN327	AN328	AN329	AN330	AN331					
MA332	MA333	MA334	MA335	MA336						AN332	AN333	AN334	AN335	AN336					
MA337	MA338	MA339	MA340	MA341						AN337	AN338	AN339	AN340	AN341					
MA342	MA343	MA344	MA345	MA346						AN342	AN343	AN344	AN345	AN346					
MA347	MA348	MA349	MA350	MA351						AN347	AN348	AN349	AN350	AN351					
MA352	MA353	MA354	MA355	MA356						AN352	AN353	AN354	AN355	AN356					
MA357	MA358	MA359	MA360	MA361						AN357	AN358	AN359	AN360	AN361					
MA362	MA363	MA364	MA365	MA366						AN362	AN363	AN364	AN365	AN366					
MA367	MA368	MA369	MA370	MA371						AN367	AN368	AN369	AN370	AN371					
MA372	MA373	MA374	MA375	MA376						AN372	AN373	AN374	AN375	AN376					
MA377	MA378																		

- la moyenne a augmenté de 8 points: elle est passée de 73.1% dans le 1^{er}Q SCHT, à 81.1% dans le 2^{er}Q SCHT.

- l'étendue a diminué d'une façon très importante, l'extrême inférieur montant presque 30 points, et l'extrême supérieur de 6 points: il est passé de l'intervalle <11.8, 94.1>, dans le 1^{er}Q SCHT, à l'intervalle <41.2, 100>, dans le deuxième questionnaire, 2^{er}Q SCHT.

- l'écart-type a diminué de 4.6 points: en passant de 16.7 à 12.1.

- le mode a profondément changé du 1^{er}Q SCHT au 2^{er}Q SCHT: il est passé d'une distribution presque bimodale, avec un mode autour de 73.55, dans la colonne d'intervalle <66.7, 80.4>, -avec 15 élèves-, et une autre autour de 87.25 -avec 16 élèves-, dans la colonne consécutive, d'intervalle <80.4, 94.1>, dans le 1^{er}Q SCHT, à une distribution unimodale autour d'un mode de 85.3 -avec 22 élèves (presque la moitié de l'effectif)- dans la colonne d'intervalle <80.4, 90.2>.

- les modifications de l'histogramme que nous venons de présenter, ont produit une certaine normalisation de la courbe de GAUSS associée au 2^{er}Q SCHT, par rapport à celle du 1^{er}Q SCHT. Cette normalisation est tout à fait semblable à celle qui est produite sur l'histogramme global, avec tous les élèves ensemble et que nous avons déjà analysée.

- La diminution de l'étendue et à la fois son déplacement vers une réussite supérieure, avec l'augmentation de la moyenne, ont produit

- un déplacement des élèves vers la réussite, ce qui est assez sensible dans les cas des élèves avec la réussite la plus faible (qui étaient dans les colonnes de réussite inférieure à 52.9%). Ceux sont MA04, MA11, MA17, MB02, MB03, dont la réussite a augmenté de plus de 30%, entre le premier et le deuxième questionnaires.

- un dédoublement de celle qui était la colonne de réussite maximale -entre le 80.4% et le 94.1%- dans le 1^{er}Q SCHT, en deux colonnes, l'une de réussite comprise entre 80.4% et l'autre entre 90.2 et 100%, dans le 2^{er}Q SCHT.

Au niveau des élèves qui se trouvent dans ces colonnes, avec une réussite supérieure à 80.4% il y a, dans le 1^{er}Q SCHT, 16 élèves, tandis que dans le 2^{er}Q SCHT il y en a 28 élèves, ce qui suppose une augmentation d'environ 30% de l'effectif total des élèves, avec une très forte réussite.

- c'est dans la colonne intermédiaire de l'histogramme de 1^{er}Q SCHT, de réussite comprise dans l'intervalle <52.9, 66.7>, inférieure à la moyenne - 73.1%- , que l'on voit un comportement très variable des élèves qu'il faut analyser individuellement.

Nous trouvons, dans cette colonne, deux types de comportements différents des élèves, par rapport à leur réussite dans le 2^{er}Q SCHT:

les colonnes de réussite est supérieure à celle qu'ils avaient dans le 1^{er}Q SCHT.

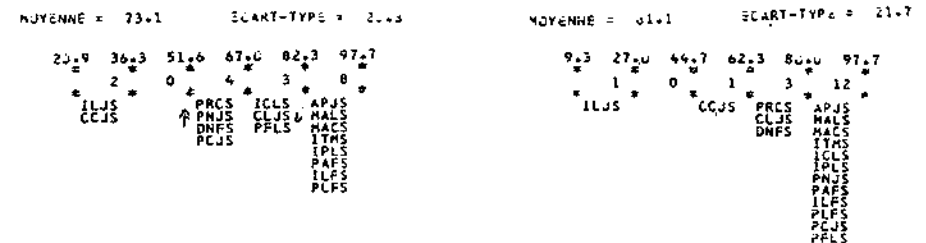
les élèves qui se trouvent avec la réussite la plus faible dans le 2^{er}Q SCHT: MA03, MA12, MB06.

Parmi eux, il est évident que pour MA03, sa réussite a diminué comme on le constate dans l'histogramme du 2^{er}Q SCHT; mais pour MA12 et MB06, l'histogramme ne suffit pas pour répondre, il faut observer leur pourcentage individuel de réussite: MA12 avait 64.7% dans le 1^{er}Q SCHT et 52.9% dans le 2^{er}Q SCHT, donc son taux de réussite a diminué de 13.8%; et MB06 avait 52.9% dans le 1^{er}Q SCHT et 64.7% dans le 2^{er}Q SCHT, donc son taux de réussite a augmenté de 13.8%.

b) L'histogramme sur les questions

- Histogramme QSCHT-Q.JM. (1Q-2Q) -

Histogrammes des questions du questionnaire QSCHTROUMPHS: les élèves de l'école J.MICHELET, 1^{ère} passation (1Q)-2^{ème} pas. (2Q)



réussite, supérieur à 20%, et CLJS pour sa chute, déjà commentée.

Il y a aussi un paquet de questions, dont l'augmentation de la réussite est plus "modeste", mais il est, quand même, supérieur à 10%, ce sont les questions: MALS, ILFS, PLFS, et CCJS.

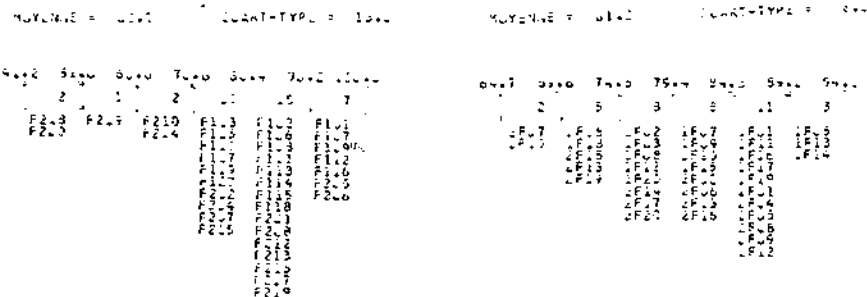
Et il y a une autre question qui a baissé légèrement dans sa réussite - 4.7% -, c'est la question CLJS.
 - le mode se trouve toujours sur la colonne de réussite la plus forte, mais étant donné que l'extrême inférieur de l'intervalle, est légèrement inférieur dans le 2^oQ SCHT par rapport au 1^oQ SCHT -80.0 au lieu de 82.3- alors le mode se trouve aussi légèrement modifié, il passe de 90 à 88.85, (valeurs centrales de la classe), mais par contre la fréquence du mode est augmentée, elle est passée de 8 à 12, ce qui suppose une variation de fréquence approximative de 50% à 70% des effectifs.
 - la variabilité relative des questions n'a pas changé sensiblement, étant donné que le coefficient de variation de PEARSON dans le 1^oQ SCHT, est de 28.45 et dans le 2^oQ SCHT, il est de 26.75.

Les histogrammes de l'école témoin

a) sur les élèves

- Histogramme QSCHT.E.FB. (1Q-2Q) -

Histogrammes des résultats au questionnaire QSCHTROUMPHS: les élèves de l'école F.BUISSON, 1ère passation (1Q)-2ème passation (2Q)



- la moyenne augmente très légèrement 1.2 points, en passant du 80%, dans 1^oQ SCHT, à 81.2% dans 2^oQ SCHT.
 - l'étendue diminue considérablement, de 58.8 à 29.4, c'est une diminution globale de 29.4, donc il reste réduit, dans 2^oQ SCHT, à la moitié de l'étendue qui avait dans 1^oQ SCHT.

Il déplace ses deux extrêmes: l'extrême inférieur augmente 23.5, en passant de 41.2 à 64.7, tandis que

réduit, dans 2^oQ SCHT, à la moitié de l'étendue qu'il avait dans 1^oQ SCHT.

Il déplace ses deux extrêmes: l'extrême inférieur augmente de 23.5, en passant de 41.2 à 64.7, tandis que l'extrême supérieur descend de 5.9 points, en passant de 100 à 94.1, entre la première et la deuxième passations.

- l'écart-type diminue de 5.2 points, en descendant de 13.2 dans le 1^oQ SCHT, à 8.0 dans le 2^oQ SCHT.

- la diminution de l'étendue, et de l'écart type, en conservant presque la même moyenne, produit dans 2^oQ SCHT, un groupement très fort des questions autour de la moyenne, résultat de la disparition des cas des élèves, de réussite plus extrême (faible et forte, respectivement) du questionnaire 1^oQ SCHT.

Q- LOGIQUE (2ème EXPERIMENTATION (88/89)

Q-LOGIQUE: Comparaison de la dépendance entre les résultats au questionnaire obtenus avant et après l'expérimentation des leçons:

1.1. Pour TOUS les élèves ensemble (MICHELET + F. BUISSON)

1.2. Pour les élèves de l'école expérimentale, J. MICHELET

Nous allons utiliser le TEST DE KHI-CARRE ENTRE FREQUENCES D'OBSERVATIONS APPAREILLÉES: question par question - avant et après - à partir des tableaux de contingences

1.1. Pour tous les élèves des deux écoles ensemble (Q LOGIQUE)

questions et codes			%	2	> 3.84
n°	Avant	Après			
1	PQIR	QIRP	+ 10	30.160	(*)
1.1	PQIE	QIEP	+ 10	20.001	(*)
2	PGIA	GIAP	+ 1.3	12.974	(*)
3	PGIN	GINP	+ 3.7	6.701	(*)
4.1	APAJ	AJAP	+ 1.2	0.026	
4.2	APNJ	NJAP	+ 15	9.038	(*)
4.3	CPAJ	AJPC	+ 13.7	1.718	
4.4	CPNF	NFPC	+ 15	14.946	(*)
5	PSC3	SC3P	- 8.8	0.006	
5.2	PSC2	SC2P	- 1.2	4.643	(*)
6.1	MPAR	PARM	+ 12.4	2.398	
6.2	MPAE	PAEM	+ 26.3	6.754	(*)
6.3	MONR	ONRM	+ 3.8	15.903	(*)
6.4	MONE	ONEM	+ 15	12.041	(*)
6.5	MNNR	MNRM	+ 6.2	33.157	(*)

Remarques sur le tableau

Les khi-carrés qui montrent une dépendance significative entre les deux passations (avant et après) du questionnaire doivent être supérieures à 20.95, c'est-à-dire supérieur à 3.84. C'est le cas pour les questions signalées avec une "*".

La 4ème colonne exprime l'écart (en pourcentage) et le signe, entre les réussites (aussi exprimées en pourcentage) à chaque question, dans le premier questionnaire et le deuxième.

Conclusions

C.1. Il y a 11 questions sur 15 qui sont significativement dépendantes, dans les deux passations, c'est-à-dire que sur plus de soixante dix pour cent des questions posées, il y a une forte ressemblance dans la manière dont les enfants ont répondu aux deux moments de la passation du questionnaire

Donc, nous pouvons supposer que le travail logique mobilisé par ces questions-ci, a un comportement assez stable chez les enfants, et que c'est cette stabilité qui est mise en évidence par la façon de répondre, (de réussir ou d'échouer), aux questionnaires.

C.2. Par rapport à la différence de réussite, entre les deux passations, il y a 13 questions sur un total de 15 qui ont augmenté leur réussite dans la deuxième passation du questionnaire LOGIQUE; cette augmentation est supérieure à 10%, pour 8 questions; autrement dit, sur plus de la moitié des questions, il y a plus de un 10 % d'enfants qui ont amélioré leur réussite au moment de la deuxième passation.

En faisant un croisement des deux indices, augmentation de la réussite et dépendance, entre les deux passations, nous avons la classification suivante des questions:

Δ =Variation de la Réussite (Réussite après - Réus. avant)

$\Delta \geq 10\%$

$\Delta < 10\%$

	(I)	(II)
Dépendance Significative khi-carré>3.84	1 PQIR (+ 10)	2 PGIA (+ 1.3)
	1.1 PQIE (+ 10)	3 PGIN (+ 3.7)
	4.2 APNJ (+ 15)	5.2 PSC2 (- 1.2)
	4.4 CPNF (+ 15)	6.3 MONR (+ 3.8)
	6.2 MPAE (+ 26.3)	6.5 MNRR (+ 6.2)
6.4 MONE (+ 15)		
Dépendance non-signific. khi-carré≤3.84	(III)	(IV)
	4.3 CPAJ (+ 13.7)	4.1 APAJ (+ 1.2)
	6.1 MPAR (+ 12.4)	5 PSC3 (- 8.8)

-Tableau 1.1 -

Classification des questions, d'après leur variation de la réussite et leur dépendance, entre la deuxième et la première passation du questionnaire LOGIQUE

Une analyse des caractères des questions de chaque classe, nous permet de faire les remarques suivantes:

Sur le travail logique demandé

* Pour les quatre questions qui portent sur l'implication logique (PQIR, PQIE, PGIA, PGIN), dont la dépendance est très forte entre les deux passations, il y a eu une amélioration sensible des résultats dans la deuxième passation; notamment pour les questions PQIR et PQIE qui portent sur la quantification de l'inclusion (agissant sur un seul critère), l'augmentation de la réussite a été de 10%.

* Les questions qui font travailler sur la négation:
- avec une négation explicite de critères dans l'énoncé (APNJ, MPAR, MPAE, MONR, MONE),
- avec une double négation MNRR
- avec l'attribution d'une valeur de vérité à un énoncé faux (CPNF)

se trouvent aussi parmi celles qui ont augmenté leur réussite, et pour toutes, sauf MPAR, la dépendance est aussi très fortement significative.

* Les trois questions qui demandent de la part des enfants, un raisonnement justificatif, une explication de la réponse donnée, (PQIE, MPAE, MONE), ont eu une amélioration assez forte des résultats, supérieure à 10%, particulièrement la question MPAE qui a obtenu une amélioration de 26.3%, dans la deuxième passation du questionnaire.

* Les deux questions pour lesquelles il y a eu une diminution de réussite dans la deuxième passation (PSC3, PSC2), portent sur la soustraction de classes, définies avec trois ou deux critères respectivement.

Mais, tandis que pour la question PSC2, la diminution de réussite est presque insignifiante (- 1.2 %) et la dépendance est significative, pour la question PSC3, la diminution de réussite est plus sensible (- 8.8) mais la dépendance entre les deux passations n'est pas significative.

Sur la formulation des questions

* Les questions qui sont sous la forme d'une assertion et qui demandent aux enfants un jugement sur sa vérité (APAJ, APNJ, CPAJ, CPNF), ont eu un traitement de la part des enfants très divers; on pourrait dire que c'est plutôt l'opération logique impliquée dans leur réponse, qui a déterminé le comportement des enfants, notamment la négation (APNJ, CPNF) (comme nous avons déjà signalé).

Pour l'attribution de critères "positifs", les questions (APAJ, CPAJ), la dépendance entre les deux passations n'est pas significative, donc il n'y a pas

d'homogénéité dans les réponses des enfants aux deux moments de la passation; au niveau de la réussite, tandis que APAJ (l'attribution de plusieurs caractères, sur une même figure), est restée presque invariante (+ 1.2%), pour CPAJ (reconnaissance des critères communs à deux figures), la réussite a eu un accroissement supérieur à 13% (+ 13.7).

* Pour les questions "piagétienne" (PQIR, PQIE, PGIA, PSC3, PSC2) c'est aussi le travail logique demandé, qui établit la différence des comportements: pour l'implication, et/ou l'inclusion, augmentation de la réussite et homogénéité des réponses, pour la soustraction de classes, diminution de la réussite avec une homogénéité variable dans les deux passations.

* Les questions formulées dans la langue courante (MPAR, MPAE, MONR, MONE, MNRR), avec une amélioration globale de la réussite, bien qu'elles portent toutes sur la négation, c'est dans la demande d'un raisonnement justificatif, que l'amélioration est plus forte et la dépendance très significative.

C.3. En conséquence, nous avons constaté que le type de travail logique demandé aux enfants est ce qui entraîne les différences les plus fortes des comportements dans leurs réponses, sur la forme ou langage de présentation des questions:

- ce sont les questions qui demandaient aux enfants un travail logique d'implication, de négation ou de raisonnement explicite de justification d'une réponse, dont les réponses sont restées significativement homogènes, pendant les deux passations du questionnaire et elles se sont améliorées sensiblement dans la deuxième passation.

- le travail sur la soustraction de classes, ne semble s'être ni amélioré, ni stabilisé dans les réponses obtenues par nos questionnaires, avec une diminution de la réussite du deuxième questionnaire par rapport au premier.

1.2. Pour les élèves de l'école J. MICHELET (Q LOGIQUE)

questions et codes					
n°	Avant	Après	%	χ^2	> 3.84
1	PQIR	QIRP	+ 12.4	14.930	(*)
1.1	PQIE	QIEP	+ 14	4.739	(*)
2	PGIA	GIAP	+ 7	7.402	(*)
3	PGIN	GINP	+ 2.3	5.982	(*)
4.1	APAJ	AJAP	+ 2.4	0.050	
4.2	APNJ	NJAP	+ 11.6	3.552	
4.3	CPAJ	AJPC	+ 18.6	0.005	
4.4	CPNF	NFPC	+ 7	4.058	(*)
5	PSC3	SC3P	- 4.7	1.252	
5.2	PSC2	SC2P	- 9.3	0.565	
6.1	MPAR	PARM	+ 16.2	1.292	

6.2	MPAE	PAEM	+ 23.3	4.113	(*)
6.3	MONR	ONRM	= 0	7.452	(*)
6.4	MONE	ONEM	+ 7	5.380	(*)
6.5	MNRR	MNRM	+ 2.3	26.318	(*)

- TABLEAU 1.2.1.-

Comparaison, pour chaque question, des réponses des élèves de l'école J. MICHELET, données avant et après l'expérimentation: Variation de la réussite, dépende entre les deux passations.

