

lement mieux que ceux qui sont élevés dans un système de valeurs qui met en avant la soumission à l'adulte.

Or il existe un lien complexe entre les différents types de pratiques éducatives et l'appartenance sociale. L'échec des expériences américaines d'éducation obligatoire lancées dans les années 60, montre à l'évidence que considérer les caractéristiques culturelles des enfants des milieux populaires comme des handicaps, conduit à prendre des mesures normatives qui sont rien moins qu'efficaces. Sans doute vaut-il mieux travailler en amont des apprentissages cognitifs et développer des attitudes actives par rapport au savoir (12).

UNIVERSITÉ DE NANCY I

CENTRE DE TÉLÉ-ENSEIGNEMENT UNIVERSITAIRE DE NANCY II

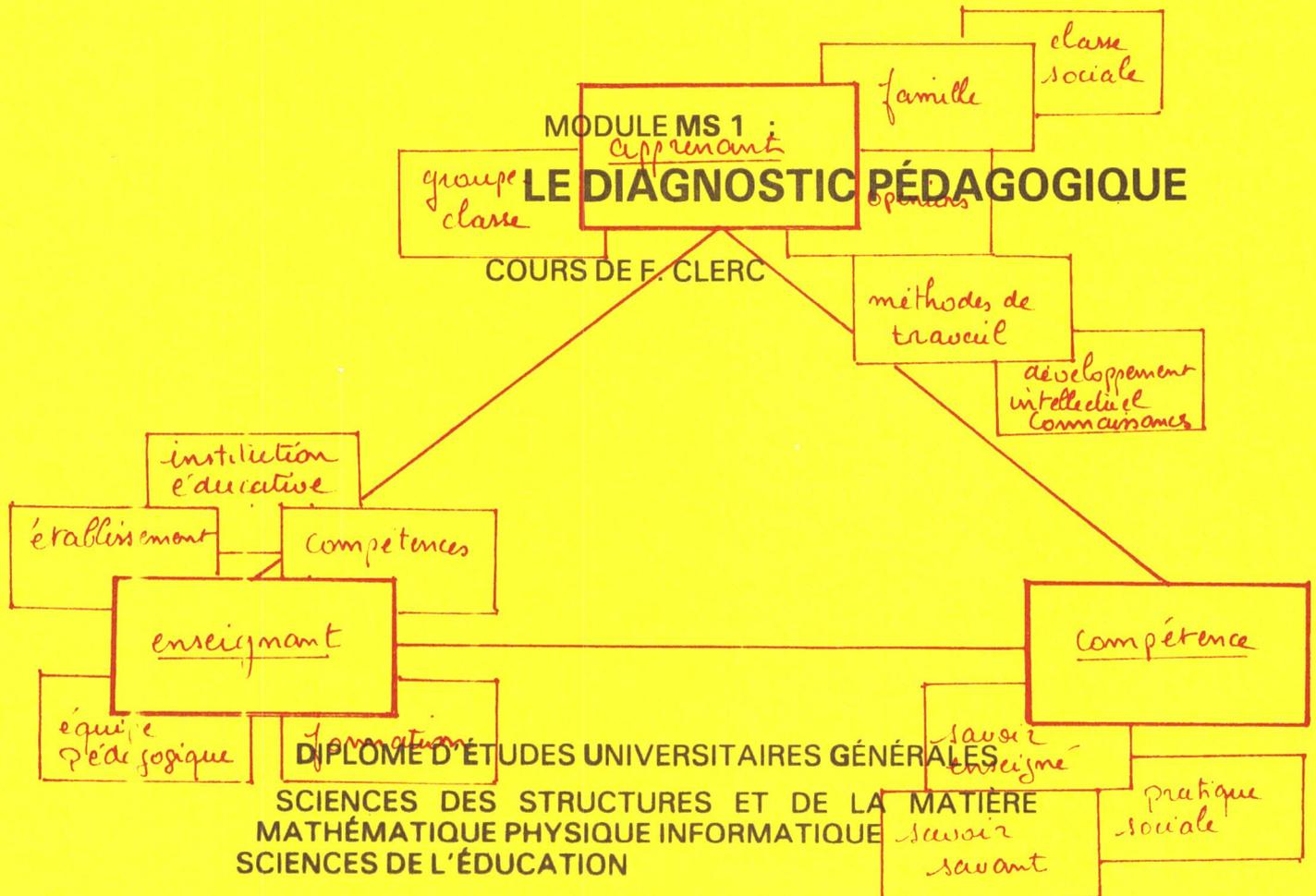
(se reporter à l'ANNEXE III)

mathématiques

4 - Description du triangle didactique

Au terme de l'examen des trois pôles du triangle didactique, nous pouvons le représenter ainsi:

et sciences de l'éducation



© la maquette de la couverture a été réalisée par le L.E.P. Cyfflé - NANCY

Édité et imprimé par l'**Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques** - (Université de Nancy I - Faculté des Sciences) -
B.P. 239 - 54506 VANDOEUVRE-les-NANCY CEDEX

Dépôt légal : 2e trimestre 1987

n° de la publication : 2-85406-101-2

Le Responsable de la collection : Philippe LOMBARD

Ref. N 550

MATHEMATIQUES ET SCIENCES

DE

L'EDUCATION

F. CLERC
1987

INTRODUCTION

RAPPEL DE LA DESCRIPTION DES MODULES MS 1 ET MS2

Module MSI (validation: 1 UC)

Objectifs: A la fin de ce module, les étudiants seront capables:

- d'effectuer un diagnostic d'apprentissage en s'appuyant sur de notions théoriques de psychologie génétique et en se référant à une problématique pédagogique,
- de concevoir, d'utiliser et de valider des aides pédagogiques en fonction de ce diagnostic.

Evaluation: Les étudiants pourront à leur convenance, analyser soit un dispositif pédagogique, soit des aides pédagogiques. Dans les deux cas ils prendront les supports de leur réflexion dans leur pratique quotidienne. L'analyse devra comporter des références explicites au contenu de la première partie du cours.

Critères d'évaluation:

- pertinence de l'analyse et de la justification du dispositif pédagogique ou des aides pédagogiques;
- exactitude des références aux contenus théoriques;
- lisibilité et qualité de la forme des documents analysés.

Module MS 2 (validation 2 UC)

Objectifs: Les étudiants devront effectuer un travail personnel de mise en pratique des connaissances acquises. Ils devront rédiger un rapport d'observation portant soit sur des erreurs fréquentes, soit sur un cas d'élève. L'étudiant devra être capable :

- de collecter l'information utile pour établir un diagnostic;
- d'établir ce diagnostic;
- de décrire les orientations de remédiations adaptées.

Evaluation: Ce rapport devra comporter les informations nécessaires à la compréhension du cas traité, la justification des hypothèses avancées, les conclusions et les propositions de remédiation. Ce document fera au plus l'équivalent de 5 pages dactylographiées.

Critères d'évaluation:

- richesse et pertinence des informations recueillies;
- pertinence de l'analyse et des hypothèses formulées;
- exactitude des références aux contenus théoriques;
- cohérence des remédiations proposées;
- lisibilité du document.

CONTENU ET ORGANISATION DU COURS

Le présent document a une double intention:

- mettre en forme un certain nombre de connaissances concernant l'apprentissage;
- donner des moyens de clarification et d'analyse des pratiques pédagogiques.

Il est conçu pour des professeurs ayant une expérience de la conduite de la classe et pouvant rapporter l'information donnée à des expériences précises.

Son organisation renvoie à une logique interne des notions présentées mais ne coïncide pas forcément avec l'ordre de préoccupations du lecteur. Aussi est-il possible d'aborder isolément chaque chapitre. Les notes et les renvois aux annexes sont donnés chapitre par chapitre.

La structure du document est la suivante:

- identification des composantes de l'acte pédagogique et de leur jeu fonctionnel dans le cadre de la pédagogie différenciée;
- nécessité d'un diagnostic comme fondement et point d'appui de la différenciation;
- informations théoriques qui permettent d'étayer le diagnostic;
- articulation entre diagnostic et remédiations.

Les annexes comportent une information complémentaire. Ce sont souvent des extraits de textes qui développent une idée contenue dans le cours mais non explicitée. On y trouvera également des grilles d'observation et des schémas.