Remarques sur le tableau

Comme dans le tableau précédent: les khi-carrés qui montrent des différences significatives entre les deux passations (avant et après) du questionnaire doivent être supérieurs à 20.95, c'est-à-dire supérieure à 3.84. C'est le cas pour les questions signalées par une *. dans la dernière colonne.

La 4ème colonne exprime l'écart (en pourcentage) entre les réussites à chaque question, dans le premier questionnaire et le deuxième.

Conclusions

C1. Pour les élèves de l'école J. MICHELET, il y a 9 questions sur un total de 15 qui sont significativement dépendantes, donc deux de moins que pour l'ensemble des élèves.

Ces neuf questions étaient aussi dépendantes pour l'ensemble d'élèves, seulement les questions APNJ et PSC2 ne sont plus dépendantes quand on regarde seulement les élèves de l'école J. MICHELET.

C.2. L'augmentation et la diminution de la réussite portent pratiquement sur les mêmes questions que pour l'ensemble des élèves, seulement la question MNOR qui avait augmenté de 3.8% sur la totalité des élèves, reste invariante pour les élèves de l'école MICHELET.

C.3. Dans 6 questions parmi les 15 du total (PQIR, PQIE, PGIA, APAJ, CPAJ, MPAR) les élèves de l'école MICHELET, ont obtenu un accroissement de la réussite plus fort que pour l'ensemble des élèves.

Si nous prenons en compte ces deux indices - l'écart des réussites et la signification de la différence - ensemble, nous pouvons établir la même classification que dans le paragraphe 1.1, mais les questions de chaque classe ont exprimé de légères variations que nous remarquerons.

I: Les questions qui ont augmenté de plus de 5% leur réussite et dont la différence est significative:

1	PQIR
1.1	PQIE

2	PGIA
4.4	CPNF
6.2	MPAE
6.4	MONE

Les variations observées dans cette classe sont:

Questions nouvelles:	2	PGIA
Questions échangées:	4.2	APNJ (à la classe III)
	6.5	MNNR (à la classe II)

II: Les questions dont la variation de la réussite est très faible (entre [-5%, 5%]), mais la différence est significative:

3	PGIN
6.3	MONR
6.5	MNNR

Les variations observées dans cette classe sont:

Questions nouvelles:	6.5	MNNR
Questions échangées:	2	PGIA (à la classe I)
	5.2	PSC2 () (à la classe III)

III: Les questions qui ont varié de plus de 5% mais dont la différence n'est pas statistiquement significative:

4.2	APNJ
4.3	CPAJ
5.2	PSC2 ()
6.1	MPAR

Les variations observées dans cette classe sont:

Questions nouvelles:	4.2	APNJ
	5.2	PSC2 ()
Questions échangées:	5	PSC3 () (à la classe IV)

Il faut remarquer que pour la question 4.2. APNJ, le khi-carré est très proche de $20.95 = 3.84$, mais il ne le dépasse pas, donc la différence n'est plus significative.

IV: Les questions dont la variation de la réussite est très faible (entre [-5%, 5%]), mais la différence n'est pas statistiquement significative:

4.1	APAJ
5	PSC3 ()

Les variations observées dans cette classe sont:

Questions nouvelles:	5	PSC3 ()
----------------------	---	---------

Pour cette question, la variation est très proche de -5 (-4.7%), mais nous continuons avec la partition des intervalles de variation, faite précédemment.

CONCLUSIONS

C1: Par rapport aux questions significatives, appartenant aux deux premiers groupes, il faut signaler seulement l'absence des questions 4.2. APNJ et 5.2. PSC2 (qui sont maintenant dans le groupe III).

* Pour la question 4.2. APNJ: malgré son khi-carré très proche de 3.84, celui-ci n'arrive pas à dépasser cette valeur, donc l'augmentation de réussite (11.6%) que cette question a obtenue à l'école J. MICHELET entre la première et la deuxième passations du questionnaire, n'est pas significative, donc elle peut être due à l'hasard.

* Pour la question 5.2. PSC2: au niveau général cette question est restée pratiquement invariable sous l'aspect de la réussite, mais la différence observée était significative, tandis qu'à l'école J. MICHELET il y a eu une chute dans la réussite (-9.3%), mais cette différence n'est pas significative.

C2: Parmi ces questions significatives, il faut remarquer la question 2. PGIA: elle a augmenté sa réussite de 7%, à l'école J. MICHELET, tandis que la variation de cette question pour tout l'ensemble des élèves était très faible 1.3%; et l'augmentation à l'école J. MICHELET est très significative, puisque son khi-carré (7.402) est supérieur à celui de 20.99 (6.63), donc avec un seuil de signification de 0.01.

C'est l'unique question sur laquelle on observe une augmentation très significative à l'école J. MICHELET, tandis qu'au niveau général l'augmentation a été très faible mais aussi significative.

C3: Dans les groupes des questions dont les différences sont non-significatives (groupes III et IV), nous retrouvons comme "nouveautés", les conséquences des changements produits dans les groupes précédents: la nouvelle présence des questions 4.2 APNJ et 5.2 PSC2 (provenant des groupes I et II respectivement), et aucune absence.

L'unique changement produit entre ces deux groupes des questions non-significatives est celui de la question 5: PSC3 : elle est passée du groupe III au groupe IV, c'est-à-dire sa variation de réussite a diminué entre la première et la deuxième passation; mais comme cette variation était négative, en définitive cette diminution (ce changement de groupe) suppose une augmentation dans le taux de réussite chez les élèves de l'école J. MICHELET par rapport à la réussite générale de tous les élèves ensemble.

Si nous faisons le croisement de ces deux indices, augmentation de la réussite et dépendance, nous pouvons établir la même classification que dans le paragraphe 1.1, mais chaque classe a enregistré de

légères variations que nous remarquerons. (Voir TABLEAU 1.2.2.)

Δ = Variation de la Réussite (Réus. après - Réus. avant)

	$\Delta \geq 10\%$	$\Delta < 10\%$
	(I)	(II)
Dépendance	1 PQIR (+ 12.4)	2 PGIA (+ 7)
Significative	1.1 PQIE (+ 14)	3 PGIN (+ 2.3)
khi-carré > 3.84	6.2 MPAE (+ 23.3)	4.4 CPNF (+ 7)
		6.3 MONR (= 0)
		6.4 MONE (+ 7)
		6.5 MNNR (+ 2.3)
	(III)	(IV)
Dépendance	4.2 APNJ (+ 11.6)	4.1 APAJ (+ 2.4)
non-significat	4.3 CPAJ (+ 18.6)	5 PSC3 (- 4.7)
khi-carré ≤ 3.84	6.1 MPAR (+ 16.2)	5.2 PSC2 (- 9.3)

- Tableau 1.2.2 -

Classification des questions, d'après leur variation de la réussite et leur dépendance, entre la deuxième et la première passation du questionnaire LOGIQUE, pour les élèves de l'école J. MICHELET.

I: Les variations observées dans cette classe sont:

Questions nouvelles: aucune
 Questions échangées: 4.2 APNJ (à la classe III)
 4.4 CPNF (à la classe II)
 6.4 MONE (à la classe II)

II: Les variations observées dans cette classe sont:

Questions nouvelles: 4.4 CPNF
 6.4 MONE
 6.5 MNNR
 Questions échangées: 5.2 PSC2 (à la classe IV)

III: Les variations observées dans cette classe sont:

Questions nouvelles: 4.2 APNJ
 Questions échangées: aucune

Il faut remarquer que pour la question 4.2. APNJ, le khi-carré est très proche de $20.95 = 3.84$, mais il ne le dépasse pas, donc la dépendance n'est pas significative.

IV: Les variations observées dans cette classe sont:

Questions nouvelles: 5.2 PSC2
 Questions échangées: aucune

Nous allons utiliser l'analyse des caractéristiques des questions faite sur l'ensemble des élèves, pour étudier les variations que nous venons d'observer:

Sur le travail logique

* Se confirme la même tendance globale d'augmentation ou diminution de la réussite signalée pour l'ensemble des élèves: augmentation pour les questions qui portent sur l'implication, la négation et le raisonnement justificatif, et diminution pour les questions sur la soustraction de classes.

Mais cette augmentation n'a pas exactement le même variation, chez les élèves de l'école MICHELET que pour l'ensemble:

- pour la quantification de l'implication, l'augmentation de la réussite à la deuxième passation est un peu plus forte encore à MICHELET que sur l'ensemble des élèves

- pour la négation ce n'est pas si évident, pour les questions CPNF, APNJ, MONR, MONE, MNNR, on s'aperçoit qu'elles ont eu aussi, une augmentation de réussite, plus basse que celle enregistrée sur l'ensemble des élèves.

- les raisonnements justificatifs continuent à avoir aussi une forte augmentation de réussite, en gardant la dépendance entre les deux passations, mais ici la présentation, la forme de la question semblent jouer un rôle de différenciation: pour la formulation "piagétienne" une augmentation plus forte à MICHELET que sur l'ensemble, et pour la formulation en "langue courante", par contre, une augmentation un peu plus faible que sur l'ensemble.

La diminution de réussite dans le deuxième questionnaire, pour les questions de la soustraction de classes, se confirme aussi chez les élèves de MICHELET, mais en sens inverse de l'ensemble, pour trois variables (PSC3) la diminution est plus légère, tandis que pour deux variables (PSC2) elle est plus forte, et en plus la dépendance entre les deux passations n'est pas significative, comme elle l'était pour l'ensemble.

Sur la formulation des questions

* Nous avons remarqué déjà que la forme de présentation des questions semble jouer un rôle plus fort, dans les raisonnements explicatifs, chez les élèves de l'école MICHELET, que sur l'ensemble d'élèves où celle-ci n'était perceptible.

* Ce rôle, paraît être présent aussi dans les questions qui portent sur le jugement de vérité des assertions données: dans trois de ces quatre questions (APNJ, APAJ, CPAJ), la dépendance entre les deux passations du questionnaire n'est pas significative, et pour celle où la dépendance est significative (CPNF), l'augmentation de la réussite est plus faible à MICHELET, que sur l'ensemble des élèves.

* Dans toutes les questions formulées en langue courante, l'augmentation de la réussite est moins forte aussi, à MICHELET que dans l'ensemble des élèves.

C4. En conséquence, pour les élèves de l'école J. MICHELET, la présentation (la forme, le langage) des questions semble jouer un rôle différenciateur sur le travail logique demandé, qui n'avait pas été perçu dans les réponses de l'ensemble des élèves: augmentation plus forte que la générale, de la réussite pour les questions "piagétienne", une augmentation moins forte que pour l'ensemble, pour les questions en "langue courante", la non dépendance entre les deux passations pour le traitement de assertions.

2. Q-SCHTROUMPHS: Comparaison des résultats au questionnaire obtenus avant et après l'expérimentation des leçons à l'école expérimentale J. MICHELET, et à l'école témoin F. BUISSON.

TEST DE KHI-CARRE ENTRE FREQUENCES D'OBSERVATIONS APPARÉES: question par question - avant et après - à partir des tableaux de contingences

2.1. Pour tous les élèves des deux écoles ensemble (Q-SCHTROUMPHS)

n° question	1ère Q (code)	2ème Q (code)	Δ %	khi-carré	
1	SPAJ	APJS	2.2 -	0.053	
2	SMAL	MALS	7.5 -	10.418	(*)
3	SMAC	MACS	3.7 -	6.601	(*)
4	SITM	TIMS	1.2 -	13.554	(*)
6	SICL	ICLS	0 =	12.159	(*)
7	SIPL	IPLS	6.3 -	0.392	
8	SPRC	PRCS	1.2 -	6.723	(*)
C1	SPNJ	PNJS	16.2 -	0.043	
C2	SPAF	PAFS	-1.3 -	0.490	
C3	SILF	FILS	6.3 -	10.821	(*)
C4	SILJ	ILJS	-10.1 -	3.328	
C5	SCLJ	CLJS	-2.4 -	0.131	
C6	SPLF	PLFS	1.3 -	0.516	
C7	SDNF	DNFS	14.3 -	3.298	
C8	SPCJ	PCJS	15 -	0.021	
C9	SPFL	PFLS	8.7 -	5.566	(*)
C10	SCCJ	CCJS	13.8 -	6.987	(*)

Les colonnes sont comme dans les tableaux précédents:

les khi-carrés qui montrent des différences significatives entre les deux passations (avant et après) du questionnaire doivent être supérieurs à 20.95, c'est-à-dire supérieur à 3.84. C'est le cas pour les questions signalées par une *. dans la dernière colonne.

Donc pour celles-ci nous pouvons éliminer l'hypothèse nulle, c'est-à-dire, la différence qu'il y a entre ces questions dans les deux passations n'est pas due au hasard, mais à d'autres facteurs qui interviennent pour que cette différence existe.

La 4ème colonne exprime l'écart (en pourcentage) entre les réussites à chaque question, dans le premier questionnaire et le deuxième.

Si nous prenons en compte ces deux indices - l'écart des réussites et la signification de la différence - ensemble, nous pouvons établir la même classification que dans le paragraphe 1.1:

Questions dont la différence entre les deux passations est statistiquement significative: Groupes I et II.

Questions dont la différence entre les deux passations n'est pas statistiquement significative: Groupes III et IV.

I: Les questions qui ont augmenté de plus de 5% leur réussite et dont la différence est significative:

2	SMAL
C3	SILF
C9	SPFL
C10	SCCJ

II: Les questions dont la variation de la réussite est très faible (entre [-5%, 5%]), mais la différence est significative:

3	SMAC
4	SITM
6	SICL
8	SPRC

III: Les questions qui ont varié de plus de 5% mais dont la différence n'est pas statistiquement significative:

7	SIPL
C1	SPNJ
C4	SILJ
C7	SDNF
C8	SPCJ

IV: Les questions dont la variation de réussite est très faible (entre [-5%, 5%]), mais dont la différence n'est pas statistiquement significative:

1	SPAJ
C2	SPAF
C5	SCLJ
C6	SPLF

1.2. Pour les élèves de l'école J. MICHELET (Q-SCHTROUMPHS)

n° question	1ère Q (code)	2ème Q (code)	Δ %	khi-carré	
1	SPAJ	APJS	0 =	0.025	
2	SMAL	MALS	9.3	7.580	(*)
3	SMAC	MACS	6.9	2.906	
4	SITM	TIMS	2.3 -	12.243	(*)
6	SICL	ICLS	4.6 -	10.294	(*)
7	SIPL	IPLS	4.7 -	0.723	
8	SPRC	PRCS	6.9	6.108	(*)
C1	SPNJ	PNJS	30.2	1.118	
C2	SPAF	PAFS	0 =	1.229	
C3	SILF	FILS	11.6	1.680	
C4	SILJ	ILJS	-11.6	1.040	
C5	SCLJ	CLJS	-4.7 -	0.697	
C6	SPLF	PLFS	2.3 -	1.167	
C7	SDNF	DNFS	20.9	3.767	
C8	SPCJ	PCJS	25.6	0.009	
C9	SPFL	PFLS	11.7	4.098	(*)
C10	SCCJ	CCJS	16.2	1.714	

Les colonnes sont comme dans les tableaux précédents (Voir 1.1 et 1.2).

La classification à établir sur l'ensemble des questions est aussi la même que dans les analyses précédentes:

Questions dont la différence entre les deux passations est statistiquement significative: Groupes I et II.

Questions dont la différence entre les deux passations n'est pas statistiquement significative: Groupes III et IV.

I: Les questions qui ont augmenté de plus de 5% leur réussite et dont la différence est significative:

2 SMAL
8 SPRC
C9 SPFL

Les variations observées dans cette classe sont:

Questions nouvelles: 8 SPRC
Questions échangées: C3 SILF (au groupe III)
C10 SCCJ (au groupe III)

II: Les questions dont la variation de la réussite est très faible (entre [-5%, 5%]), mais la différence est significative:

4 SITM
6 SICL

Les variations observées dans cette classe sont:

Questions nouvelles: aucune
Questions échangées: 3 SMAC ((au groupe III)
8 SPRC (au groupe I)

III: Les questions qui ont varié de plus de 5% mais dont la différence n'est pas statistiquement significative:

3 SMAC
C1 SPNJ
C3 SILF
C4 SILJ ()
C7 SDNF
C8 SPCJ
C10 SCCJ

Les variations observées dans cette classe sont:
Questions nouvelles: 3 SMAC
C3 SILF
C10 SCCJ

Questions échangées: aucune

Il faut remarquer que pour la question C7. SDNF, le (3.767) est très proche de 20.95 (3.84), mais il ne le dépasse pas, donc il n'est pas significatif.

IV: Les questions dont la variation de la réussite est très faible (entre [-5%, 5%]), mais la différence n'est pas statistiquement significative:

1 SPAJ
7 SIPL
C2 SPAF
C5 SCLJ ()
C6 SPLF

Les variations observées dans cette classe sont:
Questions nouvelles: 7 SIPL
Questions échangées: aucune.

CONCLUSIONS

C1: Par rapport aux questions dont les différences sont significatives, appartenant aux deux premiers groupes, il faut signaler l'absence des questions 3. SMAC, C3 SILF et C10 SCCJ:

* Pour les trois questions, l'augmentation de la réussite entre les deux passations a été plus forte chez les élèves de l'école J. MICHELET que dans le groupe général, mais la différence n'est pas significative:

	Δ % MICHELET	Δ % TOUS
3 SMAC	6.9	3.7
C3 SILF	11.6	6.3
C10 SCCJ	16.2	13.8

C2: Il faut remarquer que la question 8 SPRC, tout en gardant la signification de la différence entre les deux questionnaires, a une augmentation de réussite plus forte à l'école J. MICHELET que celle du groupe général:

	Δ % MICHELET	Δ % TOUS
8 SPRC	6.9	1.2

C'est l'unique question sur laquelle on observe une augmentation plus forte chez les élèves de l'école MICHELET, par rapport à tout le groupe, et dont la différence soit significative.

COMPARAISON DE PARAMETRES STATISTIQUES (MOYEN et ECART-TYPE): TEST-RETEST 88/89

Q-LOGIQUE

Comparaisons des paramètres des statistiques des données sur Q LOGIQUE (première et deuxième passation), notamment les moyennes et des écarts types, pour élaborer des conclusions plus précises par rapport à notre recherche, c'est-à-dire, à la "mesure" des effets des leçons expérimentées, sur le travail logique des élèves.