Deux montages vidéo accompagnent le cours. L'un illustre des types de séquences susceptibles d'entrer dans le cadre d'une différenciation. L'autre présente une démarche de résolution de problème et propose une analyse.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	p 1
PREMIERE PARTIE	
Hypothèses fondant notre réflexion	p 5
La structure de l'acte pédagogique	p 7
Le processus de l'acte pédagogique	p 15
DEUXIEME PARTIE	
Nécessité du diagnostic pédagogique	p 32
Interprétation des erreurs dues à des représentations personnelles	p 37
Interprétation des erreurs dues à l'état du développement cognitif	p 47
Interprétation des erreurs dues au fonctionnement cognitif	p 63
CONCLUSION	p 78
ANNEXES	
BIBLIOGRAPHIE	

PREMIERE PARTIE

HYPOTHESES FONDANT NOTRE REFLEXION

L'acte pédagogique est dans notre société fortement institutionnalisé. Il se déroule dans un cadre structuré dont les constantes peuvent être facilement mises à jour. Ses modalités pratiques sont stables depuis à peu près un siècle, dans le temps à quelques variations près, à travers l'espace, sur tout le territoire français. Il a pour finalité principale la transmission du savoir et il met face à face la plupart du temps des adultes - enseignants, éducateurs - et des enfants ou des adolescents. Il est structuré selon trois pôles: l'élève, l'enseignant, le savoir (1), dont le jeu fonctionnel est tout entier orienté vers l'acquisition du savoir par l'élève.

En conséquence nous poserons les hypothèses suivantes:

1 - l'acte pédagogique prend sens et raison par rapport à l'acte d'apprentissage de l'élève. C'est pourquoi nous placerons au centre de nos préoccupations la compréhension des difficultés qu'il rencontre, de ses erreurs et de ses échecs. Nous tenterons de formuler des conjectures sur la façon dont il s'approprie le savoir.

2 - l'acte pédagogique, comme tout acte humain, obéit à des règles plus ou moins explicites, cohérentes, rationalisées. Nous essaierons d'en dégager la logique interne, d'en mettre en évidence les articulations et d'en évaluer le degré de cohérence.

3 - la pédagogie - ou conduite des situations d'apprentissage - et la didactique - ou façon d'organiser un contenu en vue de le transmettre - sont aussi indissociables que les deux faces d'une même médaille - ici l'acte pédagogique -. L'une est attentive à accompagner et à faciliter la démarche de l'apprenant, l'autre se préoccupe d'organiser les savoirs pour les rendre accessibles.

4 - l'acte pédagogique s'inscrit dans un processus qui l'englobe et le dépasse. Ce processus est celui par lequel des compétences sont produites intentionnellement en fonction d'une demande sociale et en considération de facteurs économiques. De ce point de vue, l'acte pédagogique ne peut être abstrait du jeu des forces sociales. Le diagnostic pédagogique n'est donc pas un acte privé entre le formateur et l'apprenant: poser

un diagnostic suppose donc de mobiliser des connaissances d'ordre psychologique mais aussi social.

o o o o o o o o o o

I - LA STRUCTURE DE L'ACTE PEDAGOGIQUE: LE TRIANGLE DIDACTIQUE

Examinons un à un les trois pôles du triangle didactique.

1 - Le pôle du savoir

C'est bien improprement que ce pôle est désigné comme pôle du savoir. En fait ce qui est en jeu est moins le Savoir que l'acquisition d'un certain nombre de compétences qui pour n'être pas toujours clairement définies sont pourtant un élément régulateur de l'apprentissage. Leur définition suscite des débats: les compétences acquises sont-elles utiles ? (1) Doivent-elles évoluer au cours du temps, dans quelle mesure ? (ex. les compétences informatiques vont-elles devenir des compétences nécessaires à tous les citoyens de demain ?) Doivent-elles revêtir des caractères différents ? (ex. en quoi l'activité mathématique quotidienne de l'adulte moyen s'apparente-t-elle à celle du mathématicien professionnel ?). Le plus souvent on coupe court au débat en ne désignant que les savoirs que supposent ces compétences, savoirs qui eux, semblent avoir les garanties de l'objectivité suffisantes pour que rassemblés en programmes ils scandent la vie scolaire de tous les petits français.

En fait, le "savoir enseigné" (2) entretient des relations avec le "savoir savant" mais ils ne sont pas de forme identique. La pratique enseignante du savoir repose sur un contrat (le plus souvent implicite) qui définit ses formes, ses limites et ses modalités d'usage. La "discipline" est la trace historique laissée par une connaissance en évolution, dont la solidification didactique est toujours en retard non seulement sur l'état des connaissances actuelles, mais aussi parfois sur la définition même de ce savoir (3). Les sciences naturelles, par exemple, ne sont plus que l'expression scolaire d'un ensemble de corps théoriques multiples qui se sont spécialisés au cours du temps et dont la seule communauté est de se centrer sur la connaissance de l'être vivant. On est donc obligé d'admettre que le "savoir enseigné" résulte d'une modification importante du "savoir savant", pas seulement d'une simplification. Cette modification, appelée par Y. CHEVALLARD "transposition didactique" (4) utilise à côté du savoir savant, la référence de la pratique liée aux activités économiques.

Il faut également considérer qu'un concept mathématique ne s'enseigne pas seul. Il renvoie aux usages de représentations symboliques, aux codes en vigueur, à une syntaxe propre. Il doit être situé dans la catégorie des problèmes dans la solution desquels il intervient, catégorie partiellement définie par rapport aux aptitudes de l'apprenant. Il entraîne avec lui des outils et des techniques spécifiques. Enfin il peut être mobilisé éventuellement dans des contextes disciplinaires multiples (ex. les graphiques ont un usage en physique, en géographie, en économie...).

(se reporter aux ANNEXES I et I bis)

2 - le pôle de l'enseignant

L'enseignant ne peut être complètement dissocié du contexte scolaire et sociologique dans lequel il travaille et vit. L'établissement avec ses caractéristiques, l'équipement matériel dont il dispose, les règles et les habitudes de la communauté scolaire, les besoins et les idées qui s'y expriment, influent sur son action, plus ou moins directement. Par ailleurs son histoire personnelle (ex. modalités de son choix professionnel), son itinéraire social, les effets de sa formation et sa culture déterminent largement son mode d'intervention auprès des élèves. La "compétence pédagogique" dont il fait preuve est multidimensionnelle et ne peut être comprise comme le résultat simple de causes facilement identifiées. Elle forme un tout complexe dont le système de détermination est rarement univoque⁵).

On peut cependant tenter d'en élaborer un modèle pour faciliter notre compréhension. On peut la ramener à deux grandes fonctions essentielles: la fonction monitorale et la fonction d'éveil (6).

- la fonction monitorale a pour objet de fixer les connaissances à acquérir et de régler les modalités d'apprentissage. Elle se traduit dans la réalité par des actes de nature différente: l'encadrement et l'information.

La fonction d'encadrement vise à inscrire l'activité des élèves dans un cadre de référence. Il donne les modalités du travail scolaire. Par là l'enseignant organise les tâches, détermine les rapports entre les membres du groupe-classe, contrôle le

déroulement du travail, évalue les résultats des élèves et mesure l'efficacité de son action.

La fonction d'information est celle par laquelle il transmet un savoir choisi et organisé. Cette organisation porte sa marque spécifique dans la mesure où elle résulte en partie de ses propres connaissances et de ses choix personnels concernant la didactique. Il peut en effet, présenter les savoirs selon plusieurs modes qui relèvent chacun d'une logique différente (7):

- logique de mise en oeuvre: le processus didactique est pensé sur le modèle de l'action où la connaissance sera réutilisée;
- logique de construction des savoirs: l'ordre dans lequel se forment les savoirs obéit à des règles que le processus didactique s'efforce de reproduire;
- logique d'exposition: ici c'est l'organisation rhétorique qui prime;
- logique d'apprentissage: c'est celle de l'élève qui apprend mettant en jeu sa personnalité entière, utilisant des schèmes mentaux, qui désire ou non apprendre.

Seule cette dernière logique structure l'information en tenant compte de l'activité de l'apprenant. Dans la réalité, le discours de l'enseignant mêle souvent ces quatre logiques avec toutefois un choix dominant.