Pour la première passation du Questionnaire LOGIQUE, nous avons les paramètres suivants des échantillons choisis:

1Q LOGIQUE avec 15 questions

	MICHELET (43é)	F. BUISSON (37é)	TOUS (80é)
Questions	15	15	15
Moyenne (1Q)	8.06	8.48	8.26
Moyenne (2Q)	9.34	9.67	9.5
$\Delta M = (2Q - 1Q)$	1.28	1.19	1.24
Ecart type (1Q)	2.49	2.18	2.34
Ecart type (2Q)	2.14	2.28	2.20
E.t.(2Q)-E.t.(1Q)	-0.35	-0.10	-0.14

Nous pouvons constater que la différence de Moyennes entre les deux passations de Q LOGIQUE, - qui mesure l'augmentation de la réussite dans la deuxième passation -, pour les élèves de l'école MICHELET, est plus grande que celle de tous les élèves ensemble et que celle des élèves de l'école F. BUISSON, (celle-ci restant inférieure à l'augmentation de l'ensemble des élèves).

Les écarts-types diminuent, donc les résultats des élèves sont plus proches de la moyenne, dans la deuxième passation du Questionnaire Q LOGIQUE, par rapport à la première.

Mais ce phénomène est plus fort à l'école MICHELET par rapport à l'école F. BUISSON, c'est-à-dire à l'école MICHELET, la diminution de l'écart-type est plus grande que celle de l'ensemble des élèves et que celle de l'école F. BUISSON (qui reste inférieure à la diminution globale sur l'ensemble des élèves).

C3: Dans les groupes des questions dont les différences ne sont pas significatives, nous rencontrons en plus des trois questions déjà analysées (3 SMAC, C3 SILF, C10 SCCJ), d'autres questions qui ont eu une variation très forte, aussi bien dans l'école MICHELET que dans le groupe général, qui n'est pas significative au niveau statistique, c'est le cas pour C1, C4, C7, C8:

	Δ % MICHELET	Δ % TOUS
C1 SPNF	30.2	16.2
C4 SILJ	-11.6	-10.1
C7 SDNF	20.9	14.3
C8 SPCJ	25.6	15

Il faut remarquer que dans les deux questions où la variation a été négative, à l'école MICHELET, elle a été aussi négative, et même légèrement supérieure dans le groupe général (C4 et C5).

En conséquence nous pouvons affirmer, sur les élèves de l'école MICHELET:

- que l'amélioration significative de réussite entre les deux passations du Questionnaire, est exprimée dans la deuxième passation, par un accroissement de la moyenne et une diminution de l'écart-type dans les résultats, légèrement supérieurs à ceux de l'école témoin

- que cette amélioration leur a permis de rattraper partiellement les différences de départ qu'il y avait entre les deux écoles, qui si elles n'étaient pas significatives, montraient quand même un niveau de réussite et une homogénéisation des élèves supérieurs à l'école témoin (moyenne supérieur, écart-type inférieur).

Q-SCHTROUMPHS: SIGNIFICATION DES DIFFERENCES PARTIELLES

Nous avons observé que globalement, c'est-à-dire sur l'ensemble du questionnaire SCHTROUMPHS, l'augmentation de réussite expérimentée dans la deuxième passation par rapport à la première n'était pas significative au seuil de 0.05 (elle l'était au seuil de 0.10), pour les élèves de l'école J. MICHELET; mais est-ce que les différences (aussi bien pour les élèves que pour les questions) signalées dans l'analyse des histogrammes des données, sont significatives?

Pour les questions

a) Les questions dont l'augmentation de réussite entre les deux passations est supérieure à 10% sont: SMAL, SILF, SPLF, et SCCJ.

Les questions dont l'augmentation de réussite entre les deux passations est supérieure à 20% sont: SPNJ, SDNF, et SPCJ.

Testons sous l'hypothèse nulle si ces différences dans la réussite est significative:

Test 1

H0: Pour les questions du questionnaire Q-SCHTROUMPHS dont il y a une augmentation de la réussite supérieure à 10% entre les deux passations, cette différence n'est pas significative

Q SCHTROUMPHS (7 questions: SPNJ, SDNF, SPCJ, MALS, SILF, SPLF, SCCJ) -----

	MIav	MIap	Total
Effectifs	43	43	86
Réussite observée	198	252	450
Réussite théorique	225	225	450

$$\chi^2 = \frac{(198 - 225)^2}{225} + \frac{(252 - 225)^2}{225} = 6.48$$

Comme $\chi^2_{.95} = 5.02$, pour $v = 1$ degré de liberté, et $6.48 > 5.02$, au seuil de 0.025 la distance de khi-carré est significative, donc nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle et ceci signifie que:

Pour les questions du questionnaire Q-SCHTROUMPHS qui ont une augmentation de réussite supérieure à 10% entre les deux passations, cette différence est très significative, chez les élèves de l'école J. MICHELET.

A l'école témoin, pour ce même paquet de questions, existe-t-il aussi une différence significative de la

réussite, entre les deux passations du questionnaire Q-SCHTROUMPHS?

Test 2

H0: Pour les questions SPNJ, SDNF, SPCJ, MALS, SILF, SPLF, SCCJ du questionnaire Q-SCHTROUMPHS il n'y a pas de différence significative entre les deux passations, chez les élèves de l'école F. BUISSON

Q SCHTROUMPHS (7 questions: SPNJ, SDNF, SPCJ, MALS, SILF, SPLF, SCCJ) -----

	FBav	FBap	Total
Effectifs	37	37	74
Réussite observée	202	215	417
Réussite théorique	208.5	208.5	417

$$\chi^2 = \frac{(202 - 208.5)^2}{208.5} + \frac{(215 - 208.5)^2}{208.5} = 0.40$$

Comme $\chi^2_{.95} = 3.84$, pour $v = 1$ degré de liberté, et $0.40 < 3.84$, au seuil de, 0.05 la distance de khi-carré n'est significative, donc nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle et ceci signifie que:

Pour les questions SPNJ, SDNF, SPCJ, MALS, SILF, SPLF, SCCJ du questionnaire Q-SCHTROUMPHS il n'y a pas de différence significative entre les deux passations, chez les élèves de l'école F. BUISSON, donc l'hypothèse de l'effet test-retest, comme étant à l'origine d'une possible augmentation de la réussite dans la deuxième passation du questionnaire, peut être rejetée.

En conséquence, l'augmentation de la réussite (supérieure à 10%) constatée dans la deuxième passation du questionnaire Q-SCHTROUMPHS chez les élèves de l'école expérimentale, est très significative et elle ne peut pas être attribuée à l'effet test-retest.

b) Les questions dont la réussite est inférieure dans la deuxième passation du questionnaire à la première, chez les élèves de l'école expérimentale J. MICHELET, sont SILJ, et SCLJ.

Pour ces questions-là, la différence de réussite n'est pas significative, ni dans l'école expérimentale, ni dans l'école témoin, les distances de khi-carré sont 0.60 et 0.12 respectivement, (très inférieures à $\chi^2_{.95} = 3.18$, pour le seuil 0.05 de confiance).

c) Le reste de questions, SAPJ, SMAC, SITM, SICL, SIPL, SPRC, SPAF, et SPLF, ont eu de légères augmentations de réussite - toujours moins du 10% -, ce que signifie 3 élèves maximum de différence.

TESTS D'HYPOTHESES, avec la distance de Khi-carré

LES QUESTIONS, LES HYPOTHESES

Q1. Ressemblance école témoin/école expérimentale.

Les élèves de l'école expérimentale J. MICHELET, et de l'école témoin F. BUISSON, ont-ils le même niveau de réussite au moment de la première passation des questionnaires?; c'est-à-dire, avant l'expérimentation y-a-t-il de différences de départ entre les deux écoles?

Nous savons que FBav >> MIav, et sous l'hypothèse nulle:

H0: Pour IQ SCHTROUMPH, pas de différences entre MICHELET et F. BUISSON

IQ SCHK MIav = FBav

H0: Pour IQ LOGIQUE, pas de différences entre MICHELET et F. BUISSON

IQ LOG MIav = FBav

les hypothèses alternatives seraient:

H1: la réussite de l'école témoin FB, serait significativement supérieure à celle de l'école expérimentale, avant l'expérimentation

H1: IQ SCHK FBav >> MIav

H1: IQ LOG FBav >> MIav

Q2. Y-a-t-il une amélioration, dans la deuxième passation des questionnaires, par rapport à la première?

Q.2.1 Un progrès différentiel?

H0: Tousav = Tousap (pour QSCHK et pour QLOG)

H2.1: Tousav >> Tousap (pour QSCHK et pour QLOG)

Q.2.2 Un progrès "naturel", pour les élèves de F. BUISSON?

H0: FBav = FBap (pour QSCHK et pour QLOG)

H2.2: FBap >> FBav (pour QSCHK et pour QLOG)

Q.2.3 Un progrès selon l'expérience?

H0: MIav = MIap (pour QSCHK et pour QLOG)

H2.3: MIap >> MIav (pour QSCHK et pour QLOG)

Nous n'attendons pas, a priori, pour le questionnaire LOGIQUE, un progrès global "visible", dans aucune des deux écoles, parce que pour les élèves de l'école expérimentale MICHELET, il est clair que la mise en place de la logique des enfants va demander un travail plus systématique que celui de l'expérience faite; et aussi parce que les deux passations ne sont pas suffisamment éloignées dans le temps (un mois et demi), pour prévoir une évolution naturelle de la formation logique des enfants si rapide et appréciable, ni pour l'école MICHELET, ni pour F. BUISSON.

C'est vrai, que nous souhaiterions voir apparaître cette différence significative dans l'école MICHELET, mais pas dans l'école F. BUISSON: ceci pourrait montrer les effets du travail logique fait pendant l'expérimentation.

Pour le questionnaire SCHTROUMPHS, nous attendons une différence significative entre les deux passations, pour l'école expérimentale (effet d'apprentissage). Pour l'école témoin, il ne devrait pas avoir cette différence, à l'exception d'un possible effet test/retest.

Q.3 L'expérimentation, a-t-elle produit dans l'école expérimentale, des effets globaux sur les questionnaires, qui ne sont pas produits à l'école témoin?

H0: Pour 2Q (SCHK et LOG) MIap = FBap

H3: Pour 2Q (SCHK et LOG) MIap = FBap

Comme nous avons au départ, pour la première passation des Questionnaires LOGIQUE et SCHTROUMPHS, une meilleure réussite chez les élèves de l'école témoin que chez les élèves de l'école expérimentale, nous attendons que pour cette deuxième passation, après l'expérimentation des leçons

- si au niveau de la réussite cette différence (MIap << FBap) continue, elle ne soit pas significative et, que l'école MICHELET puisse arriver à rattraper ces différences de départ, grâce au travail réalisé pendant l'expérience.

LES TESTS DES HYPOTHESES: CALCUL ET SIGNIFICATION DES DISTANCES

Nous allons calculer les différentes distances, à l'aide de khi-carré, entre les valeurs observées et les valeurs théoriques, pour chacune des hypothèses nulles avancées dans le paragraphe précédent.

Les calculs seront faits séparément pour chaque questionnaire: d'abord pour le questionnaire LOGIQUE, et après pour le questionnaire SCHTROUMPHS.

Questionnaire LOGIQUE

Test 1.

H0: Pour IQ LOGIQUE, pas de différences entre MICHELET et F. BUISSON

H0: IQ LOG MIav = FBav

H1: IQ LOG FBav >> MIav

1Q LOGIQUE (15 questions)

	MIav	FBav	Total
Effectifs	43	37	80
Réussite possible	645	555	1200
Réussite observée	347	314	661
Réussite théorique	355.28	305.71	661

$$\chi^2 = \frac{(347 - 355.28)^2}{355.28} + \frac{(314 - 305.71)^2}{305.71} = 0.4177$$

Comme $\chi^2_{.95} = 3.84$, pour $v = 1$ degré de liberté, et $0.4177 < 3.84$, alors la différence entre les valeurs observées et les valeurs théoriques n'est pas significative, donc nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle, et ceci signifie rejeter l'hypothèse alternative suivante:

Pendant la première passation du Questionnaire LOGIQUE, la réussite des élèves de l'école expérimentale et témoin a été semblable, il n'y a pas une différence significative entre les comportements des enfants (réussite/échec) lorsque cette passation a eu lieu, donc la différence de réussite observée peut être attribuée au hasard.

Test 2.

H0: Il n'y a pas un progrès différentiel entre la deuxième et la première passation du Questionnaire LOGIQUE: la réussite globale, pour l'ensemble des élèves, à la première passation, est la même ou très proche de celle du deuxième Questionnaire.

H0: Q LOGIQUE TOUSav = TOUSap
Pas d'hypothèse alternative

LOGIQUE (15 questions)

	TOUSav	TOUSap	Total
Effectifs	80	80	160
Réussite possible	1200	1200	2400
Réussite observée	661	746	1407
Réussite théorique	703.5	703.5	1047

$$\chi^2 = \frac{(661 - 703.5)^2}{703.5} + \frac{(746 - 703.5)^2}{703.5} = 5.135$$

Comme $\chi^2_{.95} = 3.84$, pour $v = 1$ degré de liberté, et $5.135 > 3.84$, au niveau 0.05 la distance de khi-carré est probablement significative, donc nous devons rejeter l'hypothèse nulle, donc:

Reconnaitre l'existence d'une différence significative de réussite, entre la première et la deuxième passations du Questionnaire LOGIQUE, pour l'ensemble des élèves (les deux écoles confondues), qui ne peut pas être attribuée au hasard: pour Q LOGIQUE TOUSav = TOUSap

Test 3

H0: Chez les élèves de l'école J. MICHELET, il n'y a pas de progrès entre la deuxième et la première passations du Questionnaire LOGIQUE, donc aucune différence qui puisse être attribuée à l'expérimentation des leçons

H0: Pour Q LOGIQUE MIav = MIap
H1: Pour Q LOGIQUE MIap >> MIav

Q LOGIQUE (15 questions)

	MIav	MIap	Total
Effectifs	43	43	86
Réussite possible	645	645	1290
Réussite observée	347	402	749
Réussite théorique	374.5	374.5	749

$$\chi^2 = \frac{(347 - 374.5)^2}{374.5} + \frac{(402 - 374.5)^2}{374.5} = 4.03$$

Comme $\chi^2_{.95} = 3.84$, pour $v = 1$ degré de liberté, et $4.03 > 3.84$, au niveau 0.05 la distance de khi-carré est probablement significative, donc nous devons rejeter l'hypothèse nulle, donc

Reconnaître l'existence d'une différence significative de réussite, entre la première et la deuxième passations du Questionnaire LOGIQUE, pour les élèves de l'école expérimentale J. MICHELET, qui ne peut pas être attribuée au hasard.

Nous avons fait l'hypothèse que l'expérimentation des situations pourrait avoir produit cette différence, mais elle pourrait aussi être la conséquence d'un progrès naturel dû à d'autres raisons: le temps de décalage, le travail naturel dans la classe, etc.

Observons cette même possible différence chez les élèves de l'école témoin.

Test 4

H0: Chez les élèves de l'école témoin, F. BUISSON, il n'y a pas de différence entre les deux passations du Questionnaire LOGIQUE, donc il n'y a pas de progrès naturel

H0: Q LOGIQUE FBav = FBap
H1: Q LOGIQUE FBap >> FBav

Q LOGIQUE (15 questions)

	FBav	FBap	Total
Effectifs	37	37	74
Réussite possible	555	555	1110
Réussite observée	314	344	658
Réussite théorique	329	329	658

$$\chi^2 = \frac{(314 - 329)^2}{329} + \frac{(344 - 329)^2}{329} = 1.36$$

Comme $\chi^2_{.95} = 3.84$, pour $v = 1$ degré de liberté,

et $1.36 < 3.84$, au niveau 0.05 la distance de 2 n'est pas probablement significative, donc nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle et

il n'y a pas de différence significative dans la réussite, entre la première et la deuxième passations du Questionnaire LOGIQUE pour les élèves de l'école témoin F. BUISSON, donc s'il y a une différence elle peut être attribuée au hasard: pour Q LOGIQUE FBav = FBap

En conséquence nous pouvons accepter l'hypothèse que la différence significative de la réussite, entre les deux passations, pour les élèves de l'école MICHELET, peut être attribuée aux effets du travail logique des leçons, et non pas au progrès naturel, puisque celui-ci n'est pas significatif pour les élèves de l'école témoin F. BUISSON.

Mais, l'augmentation significative de la réussite observée pour l'école J. MICHELET, dans la deuxième passation du Questionnaire LOGIQUE, introduit-elle une différence significative entre celle-ci et l'école témoin F. BUISSON?

Test 5

H0: Il n'y a pas de différence dans la réussite de la deuxième passation du Questionnaire LOGIQUE, entre les élèves de l'école témoin et ceux de l'école expérimentale

H0: 2Q LOGIQUE MIap = FBap
H1: 2Q LOGIQUE MIap = FBap

Q LOGIQUE (15 questions)

	MIap	FBap	Total
Effectifs	43	37	80
Réussite possibles	645	555	1200
Réussite observée	402	344	746
Réussite théorique	400.97	345.02	746

$$\chi^2 = \frac{(402 - 400.97)^2}{400.97} + \frac{(344 - 345.02)^2}{345.02} = 0.0056$$

Comme $\chi^2_{.95} = 3.84$, pour $v = 1$ degré de liberté,

et $0.0056 < 3.84$, au niveau 0.05 la distance de 2 n'est probablement pas significative, donc nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle, donc ceci signifie qu'il faut rejeter l'hypothèse alternative, c'est-à-dire:

Que l'existence d'une différence significative de réussite, entre la première et la deuxième passations du Questionnaire LOGIQUE, pour les élèves de l'école MICHELET, n'a pas introduit de différence dans la deuxième passation, par rapport aux élèves de l'école F. BUISSON, c'est-à-dire la ressemblance de réussite qu'il y avait entre les élèves des deux écoles, avant l'expérimentation, continue aussi après celle-ci.

Donc s'il y a des différences, elles peuvent être attribuées au hasard, mais pas aux effets de l'expérimentation des leçons dans l'école expérimentale: pour Q LOGIQUE MIap = FBap

Questionnaire SCHTROUMPHS

Test 1

H0: Pour IQ SCHTROUMPHS, pas de différences entre MICHELET et F. BUISSON

H0: IQ SCHTROUMPHS MIav = FBav

H1: IQ SCHTROUMPHS MIav << FBav

Q SCHTROUMPHS (17 questions) -----

	MIap	FBap	Total
Effectifs	43	37	80
Réussite possibles	731	629	1360
Réussite observée	534	503	1037
Réussite théorique	557.38	479.62	1037

$$\chi^2 = \frac{(534 - 557.38)^2}{557.38} + \frac{(503 - 479.62)^2}{479.62} = 2.12$$

Comme $\chi^2_{.95} = 3.84$, pour $v = 1$ degré de liberté, et $2.12 < 3.84$, au niveau 0.05 la distance de khi-carré n'est probablement significative, donc nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle et ceci signifie que:

Pendant la première passation du Questionnaire SCHTROUMPHS, la réussite des élèves de l'école expérimentale et ceux de l'école témoin a été semblable, il n'y a pas une différence significative entre les comportements des enfants (réussite ou échec) lorsque cette passation a eu lieu.