- la fonction d'éveil tend à susciter la motivation cognitive des élèves. Le professeur cherche à réunir les meilleures conditions qui vont déclencher son activité, favoriser sa participation, attiser sa curiosité, faire naître une recherche active. Pour cela il cherche des supports adaptés et attrayants: objets, montage de documents qui guident le travail, et propose des tâches où chacun peut s'investir.

(se reporter à l'ANNEXE II)

3 - Le pôle de l'apprenant

C'est celui qui va retenir notre attention. Nous le décrivons sous trois aspects: son affectivité, son activité cognitive, ses caractéristiques sociales.

- affectivité et apprentissage: chaque élève a sa propre histoire faite d'expériences à propos du savoir plus ou moins réussies, de relations plus ou moins positives avec les adultes et les autres enfants, qui vont déterminer dans une large mesure

son attitude présente par rapport au savoir et son mode de relation avec le professeur et les autres élèves. La classe n'est pas, bien sûr le lieu pour faire émerger cette histoire personnelle, présente par ses effets, absente parce que la plupart du temps non dite et parfois même oubliée. C'est encore moins le lieu de fournir des interprétations sur la manière dont le passé affectif de l'élève interfère avec ses apprentissages présents. Pourtant le professeur ne peut pas toujours s'empêcher de faire des hypothèses, de rapprocher certains faits, de tirer des conclusions.

Lorsqu'il le fait cependant, c'est sans les moyens réels de l'analyse psychologique, sans garantie et sans possibilité réelle d'intervenir sur les phénomènes affectifs passés. Le domaine privilégié de l'école, les moyens dont elle dispose, relèvent de l'aspect cognitif des apprentissages et si l'on y pressent le rôle de l'affectivité, le maître n'en perçoit jamais qu'une toute petite partie qui lui sert tout au plus à éviter les blocages, à renoncer aux entêtements stériles, bref à réguler ses interventions auprès des enfants.

- activités cognitives: sur le plan cognitif l'élève qui arrive au cours, est tout chargé d'un savoir préalable, celui de son milieu, celui qu'il s'est forgé lui-même à partir de son expérience personnelle qu'il a structurée, façonnée, valorisée en fonction de ses besoins et de ses intérêts. Ces pseudo-connaissances préalables forment un conglomérat résistant qui s'oppose à l'acquisition du savoir. Le plus souvent elles restent méconnues, ne réapparaissant que sporadiquement sous forme d'erreur répétée et inexplicable, d'image qui se superpose à un concept... Faute de connaître ces représentations spontanées, l'enseignant s'étonne souvent de prêcher dans le désert.

Lorsqu'il est confronté à un problème, l'élève a à sa disposition des moyens spécifiques de résolution qui sont liés à l'état de développement de son intelligence. Le savoir n'est pas préformé dans sa tête, il est à construire. Un sujet forme ses connaissances dans une interaction constante avec les objets dont il découvre peu à peu les propriétés. C'est son action sur les objets qui lui permet d'élaborer des schèmes dont il vérifie progressivement la validité et qu'il réajuste au fur et à mesure de ses nouvelles découvertes.

La construction du savoir ne peut être dissociée de l'ordre

d'apparition des possibilités intellectuelles, identique chez tous les individus. Il est marqué de paliers successifs ou stades (8).

Les stratégies de résolution de problème que l'enfant adopte, ne peuvent donc être les mêmes que celles de l'expert qui peut se référer à des modèles théoriques généraux et anticiper, d'après son expérience, sur des solutions probables. L'élève doit recourir à des opérations qui se déroulent dans un temps réel, sans pouvoir faire appel à des raccourcis de démarche. Cependant on peut observer que dans certains cas (situation familière, situation fortement structurée), il peut anticiper sur son développement mental par une sorte de "concept pratique" qu'il n'est pas à même de d'explicitier ni de justifier mais qui peut être aisément identifié comme une préfiguration correcte du savoir: c'est ce que G. VERGNAUD désigne sous le terme de "théorème en acte" (9).

- appartenance sociale, pratiques éducatives et développement de l'intelligence: la scolarité obligatoire et l'unicité du collège ont mêlé dans une structure identique des enfants d'appartenance sociale différente, formant des projets d'insertion sociale variés, ayant des réussites scolaires inégales. Appliquer un traitement pédagogique identique à des populations aussi hétérogènes est apparu rapidement comme un facteur contribuant à creuser les écarts. On sait (10) que la culture scolaire n'est pas neutre et qu'elle entretient un degré de proximité plus grand avec celle des classes dirigeantes. Mesurés à cette norme, les enfants ne peuvent avoir d'égales réussites: les uns semblent ne rien devoir apprendre, les autres, même s'ils font des efforts, semblent disqualifiés d'avance.

D'autres études ont montré plus récemment, que le système éducatif familial a un effet direct sur le développement intellectuel d'un enfant (11). Si l'on retient comme caractéristiques d'une pratique éducative d'une part la manière dont les règles ou habitudes de vie sont modulées ou non en fonction des circonstances, et d'autre part, le système de valeurs préconisé par les parents, on observe:

- que les enfants élevés dans un milieu où les règles de vie sont modulées sur les circonstances: "Tu peux faire cela si..." ont des performances intellectuelles meilleures.
- que les enfants élevés dans un système de valeurs qui met l'accent sur leur initiative propre, réussissent éga-

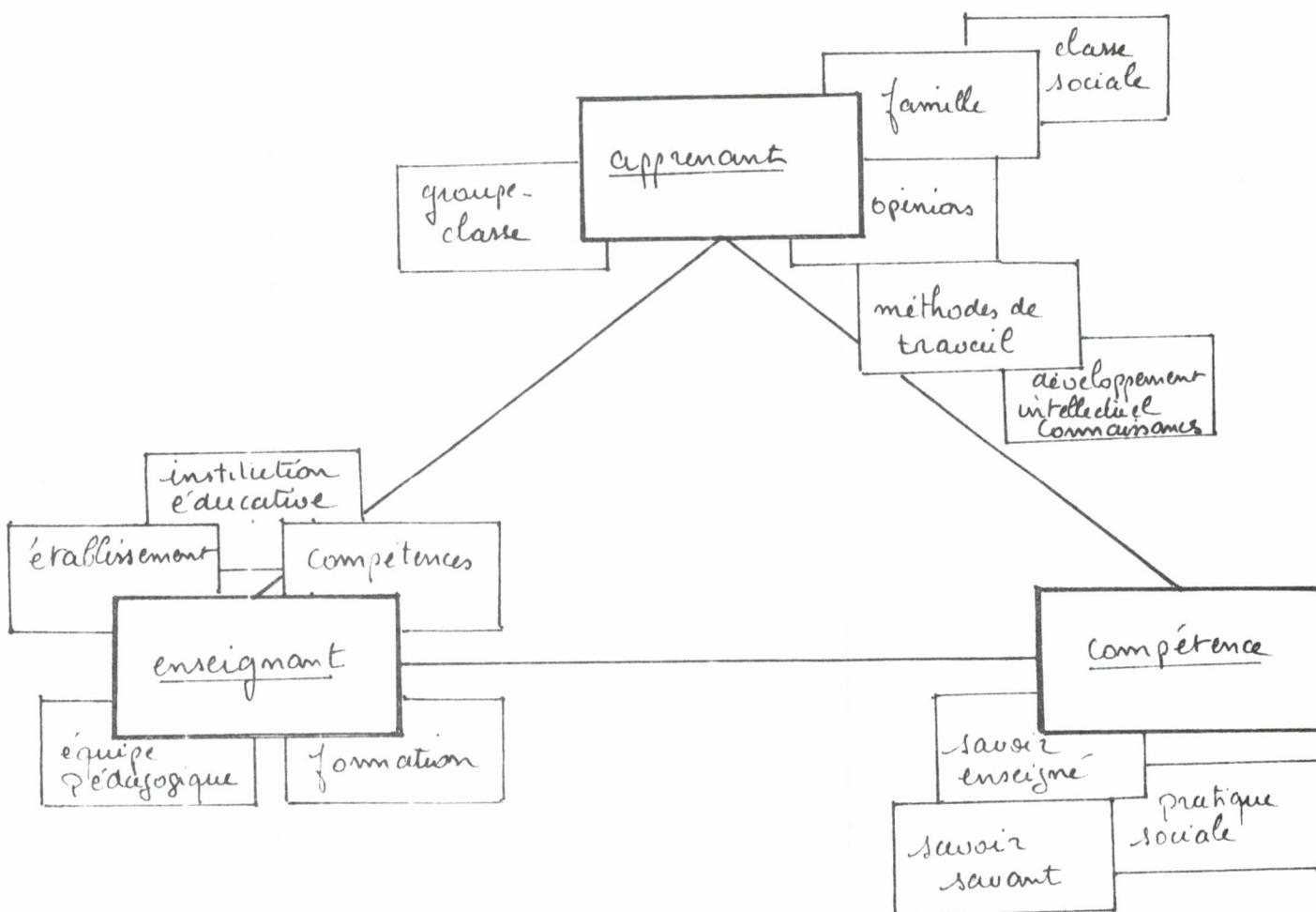
lenent mieux que ceux qui sont élevés dans un système de valeurs qui met en avant la soumission à l'adulte.