Test 2

H0: Il n'y a pas un progrès différentiel entre la deuxième et la première passation du Questionnaire SCHTROUMPHS: la réussite globale, pour l'ensemble des élèves, à la première passation, est la même ou très proche de celle du deuxième Questionnaire

H0: Q SCHTROUMPHS TOUSav = TOUSap

H1: Q SCHTROUMPHS TOUSav < TOUSap

Q SCHTROUMPHS (17 questions)			
	TOUSav	TOUSap	Total
Effectifs	80	80	160
Réussite possibles	1360	1360	2720
Réussite observée	1037	1104	2141
Réussite théorique	1075.5	1075.5	2141

$$\chi^2 = \frac{(1037 - 1075.5)^2}{1075.5} + \frac{(1104 - 1075.5)^2}{1075.5} = 2.13$$

Comme $\chi^2_{.95} = 3.84$, pour $v = 1$ degré de liberté, et $2.13 < 3.84$, au niveau 0.05 la distance de khi-carré n'est probablement pas significative, donc nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle et ceci signifie:

Il n'y a pas de différences dans la réussite pour l'ensemble des élèves (les deux écoles confondues), entre la première et la deuxième passation du Questionnaire SCHTROUMPHS; et si celles existent elles peuvent être attribuées au hasard: pour Q SCHTROUMPHS TOUSav = TOUSap

Test 3

H0: A l'école J. MICHELET, il n'y a pas de progrès entre les deux passations du Questionnaire, aucun effet qui puisse être attribué à l'expérimentation

H0: Pour Q SCHTROUMPHS MIav = MIap
H1: Pour Q SCHTROUMPHS MIav << MIap

Q SCHTROUMPHS (17 questions)			
	MIav	MIap	Total
Effectifs	43	43	86
Réussite possibles	731	731	1462
Réussite observée	534	593	1127
Réussite théorique	563.5	563.5	1127

$$\chi^2 = \frac{(534 - 563.5)^2}{563.5} + \frac{(593 - 563.5)^2}{563.5} = 3.08$$

Comme $\chi^2_{.95} = 3.84$, pour $v = 1$ degré de liberté, et $3.08 < 3.84$, au niveau 0.05 la distance de khi-carré n'est probablement significative, donc nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle et ceci signifie que nous devons rejeter par contre l'hypothèse alternative, c'est-à-dire:

Il n'y a pas un progrès significatif dans la deuxième passation du Questionnaire SCHTROUMPHS, par rapport à la première passation, pour les élèves de l'école J. MICHELET, donc s'il existe une différence celle ci peut être attribuée au hasard, et non pas aux effets attendus de l'expérimentation.

Il faut remarquer que le khi-carré rencontré est presque significatif, il est probablement significatif au niveau de 0.10.

Test 4

H0: Chez les élèves de l'école témoin F. BUISSON, il n'y a pas de différence entre les deux passations du Questionnaire Q SCHTROUMPHS, donc il n'y a pas de progrès naturel

H0: Q SCHTROUMPHS FBav = FBap
H1: Q SCHTROUMPHS FBav << FBap

Q SCHTROUMPHS (17 questions)			
	FBav	FBap	Total
Effectifs	37	37	74
Réussite possibles	629	629	1258
Réussite observée	503	511	1014
Réussite théorique	507	507	1014

$$\chi^2 = \frac{(503 - 507)^2}{507} + \frac{(511 - 507)^2}{507} = 0.06$$

Comme $\chi^2_{.95} = 3.84$, pour $v = 1$ degré de liberté, et $0.06 < 3.84$, au niveau 0.05 la distance de khi-carré n'est probablement significative, donc nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle et:

Ceci confirme l'idée que les élèves de l'école témoin F. BUISSON n'ont pas réalisé dans la deuxième passation du Questionnaire SCHTROUMPHS, de changements

significatifs dans leur réussite, par rapport à la première passation; dans cette situation s'il y a eu un changement de la réussite dans la deuxième passation, même attribuable à l'effet "retest", celui-ci n'est pas du tout significatif, il peut être attribué au hasard.

Test 5

H0: Il n'y a pas de différence dans la réussite de la deuxième passation du Questionnaire SCHTROUMPHS, entre les élèves de l'école témoin et ceux de l'école expérimentale

H0: 2Q SCHTROUMPHS MIap = FBap
H1: 2Q SCHTROUMPHS MIap = FBap

Q SCHTROUMPHS (17 questions)

	MIap	FBap	Total
Effectifs	43	37	80
Réussite possibles	731	629	1360
Réussite observée	593	511	1104
Réussite théorique	593.4	510.6	1104

$$\chi^2 = \frac{(593 - 593.4)^2}{593.4} + \frac{(511 - 510.6)^2}{510.6} = 0.0011$$

Comme $\chi^2_{.95} = 3.84$, pour $v = 1$ degré de liberté, et $0.0011 < 3.84$, au niveau 0.05 la distance de khi-carré est nullement significative, donc nous devons accepter l'hypothèse nulle et ceci signifie que:

Nous devons rejeter l'hypothèse alternative que nous avons faite, en espérant que l'expérimentation des leçons, dans l'école J. MICHELET, avec l'utilisation des tableaux semblables à celui du Questionnaire SCHTROUMPHS, introduisent des différences significatives, dans la deuxième passation entre les élèves de l'école expérimentale et ceux de l'école témoin.

ANALYSE DES DONNEES: 1ère EXPERIMENTATION (87/88)

Q: LOGIQUE: (avant-après) à l'école J. MICHELET
(une seule passation) aux écoles P. LAPIE-I et II

Q LOGIQUE (15q)

MICHELET

46 élèves	Réussite observée	Réussite possible	Moyenne réussite	Moyenne (%)
Avant 1 Q	437	690	9.50	63.33 %
Après 2 Q	455	690	9.89	65.94 %

PAUL LAPIE

47 élèves	Unique			
Passation	434	705	9.23	61.15 %

Une première lecture de la réussite globale des élèves, montre des différences très légères, dans les deux passations à l'école expérimentale, 2.61% d'amélioration pendant la deuxième passation.

Une différence très courte est visible aussi entre les résultats de l'école expérimentale et l'école témoin, aussi bien dans la première passation que dans la deuxième, l'école témoin ayant un niveau légèrement inférieur.

Nous allons tester ces différences:

L'amélioration de la réussite, à l'école expérimentale, lors de la deuxième passation, est-elle significative?

Test 1.

H0: Pour Q LOGIQUE, pas de différences entre MICHELET Avant et Après l'expérimentation

Q LOGIQUE (15 questions)

	MIav	MIap	Total
Effectifs	46	46	92
Réussite possible	690	690	1380
Réussite observée	437	455	892
Réussite théorique	446	446	892

$$\chi^2 = \frac{(437 - 446)^2}{446} + \frac{(455 - 446)^2}{446} = 0.36$$

Comme $\chi^2_{.95} = 3.84$, pour $v = 1$ degré de liberté et $0.36 < 3.84$, alors la différence entre les deux passations, à l'école MICHELET, n'est pas significative.

Alors l'amélioration observée pendant la deuxième passation peut être due au hasard, et non pas aux effets de l'expérience; mais néanmoins une certaine tendance à l'augmentation de la réussite est constatée à l'école MICHELET, après l'expérimentation.

Etant donné qu'il n'a pas eu une double passation à l'école témoin, la comparaison avec le progrès naturel que les enfants pourraient avoir réalisé à l'école témoin, n'est pas possible; mais nous avons voulu vérifier que le niveau de réussite au questionnaire Q LOGIQUE, de l'école expérimentale, avant l'expérience était semblable à celui des autres écoles, à celui de l'école témoin, alors:

Les deux écoles ont-elles, lors de première passation, de différences significatives, entre leurs réussites?

Test 2.

Hypothèse nulle, H_0 : pour IQ LOGIQUE pas de différence entre l'école témoin et l'école expérimentale, $MIav = FBav$.

Q LOGIQUE (15 questions)

	MIav	FBav	Total
Effectifs	46	47	93
Réussite possible	690	705	1395
Réussite observée	437	434	871
Réussite théorique	430.81	440.18	871

$$\chi^2 = \frac{(437 - 430.81)^2}{430.81} + \frac{(434 - 440.18)^2}{440.18} = 0.175$$

Comme $\chi^2_{.95} = 3.84$, pour $v = 1$ degré de liberté et $0.175 < 3.84$, alors la différence entre les deux écoles, n'est pas significative, avant la réalisation de l'expérience.

Après l'expérience, une nouvelle question, "est-ce que l'école MICHELET présente des différences avec l'école témoin, qu'elle n'avait pas auparavant?", puisque:

- il n'y avait pas de différences significative, avant l'expérimentation, entre les écoles expérimentale et témoin

- et il y a une absence de différence significatives entre les deux passations faites à l'école expérimentale

Donc, il paraît évident qu'il n'y ait pas non plus, de différence entre l'école témoin et l'école expérimentale, introduite après l'expérience, et observable pendant la deuxième passation du questionnaire.

Le test d'hypothèse confirme aussi l'absence d'une nouvelle différence, qui puisse être significative:

Test 3.

Hypothèse nulle, H_0 : Il n'y a pas de différence entre la deuxième passation de l'école expérimentale, et les résultats obtenus dans l'unique passation de l'école témoin, $MIav = FB$

Q LOGIQUE (15 questions)

	Miap	FB	Total
Effectifs	46	47	93
Réussite possible	690	705	1395
Réussite observée	455	434	889
Réussite théorique	439.72	449.27	889

$$\chi^2 = \frac{(455 - 439.72)^2}{439.72} + \frac{(434 - 449.27)^2}{449.27} = 1.04$$

Comme $\chi^2_{.95} = 3.84$, pour $v = 1$ degré de liberté et $1.04 < 3.84$, alors la différence entre la deuxième passation à l'école MICHELET, et l'unique passation à l'école témoin, n'est pas significative au seuil de 0.05.

Mais la distance, même si elle continue à ne pas être significative, a augmenté sensiblement, par rapport à la comparaison faite entre cette école témoin et la première passation à l'école expérimentale; ceci pourrait indiquer une tendance dans le sens que effectivement dans la deuxième passation du questionnaire Q LOGIQUE à l'école expérimentale, apparaissent des différences entre les deux écoles plus remarquables que, dans la première passation du questionnaire, et ces différences pourraient être attribuables à l'expérience réalisée à l'école MICHELET.

Jusqu'à présent, les résultats obtenus ne permettent pas donc, de montrer globalement des résultats significatifs, mais d'indiquer des tendances:

* une certaine augmentation de la réussite, dans la deuxième passation du questionnaire à l'école expérimentale

* augmentation de la différence entre les deux écoles, témoin et expérimentale, dans la deuxième passation du questionnaire, après l'expérience des leçons.

Mais, y-a-t-il des différences locales?

Les questions, ont-elles un même comportement dans les deux passations?
Et les groupes des élèves, réagissent-ils d'une manière homogène?

Nous allons regarder d'abord, la réussite globale à chaque question, aussi bien au niveau des effectifs, que des pourcentages, pendant les deux passations, et nous allons calculer les différences entre les deux passations:

questions n°	codes	Réussite eff. Δ Eff.			Réussite (%)		Δ %
		Avant	Après	Eff.	Avant	Après	
1	PQIR	33	33	0	71.7	71.7	0
1.1	PQIE	31	30	- 1	67.4	65.2	2.2
2	PGIA	34	33	- 1	73.9	71.7	-2.2
3	PGIN	40	46	+ 6	87.0	100.0	13.0
4.1	APAJ	45	45	0	97.8	97.8	0
4.2	APNJ	32	40	+ 8	69.6	87.0	17.4
4.3	CPAJ	30	25	- 5	65.2	54.3	-10.9
4.4	CPNF	23	31	+ 8	50.0	67.4	17.4
5	PSC3	32	36	+ 4	69.6	78.3	8.7
J							
5.2	PSC2	24	26	+ 2	52.2	56.5	4.3
6.1	MPAR	41	39	- 2	89.1	84.8	-4.3
6.2	MPAE	30	29	- 1	65.2	63.0	-2.2
6.3	MONR	21	19	- 2	45.7	41.3	- 4.4
6.4	MONE	15	16	+ 1	32.6	34.8	+ 2.2
6.5	MNRR	6	7	+ 1	13.0	15.2	+ 2.2

Les variations de la réussite est très faible aussi dans chacune des questions: seulement les questions PGIN, APNJ, et CPNJ, ont eu une variation supérieure à 10% (dans le cas de CPAJ, une diminution de réussite); donc c'est seulement dans les questions d'attribution d'une valeur de vérité à partir de la prise en compte de critères communs que cette variation est produite: augmentation dans les cas de questions négatives, et négativement dans le cas d'une affirmation juste.

ANNEXE-7

ANALYSES FACTORIELLES DE CORRESPONDANCES

- Analyses factorielles de correspondances de la matrice a priori du questionnaire "Q-LOGIQUE"

- Analyses factorielles de correspondances des deux passations du questionnaire "Q-LOGIQUE"

- Analyses factorielles de correspondances des deux passations du questionnaire "Q-SCHTROUMPHS"

ANNEXE-7

ANALYSE FACTORIELLE DE CORRESPONDANCE DE LA MATRICE A PRIORI DU QUESTIONNAIRE "Q-LOGIQUE"

La lecture de l'histogramme des valeurs propres de la matrice a priori nous montre que les trois premiers axes de l'analyse représentent 58 % de l'inertie totale, et que le plan principal déterminé par les deux axes principaux prend 43.5 % de toute cette inertie.

LE PLAN PRINCIPAL: 1er. et 2ème axesPremier axe

Le premier axe de notre analyse, représenté sur l'axe horizontal du plan principal, prend 25% de l'inertie totale, et il est déterminé par:

- L'opposition des questions CPAJ et CPNJ au reste des questions et notamment à PQIR, PSC2, PSC3 et PGIA, PGIN: ces questions ont la contribution la plus importante au premier axe d'inertie et elles sont très corrélées avec lui.

- Les questions APAJ, APNJ, DPAR et PQIE, avec une contribution nulle (ou presque) à l'axe 2, sont étalées tout au long de l'axe 1: leur position sur cet axe est donc faite en fonction du premier facteur.

- Les questions DONE, DONR, et DPAE qui ne contribuent presque pas à cet axe.

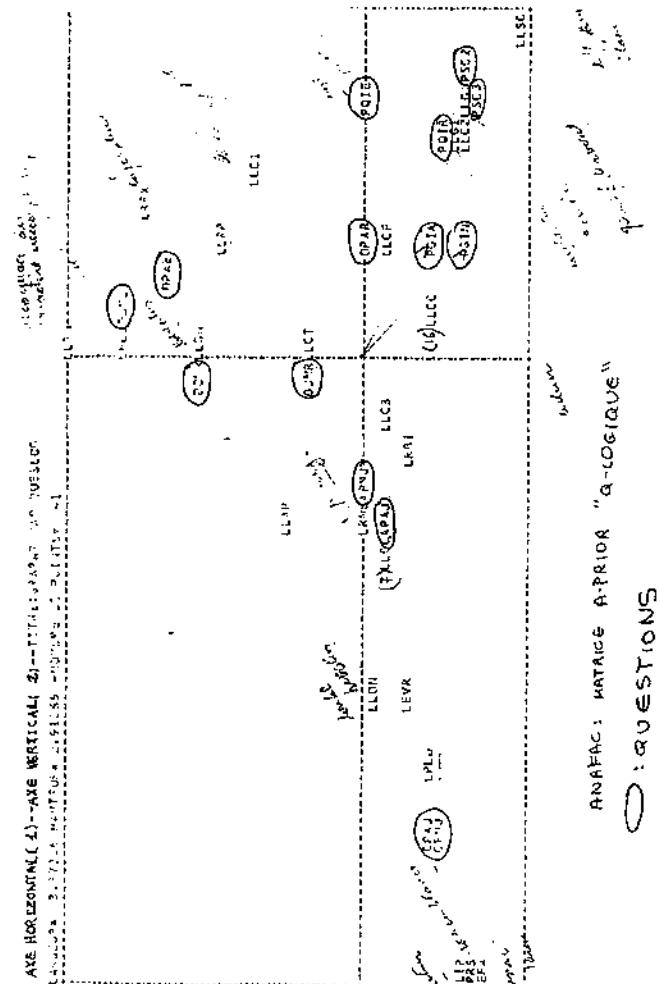
Donc, par rapport à ces informations et aux caractères des questions associées à chaque groupe des questions, l'interprétation que nous proposons pour cet axe est la suivante:

- Le premier axe opposerait les questions qui portent sur la demande d'un jugement sur la vérité d'un énoncé, l'attribution d'une valeur de vérité, - côté négatif de l'axe -, des questions qui demandent un travail logique d'interprétation des opérations concernées, pour pouvoir y répondre -côté positif de l'axe.

Parmi ces opérations dites logiques, au sens piagétien du terme, la soustraction des classes, l'implication et la généralisation sont celles qui se trouvent à l'extrême positif de l'axe.

Annexe-MP-QLOG

Plan principal de l'analyse factorielle de correspondance de la matrice a priori du questionnaire QLOGIQUE.



Nous trouvons aussi du côté positif de l'axe, mais dans une position moins extrême, les questions qui demandent des explications aux réponses données: opposition CPAJ, CNAJ avec PQIE.

Il faut remarquer que l'opération logique négation se trouve pratiquement au centre, sans aucune contribution à cet axe, tandis que la double négation, et le caractère faux des énoncés se trouvent du côté négatif de l'axe, à l'opposé des autres opérations logiques.

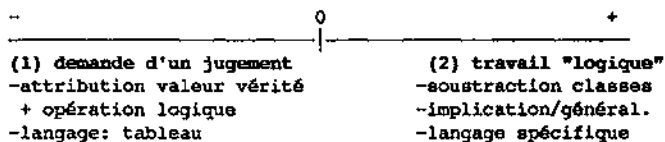
La séparation ou éloignement des questions APAJ et APNJ de CPAJ et CPNJ, malgré leur caractère commun d'attribution d'une valeur de vérité, est due à la présence d'une opération logique (intersection, conjonction) dans les questions CPAJ et CPNJ, qui n'y était pas dans les questions APNJ et APAJ.

Les questions qui ne contribuent pas à cet axe DDNR, DONR, DPAE, et DONE se trouvent donc au milieu de celui-ci, elles sont caractérisées par la demande d'un travail réflexif sur des réponses: demande d'une explication ou jugement du caractère possible ou nécessaire des réponses proposées et par la formulation dans le "langage courante".

Donc en conséquence, on a comme schéma du premier axe:

1er. AXE

(3) travail réflexif
-sur la négation
-en langue courante



Deuxième axe

Le deuxième axe prend 19% de l'inertie totale, il est représenté sur l'axe vertical du plan principal et il est déterminé par:

- l'opposition entre DONE (avec DPAE et DONR) et PGIN, PGIA, PQIR, PSC3, PSC2 principalement et aussi une certaine opposition à CPAJ et CPNJ, mais moins déterminante puisque la contribution de celles-ci à cet axe est plus faible que celle des premières.

Les critères qui pourraient expliquer cette opposition sont:

Nous retrouvons pour DONE, DPAE et DONR, à l'extrême positif de l'axe 2:

- le caractère réflexif du type de travail demandé aux élèves, notamment la production d'une explication, la possibilité ou la nécessité d'une certaine réponse donnée

- la formulation en langue courante

À l'opposé, à l'extrême négatif de l'axe, pour PSC3, PSC2, PQIR, PGIN, PGIA, nous retrouvons aussi:

- les opérations logiques, au sens piagétien: la soustraction des classes, l'inclusion, l'implication et la généralisation

- une formulation spécifique de ce type de questions: la formulation de l'opération demandée ne peut pas être faite autrement (ce sont les questions typiques des preuves piagésiennes sur le développement de la pensée logique de l'enfant).

Cette opposition met en évidence une différenciation sur l'utilisation de la négation, marquée par l'étalement de LLGN (la négation comme opération logique), LLDN (la double négation), LRNE (questions dont la réponse est négative) et LEFA (questions dont l'énoncé est faux): sur cet axe la négation "opérative" apparaît opposée aux autres opérations logiques (implication, soustraction de classes et généralisation d'un côté, mais aussi conjonction ou intersection de l'autre) et aussi aux questions dont l'énoncé est faux.

Tandis que le caractère négatif de la réponse, ne contribue pas à cet axe, de même pour la double négation.

Donc en conséquence, on a comme schéma du deuxième axe:

<u>2ème AXE</u>	+	(1) *travail réflexif -sur le caractère nécessaire -sur le caractère possible -sur la négation *en langue courante
	0	
	-	(2) *travail logique -opérations logiques -attrib. valeur de vérité *langage spécifique -"piagétien" -tableaux

L'action combinée des deux premiers facteurs, détermine le groupement des questions que nous observons dans le plan principal en trois paquets selon les différents types de travail demandés aux élèves, ainsi que le langage utilisé dans la formulation des questions.

Plan principal

(photocopie réduite du plan principal)

3ème axe

Il est marqué par l'opposition des questions APNJ, APAJ et de la question CPNF qui tire CPAJ vers elle.

Le reste des questions forme un paquet indiscriminé par rapport à l'axe, à l'exception faite des questions PGIA et DDNR.

L'interprétation de cette position des questions:

- L'axe 3 oppose les questions avec des énoncés vrais (LEVR), côté négatif de l'axe, des énoncés faux (LEFA) côté positif de l'axe.

Cette opposition touche seulement les quatre questions qui sont des énoncés, vrais ou faux, (APNJ, APAJ, CPNJ, CPAJ): cela expliquerait le groupement indiscriminé des autres questions, qui n'ont aucun des deux critères.

Il faut aussi tenir compte de deux autres critères qui affectent seulement ces quatre questions pour comprendre la

position de CPAJ, qui est partie du côté positif attirée par CPNF: la conjonction pour APAJ et APNJ, et l'intersection pour CPAJ et CPNJ.

- C'est ce critère "intersection", seulement commun à CPAJ et CPNJ, qui a fait déplacer CPAJ vers CPNF, en l'éloignant de APAJ et APNJ (et apparemment des énoncés vrais mais il faut remarquer que sa distance à CPNF reste encore significative et surtout sa distance au critère "énoncé faux" (LEFA), qui est vraiment extrême).

- L'axe 3 oppose aussi les questions basées sur trois critères (LLC3) côté négatif, du reste des questions (avec deux ou un critère) du côté positif: cette opposition établit la séparation des questions PGIA et DDNR du reste du paquet des questions qui restent ensemble par rapport à ce troisième axe.

- En conséquence nous observons que cet axe produit une différenciation entre d'une part les questions que nous avons appelées "perceptives" (du côté négatif de l'axe): basées sur la conjonction des trois critères perceptifs, couleur, taille et forme et avec des énoncés vrais (celles qui sont sous forme d'énoncé) et d'autre part les questions qui exigent un travail logique, moins dépendant de l'aspect perceptif: parmi celles-ci la différenciation et l'isolement de la question sous forme d'énoncé faux.

3ème. AXE

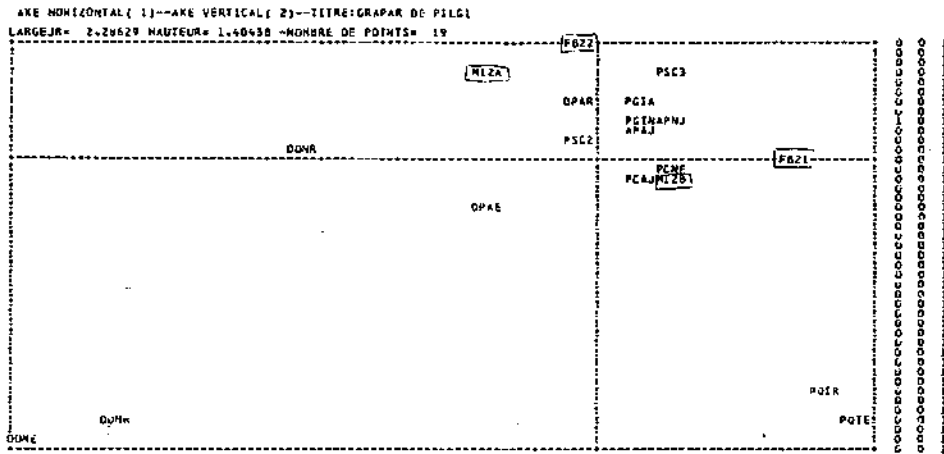
(2) travail "logique"
-sur 2 ou 1 critères

-	0	+
----- -----		
(1) travail "perceptif" -sur les 3 critères -sur énoncés vrais		(3) travail "logique" -sur l'intersection -sur énoncés faux

COMPARAISON DE L'ANALYSE FACTORIELLE DE CORRESPONDANCE DU QUESTIONNAIRE "Q-LOGIQUE":

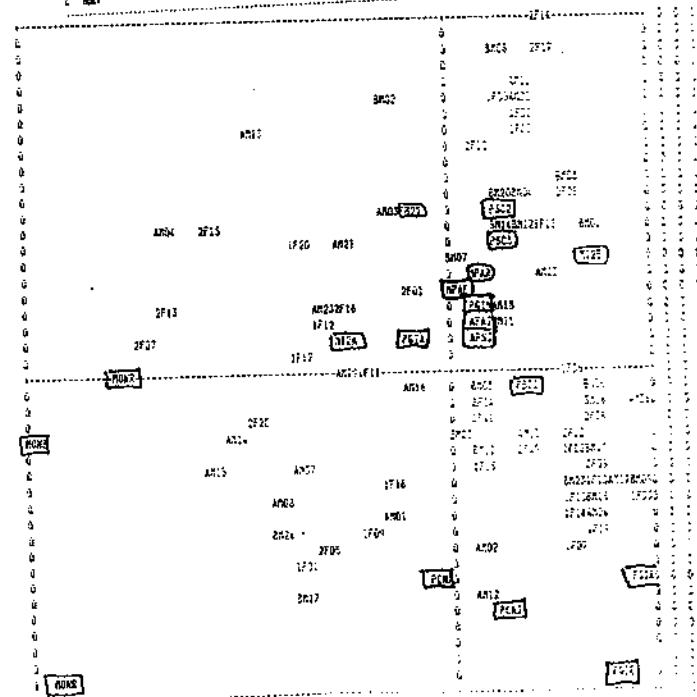
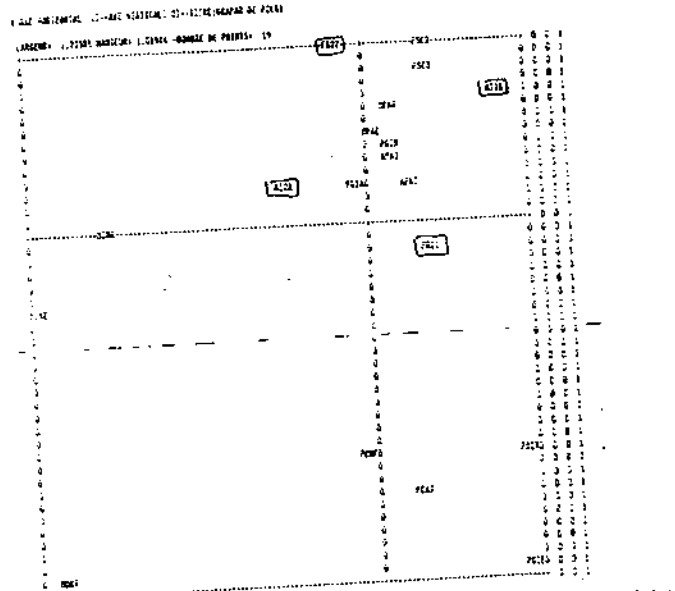
- (1ère-2ème) passation, tous les élèves ensemble.

1ère passation



ANAFAC: PLAN PRINCIPAL de (1°Q) LOGIQUE - QUESTIONS d'ECOLÉS.

2ème passation



ANAFAC: PLAN PRINCIPAL de (1°Q) LOGIQUE - QUESTIONS - ECOLES - ELEVES

Nous allons comparer les deux plans principaux des ANAFAC des résultats des élèves au questionnaire QLOGIQUE dans les deux passations (test-re-test).

La lecture des histogrammes des valeurs propres de la matrice a priori, nous montre que les trois premiers axes de l'analyse représentent, pour la première passation, 50% de l'inertie totale et 54% dans la deuxième passation; et que le plan principal déterminé par les deux axes principaux prend 35% de toute cette inertie (1Q) et 42% (2Q).

LE PLAN PRINCIPAL: 1er. et 2ème axes

Premier axe

La différence d'inertie observée entre ces deux plans principaux est due principalement à la différence d'inertie du premier axe dans les deux passations: 19.1% (1Q) et 24.8% (2Q); donc dans la première passation les données sont plus dispersées que dans la deuxième: le 1er. axe absorbe plus d'inertie dans 1Q que dans 2Q, et les axes sont plus corrélés entre eux dans 2Q que dans 1Q.

Les questions PQIR et PQIE déterminent à la fois le premier et le deuxième axes dans les deux passations; leur position dans les deux cas est semblable.

Le premier axe, est tout à fait concordant dans deux analyses, il est marqué par l'opposition des questions DONE, DDNR, et DONR avec PQIR et PQIE.

DDNR contribue pareillement dans les deux cas au 1er axe auquel elle est liée mais pour le deuxième facteur, il y a une différence dans les deux passations: cette question cesse, pendant le re-test, de déterminer le deuxième axe, en s'éloignant (selon cet axe) de DONE.

Ce premier axe contingent est déterminé par les mêmes oppositions des questions que le deuxième axe de notre analyse explicative de la matrice a priori, donc, opposition entre le travail réflexif (sur le caractère nécessaire ou possible, portant sur la négation) formulé en langue courante et le travail logique, avec un langage spécifique.

L'opposition qui caractérise le premier axe produit -dans les deux passations- un étalement des questions demandant une explication (DONE, DPAE, PQIE) tout au long de l'axe: sur le caractère nécessaire ou sur le caractère possible d'une réponse, basée sur une négation (DONE, DPAE) pour des questions formulées en langage courant ou bien sur la justification d'une opération logique (l'implication:PQIE), à propos d'une question formulée dans le langage spécifique de l'implication.

Le reste des questions ne sont pas discriminées dans cet axe par le travail logique demandé (sauf pour l'implication et la négation), même la double négation n'apparaît pas comme déterminante pour la position des questions qui le possèdent. Seule la question DONR est un peu différenciée des deux extrêmes (même si elle est attirée du côté négatif de l'axe, par DDNR et DONE) de l'axe et du paquet des questions non-discriminées. Elle provoque une discrimination plus forte encore, toujours du côté négatif de ce premier axe, pendant la deuxième passation.

Les différents groupes-classes, placés comme variables supplémentaires dans l'analyse sont étalés au long de cet axe:

- Pour 1Q: on perçoit une opposition entre la classe MI2A et FB21, la classe FB22 ne contribue pas à cet axe, tandis que FB21 ne contribue qu'à celui-ci (avec la contribution la plus forte des quatre classes).

Cette position répond à la réussite aux questions qui déterminent l'axe, c'est-à-dire par rapport à DONE, DDNR d'un côté et à PQIR et PQIE de l'autre:

MI2A: elle a la meilleure réussite à DONE et la plus basse aux questions sur l'implication.

La réussite des différentes classes à DONE diminue vers la droite tandis que dans cette direction la réussite à l'implication augmente.

A l'opposé FB21 a la plus forte réussite à PQIE et PQIR et la plus faible à DONE, DDNR.

1er. AXE (1Q)

-	MI2A	FB22	0	MI2B	FB21	+
---	------	------	---	------	------	---

- Dans 2Q: MI2A et FB22, continuent dans la même position (par rapport au 1er axe), tandis que MI2B et FB21 ont interchangé leurs positions

1er. AXE (2Q)

-	MI2A	FB22	0	FB21	MI2B	+
---	------	------	---	------	------	---

Deuxième axe

Dans 1Q c'est PSC3 qui contribue à cet axe, par opposition à PQIR et PQIE, d'un côté et à DONE, et DDNR, de l'autre.

Tandis que dans 2Q, PSC2 qui agissait à peine sur cet axe dans 1Q est rapprochée de PSC3 et contribue fortement avec elle à ce deuxième axe, en s'opposant toujours à DDNR-DONE et PQIR-PQIE.

Le deuxième axe s'explique aussi, à peu près de la même façon dans les deux passations.

Les groupes-classes sont caractérisés, -pendant 1Q- selon cet axe par une opposition entre FB22 et MI2A (à l'extrême positif de l'axe) et MI2B et FB21 (très peu caractérisées par cette axe, même rien pour FB21), tandis que dans la deuxième passation on trouve l'opposition entre FB22 et MI2B (du côté positif de l'axe) et FB21 et MI2A moins caractérisées par cet axe.

Il faut signaler, pour la classe MI2B, un déplacement très fort par rapport à ce 2eme axe: dans 1Q c'est l'unique classe qui se trouve, du côté négatif de l'axe (à l'opposé du reste des classes), et dans 2Q, elle se trouve, très proche à l'extrême positif de l'axe 2, où se trouve FB22. La classe FB21 qui n'était pas caractérisée par cet axe -pendant 1Q-, apparaît déplacée vers son côté négatif pendant 2Q.

<u>2ème axe</u>	(1Q)	(2Q)
	FB22	+ FB22
	MI2A	MI2B
		MI2A
	FB21	-0
	MI2B	FB21
		-

Les autres variations observées -entre 1Q et 2Q- des questions par rapport à ces deux axes, sont les suivantes:

- DDNR: un peu déplacée vers la droite, sur l'axe 1 (1Q), même position (contribution presque nulle) pour l'axe 2.

- DONE qui était à l'opposé de PSC3 (pendant 1Q), sur l'axe 2, est déplacée vers le centre de l'axe, avec une diminution de la contribution et de la corrélation avec cet axe.

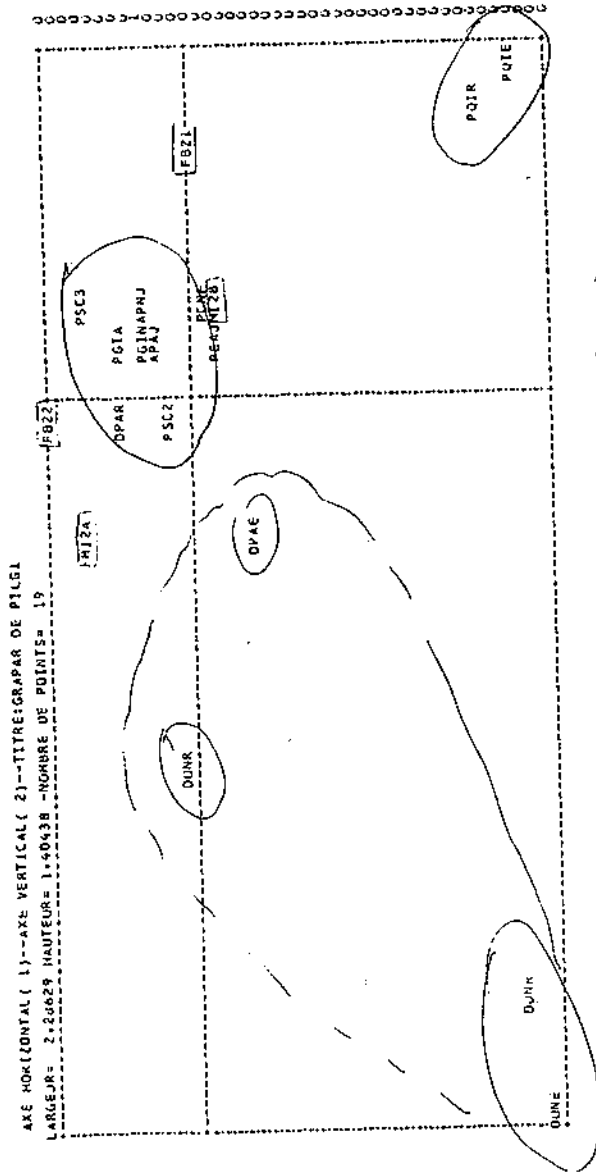
- DPAE et DPAR qui étaient opposées par l'axe 2 -pendant 1Q-, se sont rapprochées pendant 2Q, avec le déplacement de DPAE vers DPAR.

- Les questions PCAJ et PCNF qui étaient ensemble -pendant 1Q- restent ensemble -pendant 2Q- mais elles se sont déplacées au long de l'axe 2, et elles s'opposent maintenant au reste des questions dont elles étaient toutes les deux voisines -pendant 1Q- (DPAR-PGIN-PGIA-APAJ-APNJ).

- Pour les questions PQIR et PQIE dont la contribution aux deux axes est déterminante pour leur formation dans les deux passations, on peut observer -pendant 2Q- un léger éloignement au long de l'axe 2, tandis que pour l'axe 1, il y a une approximation plus forte encore.

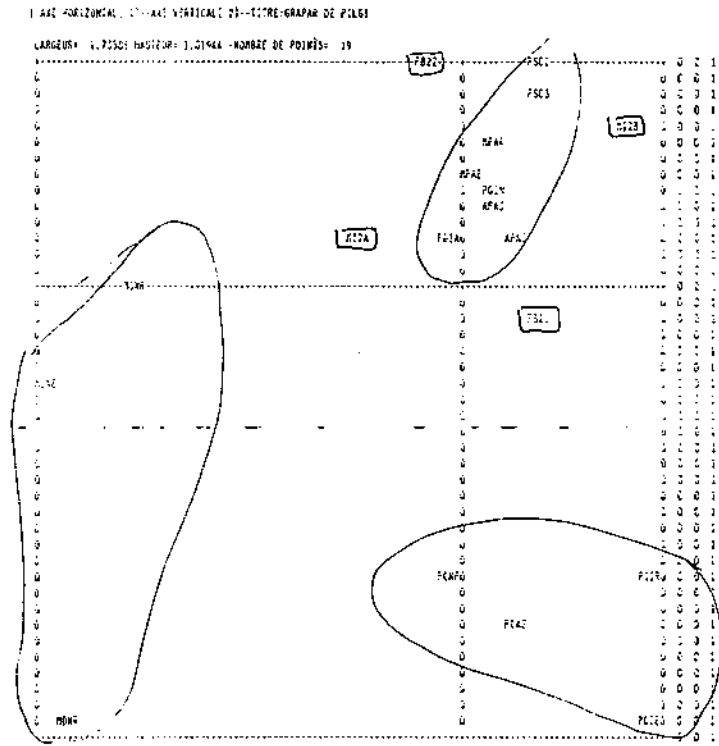
L'ensemble des constats précédents nous amènent à considérer parmi les questions (dans 1Q et 2Q) les regroupements suivants sur le plan principal:

1ère passation: 1Q



ANAFAC: PLAN PRINCIPAL de (1°Q) LOGIQUE
-QUESTIONS d'ECOLES.

2ème passation: 2Q



L'axe 3

Il absorbe 14.73% du total de l'inertie -pour 1Q- donc avec le plan principal représente 50% de l'inertie; 12.96% pour 2Q, et avec le plan principal 54.67% de l'inertie totale.

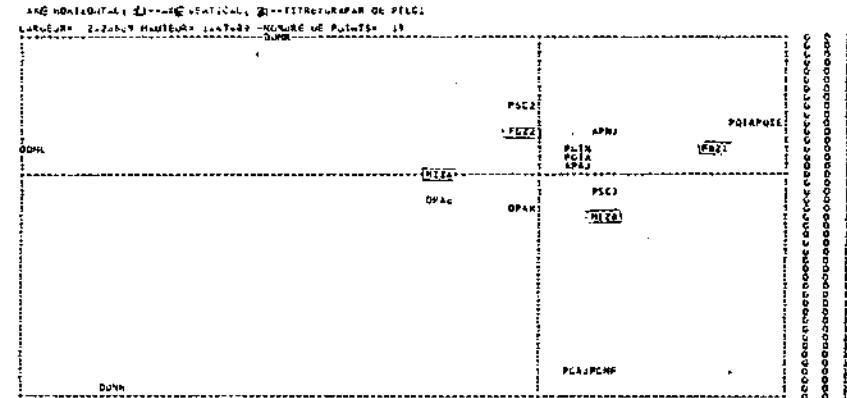
Cet axe est déterminé -pour 1Q- par l'opposition entre DONR et PCAJ-PCNF d'une part et DDNR de l'autre: il produit l'éclatement du paquet des questions DONR-DDNR-DONE du plan principal, ainsi que la séparation de DPAE et PCAJ-PCNF. DPAE rejoint DPAR et PSC3, tandis que PCAJ-PCNF s'opposent à tout le reste des questions, tout au long de cet axe trois.

Cet axe 3 contingent ressemble au premier axe explicatif, par l'opposition de PCAJ-PCNF au reste des questions bien qu'il y ait des changements pour les oppositions aux paquets des questions: à l'extrême de l'axe 1 de la matrice a priori se trouvent les questions PSC2-PSC3-PQIR-PQIE, et non DONR qui se trouve avec DDNR et DONE, au centre du plan 1-3, sans contribuer à peine à l'axe 1.

Dans 2Q, l'axe 3 est défini par l'opposition de DDNR et DONR-DONE d'une part, donc nous retrouvons cette opposition déjà présente dans 1Q, et PQIR-PQIE de l'autre, mais qui ici rejoint tout-à-fait la définition de l'axe 1 de la matrice a priori, ce qui le différencie de l'axe 3 de la première passation.

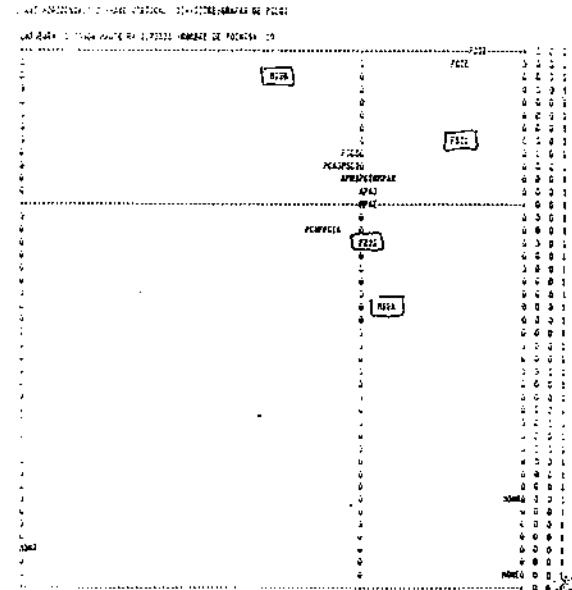
Le regroupement des questions dans le plan 1-3, en fonction de la définition des axes est la suivante:

ANAFAC axes 1-3 de 1QLOG et 2QLOG



ANAFAC = PLAN (1-3) de (1^oQ) LOGIQUE

ANAFAC = PLAN (1-3) de (2^oQ) LOGIQUE



ANAFAC QUESTIONNAIRE QSCETROUMPHS (COMPARAISON 1Q-2Q)

Les trois premiers axes absorbent, dans 1Q: 54.5% et dans 2Q: 60.6%, de l'inertie totale des axes.

Dans 1Q, le plan principal avec l'axe 1 (avec 28.7% d'inertie) et l'axe 2 (15.7% d'inertie), est caractérisé par quelques questions (notamment ILJS et CCJS) qui ont une position très éloignée du reste et qui vont définir et caractériser les deux premiers axes:

Axe 1: Opposition très forte entre ILJS et CCJS d'une part et tout le reste des questions (avec PNJS en peu différenciée) de d'autre part.

Axe 2: Opposition très marquée aussi entre la question et les questions CCJS et PNJS.

Le reste des questions sont groupées autour du centre de gravité des axes, contribuant à peine avec eux ni étant corrélées avec eux; un certain éloignement de ce paquet central pour les questions PRCS-PCJS-DNFS.

Ce jeu d'oppositions produit le groupement suivant, des questions: (plan 1-2 de 1Q)

Dans 2Q, le plan principal avec l'axe 1 (31.3% d'inertie) et l'axe 2 (17.6% d'inertie), est défini par les mêmes questions extrêmes que dans 1Q, mais avec des oppositions différentes:

Axe 1: Opposition très forte encore entre ILJS et le reste des questions mais l'opposition avec CCJS est moins prononcée, avec un déplacement de celle-ci vers ILJS, en s'éloignant du reste des questions

Axe 2: Opposition maximale entre ILJS et CCJS.

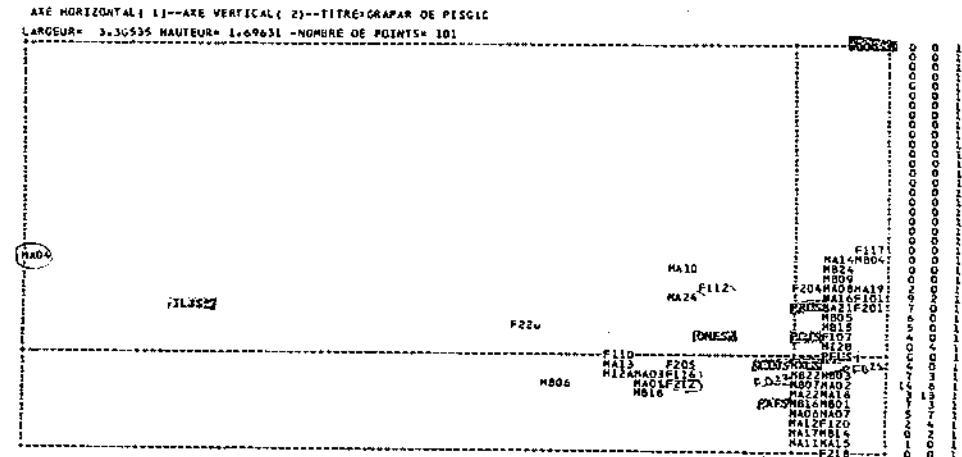
Cet axe 2 coïncide avec l'axe 1 de la première passation

Tout le reste des questions est encore plus groupées autour du centre de gravité à une seule exception PRCS qui est un peu distancée, avec une certaine contribution à l'axe 2.

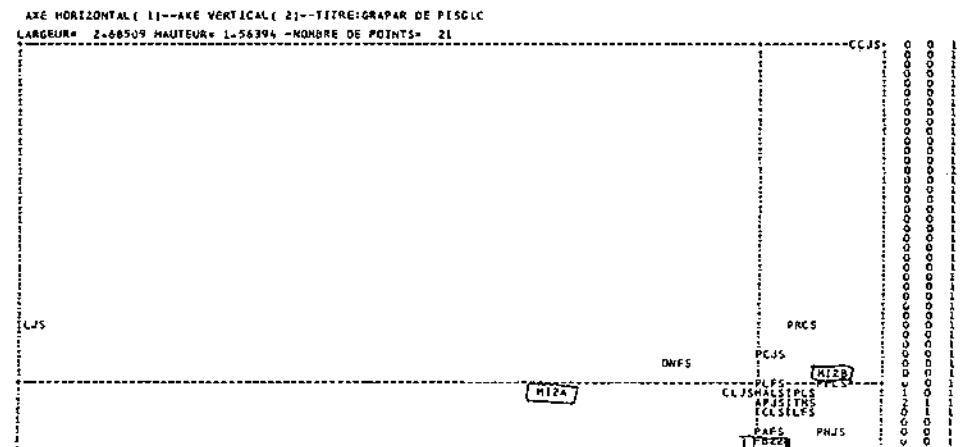
Le groupement des questions en fonction de ces axes est le suivant:

Les classes de l'école MICHELET se sont rapprochées dans ce plan principal lors de la deuxième passation en s'éloignant de

F.BUISSON, si bien que FBI est plus proche des deux classes de l'école MICHELET.

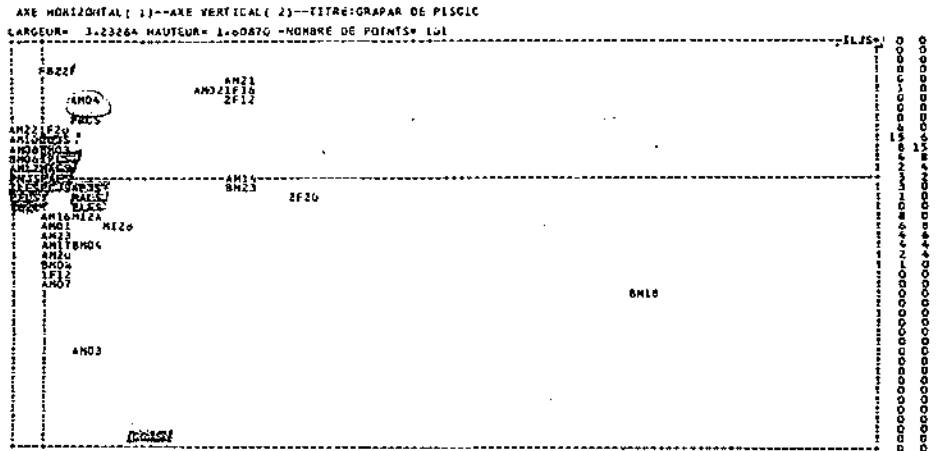
Plan principal de 1Q

ANAFAC: QUESTIONS - ELEVES - ECOLES

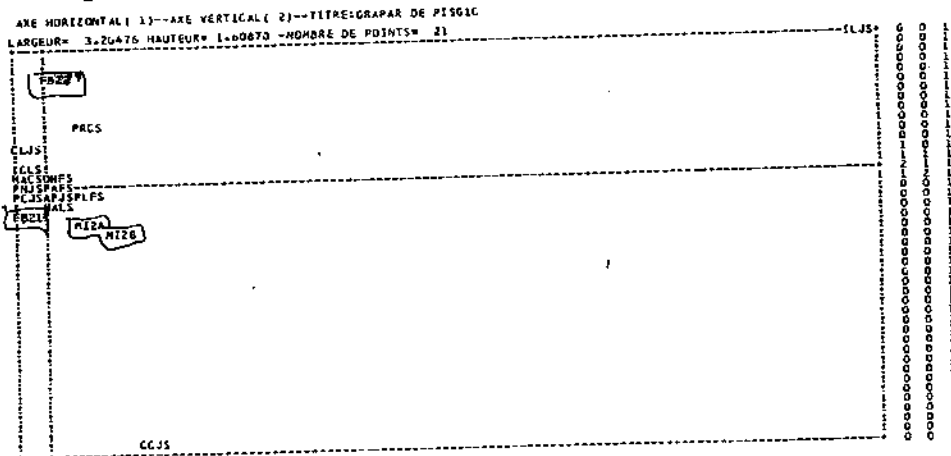


QUESTIONS - ECOLES

Plan principal 20



QUESTIONS - ELEVES - ECOLES



QUESTIONS - ECOLES

ANNEXE - 8

OBSERVATION: Correction collective du
Questionnaire

"SCHTROUMPHS" N° 2



ANNEXE-8OBSERVATION: Correction collective du Questionnaire
"SCHTROUMPHS" N° 2

CM2A

DATE¹: 24-01-89

DUREE: 1heure

Au tableau est affichée une reproduction agrandie de la matrice des reponses concernant les SCHTROUMPS, dont les enfants ont chacun un exemplaire.

M: Aujourd'hui nous allons corriger le questionnaire SCHTROUMPHS, auquel vous avez répondu l'autre jour.

Q1

M: MA22, Le Schtroumph H aime-t-il les films de mystère?

MA22: Oui.

- Elle indique sur le tableau, la case correspondante.

Q2

M: MA01, combien de Schtroumphs aiment les films romantiques?

MA01: Huit.

M: Comment avez-vous fait?

MA04: Je regarde les films romantiques et il faut compter les 1.

MA11: J'ai fait autrement: j'ai compté les non et il faut soustraire...

- La M. reprend la stratégie de MA11, et essaie de la faire exprimer correctement aux enfants, elle commence les phrases que les enfants doivent finir, et sinon c'est elle aussi qui finit la phrase:

M: On compte les non, (les zéros) et il faut soustraire cette quantité au...

1. Après la deuxième passation du questionnaire.

E: aux Schtroumphs!

M:...au nombre total de Schtroumphs

Q3

M: MA04, Combien de films Le Schtroumph Q aime-t-il?

MA04: Les dessins animés.

- Les autres enfants le regardent étonnés, et la maîtresse répète la question, MA04 reconnaît s'être trompé de question et il corrige:

MA04: Tous!

E: Qu'est-ce qu'il fallait répondre: tous ou 15?

M: A ton avis? Si la question est "Combien...?"

E: 15.

Q4

M: MA04, quel est le Schtroumph qui aime le plus le cinéma?

- Les enfants protestent: "encore MA04!"; c'est la maîtresse qui, effectivement s'était trompée en regardant la liste des noms proposée par le chercheur pour corriger le questionnaire, et elle a posé plusieurs questions à MA04.

MA04: C'est le Q, il n'a que des oui!

M: C'est le seul?

- Réponse floue de la classe, quelques oui, mais mêlés à d'autres doutes et commentaires.

E: C'est pas marqué, le cinéma! (dans le tableau)

MA04: Moi aussi j'avais cherché "le cinéma", parmi la liste des questions du tableau!

E: J'ai trouvé parce qu'ils aiment tous le cinéma

MA22: Pas spécialement le cinéma, peut être aussi la télé!...

Q6

M: MA20, dis-moi le nom de quatre Schtroumpfs que nous pourrions rencontrer au cinéma, le jour où l'on passe un "western"?

MA29: A-B-C-E

M: Tu peux justifier ta réponse?

MA20: Ils ont dit oui, dans la colonne (elle montre la ligne du "western", mais elle l'appelle colonne; et elle commence à nommer les Schtroumpfs qui ont répondu oui à cette question; les autres enfants aussi, avec elle)

MA12: Tous ceux qui aiment les "western"!

07

M: MA07, est-ce que tous les Schtroumpfs aiment les films avec des Schtroumpfs comme héros?

MA07: Non, parce qu'il y a de zéros.

E: Même qu'il y ait un seul zéro!

- Les enfants nomment à haute voix, ensemble, les Schtroumpfs qui ont répondu non à la question.

E: D-I-P!

08

M: MA08, quel couple de Schtroumpfs j'ai le plus de chances de trouver ensemble au cinéma: (H-I) ou (M-N)?

MA08: (M-N), parce qu'ils ont des films un commun, qui sont pareils.

- Elle montre les 10 coïncidences: coprésences et coabsences, et ceci produit des réactions de la classe et un débat commença.

E: Compter aussi les deux non, c'est pas bien!

MB23: C'est (H-I), parce qu'il faut regarder que le (1-1).

- Elle commence à ne regarder que les (1-1), mais elle se rend compte qu'elle s'est trompée dans le calcul, et qu'elle a trouvé la même réponse: (M-N).

MA22: (0-0) peut être qu'ils sont ensemble, mais pas au cinéma.

MA21: Ils ont des goûts en commun, même les 0!; ça veut dire qu'ils n'aiment pas tous les deux la même chose.

C'est le "goût négatif"!!!

- La M. intervient en essayant de faire avancer la discussion:

M: Avez-vous des preuves de ce que vous êtes en train de dire?

MA22: (Elle commence un raisonnement qui finira après l'avoir exposé; maintenant c'est juste le lancement de l'idée: elle trouve que c'est la clé de sa preuve)

C'est quand il y a moins de couples (1-1) que de couples (0-0), ça pourrait être et alors...

- Cette intervention n'est pas très bien comprise et la M. demanda aux enfants de se prononcer par rapport aux deux méthodes exposées.

M: Combien d'enfants sont pour la méthode (1-1)?

- 14 enfants lèvent le bras. Mais il y a des interventions qui empêchent la M. de poser la question suivante; concrètement l'élève MA21, déclare que les deux méthodes donnent la même solution:

MA21: J'ai compté les deux choses et dans les deux c'est la même chose!

- Mais MA22, n'accepte pas cette réduction de la solution au cas présent et elle continue le raisonnement commencé auparavant, en donnant un contreexemple:

MA22: Pour d'autres couples, peut être qu'il y a plus de (0-0) que de (1-1), avec les mêmes coïncidences, alors, quoi faire?

- Il y a un moment de confusion, provoqué par la déclaration de MA21, plusieurs enfants constatent effectivement que "ça revient

au même", donc ils n'écoutent pas le raisonnement de MA22. Alors, celle-ci introduit une autre raison à son discours:

MA22: Si on ajoute d'autres lignes, ça changera encore!

- La M. incite encore les enfants à se prononcer pour une des deux méthodes sans prendre position:

M: Alors, on ne regarde que les (1-1), ou aussi les (0-0)? Par exemple où est-ce qu'il y a (0-0)? dans les films historiques, pour (M-N)?

MA22: Il y a plein de cas!!!

E: Mais c'est être ensemble au cinéma! c'est pas ailleurs!

MA01: S'il y a un couple avec le même nombre de (1-1), alors c'est obligé de compter les (0-0).

MA22: (Insiste) Il faut pas regarder les non, j'ai les mêmes chances de les trouver ensemble mais je ne sais pas où ils sont.

- La M. abandonne déjà le débat, sans institutionnaliser aucune méthode, mais il reste implicite que, pour cette question les deux méthodes produisent la même réponse, et que le (0-0) ne suppose pas que l'on trouve ensemble le couple au cinéma, et non plus ailleurs, on ne sait pas.

- La M. donc continue par la question suivante:

Q9

M: MA13, si le Grand Schtroumph veut programmer seulement trois films, dis les types de films que toi, tu lui proposerais de choisir?

MA13: Mystère, sur les animaux, d'humour.

M: Pourquoi?

MA13: (Elle hausse les épaules)...Parce qu'il y a beaucoup des Schtroumphs qui les aiment.

MA12: Les dessins animés!

La classe: tout le monde aime!

MA12: (Il continue)... les films avec les enfants, et ceux qui ont des Schtroumphs.

MA22: Ah! Je pensais que c'était ce que j'aime...., c'était marqué!

E: mais non!

E: mais oui, pas obligé de choisir pour les Schtroumphs!

- MA22 insiste dans son interprétation de la question, et c'est un autre élève, MA01, qui lui répond:

MA01: Alors à quoi servirait le tableau?

M: Ceux sont les préférés par les Schtroumphs. (Elle relie la question):

Si le Grand Schtroumph veut programmer seulement trois films, dis les types de films que toi, tu lui proposerais de choisir?. Evidemment que ce sont des films pour les Schtroumphs.

E: Il faut choisir où il y a moins de zéros.

- Toute la classe participe à la recherche de ces trois films préférés par les Schtroumphs.

Classe: Aventure, dessins animés, avec des Schtroumphs.

MA01: J'ai compté les 1, pour chaque ligne et j'ai essayé de trouver des films avec le même nombre de oui, mais que les non ne sont pas dans les deux à la fois, si un n'aime pas un film, peut être que l'autre, il l'aimerait!

E: Comme dans le voyage!

M: Donc, tu as essayé de trouver le maximum de Schtroumphs satisfaits!

E: Il faut aimer au moins 1 ou 2 films!

E: C'est le J qui n'aime que les dessins animés!

M: Tout le monde sera satisfait au moins avec les dessins animés!

- La M. passe déjà à la question suivante, qui appartient à la deuxième feuille du questionnaire, dans laquelle il fallait choisir parmi les possibilités : "vrai", "faux", "je ne sais pas".

C1

M: MA02, Le Schtroumph F n'aime pas les films de l'espace.

MA01: Vrai, parce qu'il y a 0, au film de l'espace.

C2

M: MA17, Le Schtroumph B aime les films romantiques.

MA17: Faux, dans romantique je vois 0, il n'aime pas les films romantiques.

C3

M: MA19, Tous les Schtroumphs qui aiment les films d'aventures, aiment les films de pirates.

MA19: Faux!

- Il regarde les (1-1) pour les deux films et il pointe le Schtroumph F qui aime les films d'aventures, et qui n'aime pas les films de pirates et à ce moment-là il dit, "faux"!

E: Il y en a d'autres!

M: Oui, mais il suffit d'un, qui n'aime pas.

C4

M: MA10, Tous les Schtroumphs qui aiment les films de pirates, aiment les films d'aventures.

- Quand la M. a fini de lire la question, la classe a réagir, en voulant tous parler à la fois.

E: C'est la même chose!

E: ça revient au même!

MA24: Mais non. on ne regarde pas les 0, on ne regarde que les 1, c'est vrai!

MA24: Je regarde les 1 dans pirates et après les 1 dans aventures.

E: Ah! Alors dans un sens ça marche et dans l'autre ça marche pas...!

- Ce commentaire de découverte et d'étonnement est fait par un élève qui venait de dire que c'était la même chose.

C5

M: MA12, Les Schtroumphs préfèrent les films avec des Schtroumphs comme héros plutôt que les films avec de dessins animés.

MA12: Faux. Les dessins animés, tout le monde aime et l'autre non.

C6

M: MA11, Ce n'est pas vrai que le Schtroumph G aime les films d'horreur.

MA11: Faux!

Classe: Vrai!

M: MA21, pourquoi?

MA21: C'est vrai, que c'est pas vrai qu'il aime!

C7

M: La Schtroumpnette H et le Schtroumph O aiment les mêmes types de films.

Classe: Vrai!

MA18: Ah! Schtroumpnette?

MA21: C'est vrai, ils ont les mêmes réponses!

MA18: C'est pas dit qu'il y avait une Schtroumpnette!

E: Et qu'est-ce que ça change?

E: Mais oui peut-être, parce que c'est une fille.

- Ce dernier commentaire est fait par un garçon.

C8

M: MA13, Tous les Schtroumphs aiment les films où les Schtroumphs sont les héros.

Classe: Faux!

MA13: C'est faux, il y a des zéros!

E: Il y a que les dessins animés aimés par tout le monde!

M: MA23, Les Schtroumphs R et T sont d'accord sur dix questions de l'enquête.

Classe: Faux!

MA23: C'est vrai.

- MA23 commence à regarder les coïncidences, elle prend aussi les (0-0).

E: MA23 a été obligé de prendre les (1-1) et les (0-0), et elle ne voulait pas tout à l'heure.

M: Mais, maintenant c'est différent!

CM2B

DATE: 26-01-89

DURÉE: 1 heure.

Au tableau est affichée une reproduction agrandie de la matrice des réponses au questionnaire des SCHTROUMPHS, dont les enfants ont chacun un exemplaire.

M: Aujourd'hui nous allons corriger le questionnaire SCHTROUMPHS, auquel vous avez répondu l'autre jour.

Q1

M: MB11, Le Schtroumph H aime-t-il les films de mystère?

MB11: Oui.

- Il signale dans le tableau, la ligne correspondant aux films de mystère, jusqu'à ce qu'il ait trouvé le Schtroumph H.

MB11: Dans la colonne mystère, jusqu'au Schtroumph H, et je trouve un 1.

M: (Correction) C'est pas une colonne, c'est une ligne.

Q2

M: MB12, combien de Schtroumphs aiment les films romantiques?

MB12: Huit.

M: Comment vous avez fait?

MB12: Dans la colonne j'ai trouvé 1,... 1...(Il signale les 1 de la ligne des films romantiques et les compte .

M:(Corrige de nouveau)...la ligne, pas la colonne.

E: Combien n'aiment pas?

MB25: On compte les zéros.

E: On compte aussi combien il y a de Schtroumphs et on enlève les 11

Q3

M: MB18, Combien de films le Schtroumph Q aime-t-il?

MB18: Il les aime tous!

M: Combien...?, ça demande un nombre!

MB18: (Elle hésite) 15?.

E: Je ne les ai pas comptés, il y a que de 1, et il y a 15 questions, donc...

Q4

M: Quel est le Schtroumph qui aime le plus le cinéma?

- 17 enfants lèvent le doigt pour répondre.

M: MB10?

- MB10, elle n'avait pas levé les doigts.

La classe: C'est le Q, il n'a que des 1.

M: Mais... laissez-la parler!

MB10: J'ai regardé s'il n'y en avait pas d'autres qui n'avaient que des 1.

MB16: Je le savais déjà par la question précédente.

M: Vous voyez que c'est pas bête ce qu'elle faisait, et vous ne la laissez pas?

MB04: G, il n'en aime que trois!

Q5

M: MB20, dis moi le nom de quatre Schtroumphs que nous pourrions rencontrer au cinéma, le jour où l'on passe un "western"?

MA20: A-B-C-E

E: K-L-M-S

MB25: G-I-K-L

M: Vérifiez!

- MB12, demande qu'on lui montre au tableau. Un enfant va au tableau, pour vérifier et montrer sa vérification.

MB04: Il y en a d'autres! Tu peux mélanger!, par exemple S-G-H-C.

- MB12 donne une autre combinaison.

M: Qu'est-ce que vous pouvez mélanger?

E: Les Schtroumpfs qui ont répondu oui!

M: Combien?

La classe: 12!

E: Q-P-L-M

MB10: Mais c'est combiné!

M: Vous pouvez faire encore d'autres combinaisons!

Q7

M: MB16, est-ce que tous les Schtroumpfs aiment les films avec des Schtroumpfs comme héros?

MB16: Les films historiques et des guerres il y a souvent des non.

E: Il faut répondre par oui, ou par non.

MB16: Alors c'est non, mais j'ai pensé que c'était pour l'ensemble de tous les films

MB09: Il a fait juste, mais c'était faux!.

MB06: Pour les dessins animés et pour les Schtroumpfs c'est toujours la même réponse.

M: On va chercher la réponse pour les Schtroumpfs, et pour les dessins animés.

MB16: Encore tous les films?

- MB16 reste encore au tableau et, au moins dans la formulation, il continue à confondre un type de film aimé par tous les Schtroumpfs (c'est notre cas), et le fait de se référer à tous les films. Mais il regarde bien la ligne Schtroumpfs et répond:

MB16: Il y en a trois qui ne les aiment pas, donc la réponse c'est non.

MB24: Quand j'ai trouvé un zéro, j'ai laissé déjà et j'ai répondu non!

M: Et pour les dessins animés?

E: Je ne comprends pas...!

E:(En expliquant à l'autre élève) Les Schtroumpfs sont des dessins animés, mais il faut préciser quels dessins animés, parce que quand on prend les Schtroumpfs tout le monde n'est pas d'accord.

MB09:...

MB23: Comme films de dessins animés il n'y a que les Schtroumpfs alors, parce que sinon ils les aimeraient tous. Pour les dessins animés il n'y a que des 1, pour les Schtroumpfs il y a des 0

M: Mais si c'était la même chose il y aurait la même réponse partout.

MB12: Et la preuve c'est que c'est écrit, dessins animés et Schtroumpfs.

M:(Elle ajoute)...et les réponses à dessins animés et à Schtroumpfs sont différentes.

Q8

M: MB09, quel couple de Schtroumpfs j'ai plus de chances de trouver ensemble au cinéma: (H-I) ou (M-N)?

MB09: Les deux.

- Réactions de la classe, contre cette réponse.

- MB09 montre comment il a fait, il a compté les 1 de H et ceux de I, et il a fait l'addition; la même chose pour M et N. Effectivement c'est le même nombre dans les deux cas, c'est 17.

MB08: On a dit que c'est des couples, c'est par deux!

- MB08 vient au tableau et elle montre le couple (1,1) comme exemple:

MB08: Ce couple, par exemple!

MB21: On peut être couple et n'aimer pas les mêmes choses!.

-Elle montre au tableau un couple (1,0) de valeurs pour M et N; elle montre aussi un couple (0,0) et elle dit:

MB08: (0,0) ils n'aiment pas tous les deux.

E: (1,1) ils aiment tous les deux, et c'est pareil pour H et I!

M: On compte!

E: (H-I), 6! (Erreur)

- MB16, ne cherche que les couples (1,1), c'est-à-dire les coprésences. MB25 montre les 10 coïncidences: coprésences et coabsences, mais elle ajoute:

MB25: (0,0) sont couple, ont les mêmes goûts mais ils ne sont pas au cinéma!

- MB16 compte les (1,1) de (H-I) et (M-N) et il répond:

MB16: (H-I), 5; (M-N), 6; donc la réponse c'est (M-N)!

M: MB09, est-ce que tu es d'accord avec ce que MB21 a fait?

MB09: J'ai compté les 0 qu'il y avait.

- La M. continue donc par la question suivante:

Q2

M: MB08, si le Grand Schtroumph veut programmer seulement trois films, dis les types de films que toi, tu lui proposerais de choisir?

MB08: Aventures, western, et films sur les animaux.

M: Pourquoi?

MB08: Aventures, pour savoir des choses, western...(?)

M: Un peu au hasard?

MB08: Parce que dans les westerns il y a des aventures

E: Les aventures sont amusantes!

M: (A MB08) Ces films sont parmi ceux que tu aimes?

MB08: Oui

M: Et toi, MB19?

MB19: Animaux, romantiques...

M: ils font rêver!

MB19: Oui, et aventures, parce que c'est comme si on était dedans!

M: MB13?

MB13: Dessins animés, Schtroumphs, westerns, parce il n'y en a que 3 qui n'aiment pas!

- Il s'est trompé, c'est dans les films des Schtroumphs qu'il n'y en a que 3 qui n'aiment pas, dans les westerns il y a 0 Schtroumphs, qui n'aiment pas. Alors il enlève western, et il change par les films de musique.

MB13: Les dessins animés, tout le monde les aime bien, ils vont venir!

MB13: (Il continue)... dans les films où il y a des Schtroumphs, il n'y en a que 3 qui n'aiment pas!

- MA22 compare ce qu'elle aime bien et ce que les Schtroumphs aiment.

MB12: Le grognon n'aime pas!

E: J'ai voulu faire ça, parce qu'il y a plus de monde!

E: C'est mieux....!

MB04: Ceux sont ceux d'aventure, dessins animés, Schtroumphs.

M: Vérifiez!

MB12: On essaie de faire la majorité de Schtroumphs qui peuvent venir les voir?

E: En tout cas, il (MB13) a fait ça!

- La classe vérifie le nombre des Schtroumphs qui n'aiment pas chaque type de films proposés aux les différents enfants, tout à l'heure.

E: Musique il y a 4 Schtroumphs qui n'aiment pas.

E: Aventures, 5 Schtroumphs qui n'aiment pas.

MB25: Est-ce qu'on peut trouver un film qui ait moins de 3 Schtroumphs qui ne l'aiment pas?

MB13: C'est mieux qu'il y en ait beaucoup!

E: J'ai pensé que "à ton avis" voulait dire ton goût personnel!

E: Animaux, 4 Schtroumphs qui n'aiment pas!

MB13: Combien de monde il y a?

- MB13 vient de poser une question différente, c'est le nombre des Schtroumpha satisfaits par le choix fait et la M. relance la question, en la précisant un peu plus.

M: Combien de Schtroumpha peuvent être satisfaits?

MB09: Séparement...Si les films sont programmés à la même heure, s'ils ont choisi les 3 films ils ne vont pas être contents!

MB25: Il y a 12 Schtroumpha qui ne peuvent pas aller aux 3 films.

- MB25 elle dit qu'elle a décompté les 0 de chaque film, pour connaître les Schtroumpha qui ne peuvent pas y aller, mais elle ne montre pas comment elle a fait ni sur les films à regarder, donc nous ne pouvons pas savoir l'origine de l'erreur de cette réponse.

M: Quels Schtroumpha ne pourraient aller à aucun film?

MB22: Personne!

M: Pourquoi?

MB22: Parce qu'ils aiment tous les dessins animés!

E: Il n'y a que D et J qui n'aiment que les dessins animés!

- La M. passe déjà à la question suivante, qui appartient à la deuxième feuille du questionnaire, dans laquelle il fallait choisir parmi les possibilités : "vrai", "faux", "je ne sais pas".

C1

M: MB04, Le Schtroumph F n'aime pas les films de l'espace.

MB04: F n'aime pas (elle montre la case F/film de l'espace), donc c'est faux.

MB12: Mais, faux c'est vrai, vrai c'est faux!

- MB04, en écoutant MB12, se rend compte de son erreur et demande à la M. de lui répéter la question. La M. lui répète la question et MB04 rectifie sa réponse.

MB04: C'est vrai!

M: ça peut fonctionner comme un règle mnémotechnique, pour se rappeler.

E: C'est un piège!

E: Quand la question est négative, attention!, piège!

C2

M: MB02, Le Schtroumph B aime les films romantiques.

MB02: Faux. (Elle montre dans romantique, le 0, pour le Schtroumph B). Réaction d'accord dans la classe. Mais la M. repose la question

MB14: C'est la question qu'il faut bien regarder!

C3

M: MB06, Tous les Schtroumpha qui aiment les films d'aventures, aiment les films de pirates.

MB06: Faux!

MB10: Pourquoi?

MB06: Si on prend pirates et aventures, c'est les (1,1) jusqu'à que je trouve (1,0).

- Il regarde les (1-1) pour les deux films et il pointe le Schtroumph F qui aime les films d'aventures, et qui n'aime pas les films de pirates et à ce moment-là il a dit, "faux"!

MB04: Aventures il y a 4 Schtroumpha qui n'aiment pas et pirates il y a 10 Schtroumpha, ils dépassent, alors...

E: Mais peut être qu'ils ne sont pas au même endroit, qu'ils ne sont pas les mêmes Schtroumpha

M: C'est vrai il faut que les 1 soient placés au même endroit!

E: Il faut qu'ils soient à la même place

C4

M: MB06, Tous les Schtroumpha qui aiment les films de pirates, aiment les films d'aventures.

- Quand la M. a fini de lire la question, la classe a réagi, en riant, et tous ont voulu parler à la fois. Ils trouvaient la question ridicule

E: C'est la même chose!

E: ça revient au même!

E: Mais non, c'est le contraire!

- Hésitation générale, dans la classe, c'est la même chose ou c'est la contraire?

MB06: ...Sais pas...Si je refais pareil...

MB20: C'est faux!

E: C'est pas la même question si tu changes l'ordre...alors si tu as (0,1) (il lit d'abord pirates et après aventures) ça veut dire qu'il aime pas les pirates et il faut le sauter!

MB23: Il faut qu'il y ait un 1 dans pirates

- La M. propose de mettre une petite croix dans les cases des films de pirates où il y a des 1, ce sont les cases qu'il faut regarder maintenant. On le fait.

- Les enfants ont été confrontés au sens de la question, ce que les a fait modifier leur premier modèle de comparaison des lignes, en réalité ils faisaient la conjonction des propriétés et pas l'implication qui avait fonctionné par contre dans la question précédente. Cette modification a entraîné l'adoption du critère de vérité de la conditionnelle logique.

MB19: Ah! Avant il n'y avait que regarder les 1 d'aventures et après les 1 de pirates, et maintenant il faut ne s'occuper que des 1 des pirates et voir après s'ils ont un 1 dans aventures.

MB21: Alors la question c'est vrai, c'est juste!

- MB16 n'est pas d'accord, et les autres enfants lui expliquent de nouveau ce qu'ils viennent de dire.

C5

M: MB03, Les Schtroumpha préfèrent les films sur les animaux aux films romantiques.

MB03: Faux. (Elle regarde les deux à la fois, on sait pas très bien ce qu'elle montre).

MB07: C'est vrai. (Il compte les 1 des films d'animaux et des films romantiques). ...Animaux, 15; romantiques, 8.

C6

M: MB05, Les Schtroumpha préfèrent les films où les Schtroumpha sont les héros aux films avec des dessins animés.

MB05: Faux. Dans les Schtroumpha il y a des 0, dans les dessins animés il y a des 1...

-(En réalité il compare deux à deux chaque Schtroumpha pour ceux des types de films et il montre les couples (1,0)

MB06: Dans les dessins animés il y a des 1 partout, et pour les Schtroumpha il y a des 0!

- (Il formule correctement le raisonnement commencé par MB05, mais que ce dernier avait mal énoncé).

C7

M: MB01, Ce n'est pas vrai que le Schtroumpha G aime les films d'horreur.

MB01: Vrai! 0 réponse et question négative, c'est vrai.

C8

M: La Schtroumpette H et le Schtroumpha O aiment les mêmes types de films.

- Tout le monde regarde dans le tableau avant de donner une réponse, MB06 est le premier à lever le bras.

MB14: C'est vrai.

- MB06 semble étonné de la réponse de MB14. Mais MB14 dans le tableau vérifie sans problème en faisant la comparaison deux à deux, tandis qu'un autre élève exprime oralement ce qu'elle fait:

E: Les 1 et les 0 sont partout à la même place.

- MB06 s'était trompé de ligne, et de là son étonnement précédent.

CS

M: MB05, Tous les Schtroumpfs aiment les films où les Sctroumpfs sont les héros.

- MB05 n'a pas entendu la question, et un autre enfant répond pour lui.

MB16: Faux!

- La classe est d'accord avec lui.

MB16: Si c'était vrai il y aurait des 0 partout!

- Il a dit 0 pour 1, mais personne n'a rien dit, peut-être parce que c'était clair pour tout le monde, qu'il devrait avoir dit 1 au lieu de 0.

M: MB17, Les Sctroumpfs R et T sont d'accord sur dix questions de l'enquête.

MB17: Faux!

- Réaction de la classe: Vrai!

- MB17 commence à regarder les coïncidences, elle prend aussi les (0-0). Aucun problème n'est posé.

ANNEXE - 9

ENTRETIENS DENISE 87/88, 88/89.

ENTRETIEN DENISE

87/88

Pilar ORUS: D'abord, si tu veux, tu peux faire une évaluation globale sur l'ensemble des leçons et des situations et après on fera l'analyse de chaque séquence pour la situation du voyage et celle de la classification des feuilles.

Denise GREGLARD: J'ai trouvé ça très intéressant, à tel point que je voudrais bien recommencer l'année prochaine. Cela développe un esprit d'analyse; c'est très important. J'aimerais commencer plus tôt dans l'année pour pouvoir réinvestir, l'utiliser pour d'autres activités. Parce que les gamins ensuite font des rapprochements, te demandent à quoi ça sert ou le réutilisent ailleurs. Je trouve ça très intéressant bien qu'au début ils n'aient pas vu tout de suite ce que c'était, ils étaient un peu perdus parce qu'ils ne voyaient pas à quoi le raccrocher par rapport à la scolarité. "Mais c'est de quoi? c'est des maths, de l'instruction civique?".

P.O.: Tu as senti ça?

D.G.: Mais, ils l'ont dit.

P.O.: Spécialement par rapport à quoi?

D.G.: Au jeu du voyage. C'est le jeu du voyage. Parce que les feuilles, on voyait aussitôt ce que c'était ...

Mais ils disaient: "C'est des sciences, mais c'est un peu des maths aussi". Ils sentaient que ça avait un rapport avec le domaine scientifique; surtout qu'en plus, d'habitude ce n'est pas moi qui fais la biologie; donc il y avait une question de personne qui menait la leçon.

P.O.: "Ils disaient: il faut aller au Centre". Il y avait quelqu'un qui observait... donc c'est un rapport normal. Bon. On a fait l'une après l'autre les deux séquences mais on pourrait éventuellement les avoir faites de manière séparée: la situation

du voyage et celle des classifications. Tu penses que ça pourrait fonctionner séparément?

D.G.: Oui, je dirais oui; mais c'est vrai qu'en ayant bien compris le jeu du voyage, quand on a parlé de critères de classification pour les feuilles, enfin, ils savaient exactement de quoi on parlait, ça avait du sens. La lecture de la matrice a été très facile parce que tous avaient déjà pratiqué un raisonnement sur matrice avant celle-ci.

P.O.: Mais ils n'ont pas fait tellement le rapprochement entre les deux...

D.G.: Ils ne l'ont pas dit ainsi, mais ils l'ont dit quand même. Simplement quand on a dit "on va prendre des critères" (ça a été enregistré ça) ils ont dit: "Ah oui, c'est comme quand on a choisi pour partir en voyage, on a posé des questions".

P.O.: Oui, mais ils n'avaient pas tellement de références; je n'ai pas trouvé qu'ils avaient tellement de références au niveau du voyage par exemple.

D.G.: Je pense que ça leur a paru tellement évident qu'ils se sont dit: "pas la peine de discourir là-dessus."

P.O.: Bon. Et, du point de vue des enfants, qu'est-ce que tu penses qu'ils ont appris? Les leçons? Ils les ont fait fonctionner? Qu'est-ce qu'ils ont appris?

D.G.: En fait plein de choses: au niveau du raisonnement, mais aussi au niveau du rapport entre les raisonnements (les classifications c'est pas le truc universel) Ce qu'ils ont appris, c'est le fonctionnement d'une classification, à quoi ça sert, comment on l'utilise, comment on peut la fabriquer...; voir que ce n'est pas une espèce de "truc" qui arrive d'ailleurs, qui est inventé par quelqu'un et qui est immuable.

P.O.: Et tu penses que cet aspect a été clair?

D.G.: Ah oui, je pense que ça a été très important.

P.O.: Et tu penses qu'ils auraient besoin d'une plus grande institutionnalisation ou ça va? Même au niveau de l'action, parce que ça, ça a été au niveau de l'action. Il n'y avait pas eu d'institutionnalisation là-dessus. Seulement quelques commentaires mais pas d'institutionnalisation complète.

D.G.: Oui, il y avait besoin d'une institutionnalisation plus approfondie.

P.O.: Tu crois que ça serait nécessaire?

D.G.: Oui, c'est pour ça que si ça venait plus tôt je crois qu'on pourrait...

P.O.: Continuer, que ça reste?

Ce que je voulais dire, c'est quelles retombées par exemple, du jeu du voyage ou du jeu de classification pourrait-il y avoir? Dans ce que nous avons fait, quel point, quel aspect cela a-t-il mis en évidence et que selon toi, tu pourrais retravailler ou approfondir par la suite .

D.G.: L'aspect de regroupement par critères. Parce qu'ensuite on a fait en français un récapitulatif de tout ce qu'on connaissait du point de vue de l'analyse et ils en ont eu du plaisir... Enfin certains gamins ont dit:

- "Eh bien oui, d'un côté on peut mettre les phrases simples, de l'autre les phrases complexes et puis à partir des phrases complexes, on pourrait classer, reconnaître celles qui ont deux propositions, trois propositions...". Ils ont dit: "c'est comme quand on a fait le jeu: on pourrait choisir des critères; il y aurait un côté qui serait tout vide et un côté..."

P.O.: Ils ont dit ça?

D.G.: Oui..."et un côté qu'on pourrait raffiner de plus en plus..." en cherchant les choses qui étaient communes, les choses qui étaient différentes, ça je trouve que sur le plan du raisonnement, ça permet de se sauver de toutes les situations.

P.O.: Et au niveau du raisonnement spontané du raisonnement scientifique, tu as senti des difficultés pour gérer cette idée de confrontation entre les deux ou pas

D.G.: Pas trop. Je trouve qu'ils ont bien compris. Je trouve que ce qui est important c'est qu'ils se sont aperçus que le raisonnement scientifique avait quand même pour base, malgré tout, le raisonnement spontané... c'est-à-dire qu'il y a...

P.O.: Quelque chose à voir.

D.G.: Voilà, ce qui provient d'eux, le raisonnement spontané etc, ce n'est pas complètement sorti du monde réel, pas complètement stupide, qu'ils participaient aussi et qu'à partir de ça ils pouvaient ensuite faire des vérifications, des hypothèses, des propositions et des contre-propositions, que le raisonnement se construisait comme ça et qu'il pouvait y avoir des chemins différents qui aboutissaient à des raisonnements scientifiques différents; qu'on pouvait alors comparer en prenant de la distance. Ce n'était plus un raisonnement personnel et ça permettait de donner un avis, d'attaquer un raisonnement ou de le discuter sans que soit impliquée la personne. ça je crois que c'est très important.

P.O.: Et même pour les objets. Se détacher du jeu des objets concrets.

D.G.: Voilà.

P.O.: Quand ils ont fait le tableau après...

D.G.: Ils ne regardaient plus les feuilles. Ce n'était pas utile. Du tout.

P.O.: C'était déjà codé. C'étaient les informations qu'on pouvait recevoir. C'était reçu.

P.O.: Et au niveau de l'ingénierie... Toi comme maître, as-tu senti que c'était bien préparé ou qu'il manquait des choses?

D.G.: Non, à part la première consigne du jeu du voyage. C'est pour ça qu'il faudra la refixer...

P.O.: Après c'était clair. Mais c'était qu'on n'était pas très prêt. C'était préparé mais on avait changé.

D.G.: Mais tout le reste, j'ai trouvé que c'était bien. La preuve c'est que ça a roulé tout seul. C'est signe que c'est bien réfléchi; ça correspond exactement à la situation, parce qu'en fait, il suffit de relancer, de toucher à droite, à gauche et hop, ça tourne tout seul.

P.O.: Donc, tu n'as pas senti, tu n'as pas remarqué des difficultés précises dans le développement de la leçon. Pour les élèves tu penses que ça s'est bien passé aussi? C'est pas long? Parce qu'on a fait pas mal de séances.

D.G.: Non, non. Je pense que c'était bien mais qu'ils en avaient un peu assez parce que ça venait en fin d'année et qu'il y avait plein d'observations en même temps. Ce n'est qu'à la fin que ça faisait beaucoup mais en tant qu'activité en elle-même, non, non... parce qu'ils en re-réclamaient.

P.O.: Et là, le rapport entre les connaissances enseignées, et tout ce que les enfants apprennent et le temps qu'on y consacre, tu penses que c'est bien?

D.G.: Tout à fait proportionnel.

P.O.: Tu penses qu'on ne passe pas trop de temps pour quelque chose?

D.G.: Non. C'est vrai, de l'extérieur, on pourrait dire: "mais, en fait vous n'avez rien appris de très concret, vous avez passé 5 ou 6 séances..". En fait, ça permet ensuite de voir très très vite les choses importantes. C'est tellement bien préparé. Enfin, tu vois ce que je veux dire: c'est comme en math, c'est comme en français, on a l'impression qu'on va perdre du temps parce qu'on passe plus de temps sur le raisonnement, et puis en fait ça permet que le reste soit rapidement intégré et compris. Alors, il y a un gamin qui a dit par exemple: "ça devient plus facile parce qu'une fois qu'on voit tout, ce qu'on avait appris avant (l'élément simple) on retient mieux parce qu'on peut faire des comparaisons". Ce que disait ce gamin, c'est vrai. On croit souvent qu'il faut apprendre morceau par morceau qu'il faut bien séparer les choses, qu'il faut finir le premier rang avant de passer au second. En fait, ce n'est pas vrai et les enfants l'ont bien perçu.

P.O.: S'il s'agissait maintenant d'inclure ces activités dans la scolarité obligatoire, combien de séances pourrait-on y consacrer? Et d'abord penses-tu que c'est faisable?

D.G.: Tout à fait. On parle d'interdisciplinarité; c'est exactement ça.

P.O.: La question d'éducation civique, sur le sondage, est-ce que tu l'as faite? Tu as continué?

D.G.: Oui.

P.O.: Et qu'est-ce qu'ils ont dit à propos du sondage?

D.G.: Ils ont eu l'impression de comprendre que ce qui se passe à l'extérieur de l'école et ce qui se passe à l'intérieur, ça a un rapport. Ils ont compris que ce qu'on apprend ici, ça peut aider à comprendre ce qu'ils entendent ailleurs: ce n'est pas un objet

étranger. Ils ont été très surpris: "Ah, mais ça fonctionne comme ça?" d'un air de dire: "Alors ce qu'on a fait, ce qu'on apprend, c'est du vrai!".

P.O.: C'est quelque chose qui sert?

D.G.: Voilà.

P.O.: Donc, au niveau des retombées concrètes, les séances que tu aimerais faire, par exemple, l'année prochaine si tu les fais au début de l'année, qu'est-ce que ça serait? En éducation civique?

D.G.: En éducation civique, en français, parce qu'en fait on se sert implicitement de choses comme ça en français; et aussi tout ce qu'on a fait en math au niveau des classements des situations dès le début de l'année, je veux dire c'est ça aussi.

P.O.: C'est vrai je pense à ce que tu nous a dit : qu'ils ne savaient pas ce que c'était "classer", ce qu'ils faisaient.

D.G.: Si on avait fait ça d'abord, on aurait pu l'utiliser, ça aurait pris du sens.

P.O.: Et par rapport "Au nombre le plus grand," parce que ça, c'est sur le raisonnement, la démonstration mathématique. Par exemple, au niveau d'articulation éventuelle, tu mettrais d'abord la classification et après le nombre le plus grand ou le contraire.

D.G.: Oui, je crois que je travaillerais d'abord sur la classification. Parce que ça arrive au raisonnement universel, une espèce de raisonnement sur le raisonnement.

P.O.: Et c'est plus un passage entre le concret et le scientifique. Et l'autre activité (Le nombre le plus grand) c'est plonger directement...

D.G.: Directement dans le scientifique.

P.O.: Voilà. Je pense que si vous voulez on peut s'arrêter.

D.G.: Je veux recommencer l'an prochain. J'y tiens.

P.O.: Au niveau de séances concrètes, pas de remarques?

D.G.: Non, je trouve que c'est bien parce qu'il n'y en a pas trop mais suffisamment pour arriver au but.

ENTRETIEN AVEC DENISE GRESLARD. 88/89

P.O.: Est-ce que tu veux faire un commentaire pour quelque chose ou un commentaire simplement avec ce que tu m'as mis?

D.G.: Non. A chaque fois, ce que j'ai noté comme plus difficile c'est la double négation. Pour eux, c'est vraiment très difficile et puis sur les schtroumphe, l'implication d'une question dans une autre et son inverse, ça me paraît très dur. Dans un sens c'est plus simple parce que c'est dans l'ordre de la présentation de la ligne et puis sur l'autre, c'est parce qu'en fait sur les figures il y a trois caractères chaque fois: la forme (carré ou rond), la couleur et la taille (petit ou grand). Il me semble difficile de traiter les trois à la fois. Deux, ça passe, mais trois ça fait beaucoup.

P.O.: Y-a-t-il des questions qui expriment des erreurs fréquentes des élèves? Dans les deux questionnaires, trouves-tu qu'il y a des questions qui peuvent représenter un type de difficultés que tu trouves souvent?

D.G.: Oui: "Est-ce que tous les grands carrés sont noirs? "Encore, c'est facile parce qu'effectivement tout ce qui était grand était noir, mais celui des grands blancs... Je ne suis pas sûre que les réponses aient été les mêmes. La difficulté était plus grande.

P.O.: Peut-être que dans le questionnaire, c'était facile mais je veux dire: "y-a-t-il la trace d'une erreur qui peut apparaître dans les classes?"

D.G.: ça oui

P.O.: Dans la situation de classe normalement...

D.G.: C'est-à-dire que si on pose une question sur tout ou si la question porte une partie. ça c'est difficile. Ensuite sur "doit" et "peut". ça, en géométrie, c'est l'enfer: c'est très difficile.

Sur les caractères des figures géométriques "est-ce que ça doit avoir un angle droit, ou est-ce que ça peut avoir un angle droit. Et puis au niveau des schtroumphe, c'est... Ah! oui: quand on demande ce qui sont d'accord ensemble... c'est-à-dire: on peut avoir l'accord sur des choses négatives... et c'est difficile de dire que c'est un caractère commun même si c'est négatif. Pour les enfants, un caractère commun c'est toujours quelque chose de positif.

P.O.: Et c'est sur quelle question?

D.G.: Là c'est sur...

P.O.: Les coïncidences.

D.G.: Voilà. Est-ce que... Ils sont d'accord sur dix questions (?) en C10.

P.O.: D'accord. C'était pour centrer la question.

Alors, est-ce que ces erreurs peuvent intervenir ou interviennent dans le déroulement de la classe et à quel moment?

D.G.: Pour la dernière question ? Quand on fait de la géométrie? Ah! oui, c'est flagrant. Chaque fois, au moment où on fait le jeu de communication pour donner les renseignements à quelqu'un, pour reproduire la figure exacte et même quand on utilise la classification des figures.

P.O.: Alors là, tu trouves spécifiquement là quelques difficultés ? "Doit" et "peut".

D.G.: "Doit" et "peut", c'est spécifique. Et pareil pour l'implication?

P.O.: En géométrie?

D.G.: En géométrie aussi, c'est-à-dire: un rectangle est aussi un parallélogramme; un carré, c'est aussi un rectangle. Pour les enfants, c'est difficile d'imaginer les implications. Ce sont des choses différentes.

Mots-clé : classification, contrat didactique, cours moyen, didactique des mathématiques, logique, pensée naturelle, raisonnement, situations didactiques.

Résumé : La première partie établit que le raisonnement naturel (R.N.) des élèves est sollicité par les enseignants de différentes manières, dans la relation didactique, mais que le contrat didactique interdit habituellement qu'il soit un objet d'enseignement.

La deuxième partie étudie la possibilité d'améliorer ce R.N. par une initiation à l'analyse classificatoire. Elle permet une explicitation partielle qui modifie le rôle du R.N. dans la relation didactique, ce qui implique aussi une modification du contrat didactique.

L'ensemble de situations d'enseignement proposées, illustreront l'usage extrêmement répandu de l'analyse classificatoire :

1. La classification des plantes - avec celle des animaux - est certainement la plus répandue.

2. Nous avons abordé deux aspects de la prise de décision en fonction des goûts et des choix, l'aspect sémantique avec "le départ en vacances" et l'aspect formel avec "le jeu de la coalition" qui simule les modes de prises de décision dans une société démocratique.