Or il existe un lien complexe entre les différents types de pratiques éducatives et l'appartenance sociale. L'échec des expériences américaines d'éducation compensatoire lancées dans les années 60, montre à l'évidence que considérer les caractéristiques culturelles des enfants des milieux populaires comme des handicaps, conduit à prendre des mesures normatives qui sont rien moins qu'efficaces. Sans doute vaut-il mieux travailler en amont des apprentissages cognitifs et développer des attitudes actives par rapport au savoir (12).

(se reporter à l'ANNEXE III)

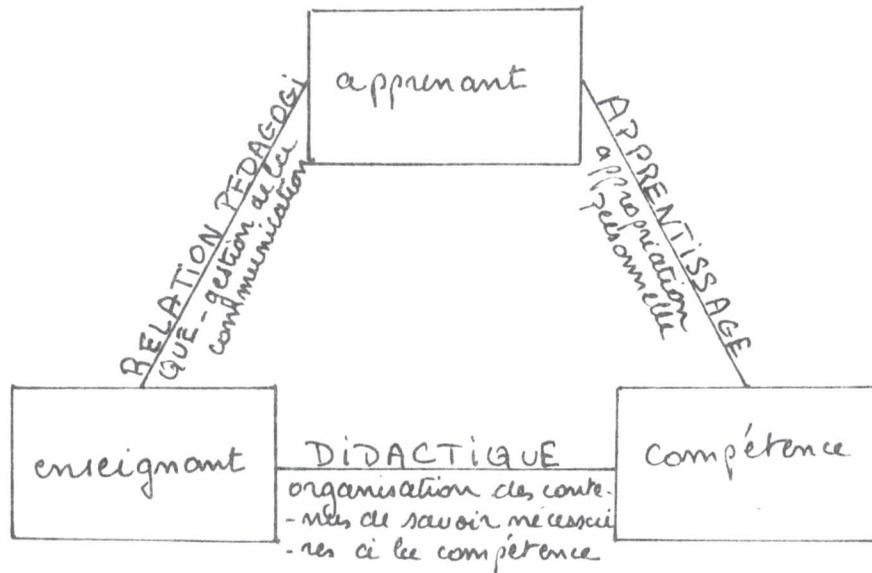
4 - Description du triangle didactique

Au terme de l'examen des trois pôles du triangle didactique, nous pouvons le représenter ainsi:



Chaque pôle est inclus dans un certain nombre de champs qui le déterminent et dont l'oubli conduirait à poser l'acte pédagogique comme une abstraction. L'élève n'est pas qu'apprenant, il vit dans une famille qui a des pratiques éducatives particulières, il a une histoire personnelle, des goûts, des aversions...Cependant c'est sa présence en tant qu'élève qui donne du sens au dispositif pédagogique. On pourrait en effet imaginer d'autres formes de transmission du savoir qui ne mettraient pas en présence un enfant et un adulte, ou bien un enseignant qui aurait un tout autre rôle vis à vis de l'élève.

Il faut également préciser que les liens entre les différents pôles ne sont pas de même nature:



Chaque lien renvoie à une fonction particulière nécessaire à la réalisation de l'acte pédagogique tel qu'il est défini dans l'institution scolaire. Il résulte de la mise en oeuvre de ces fonctions en considération du poids relatif que l'on va accorder à chaque pôle. On peut concevoir des stratégies où la place prépondérante est occupée par l'enseignant en tant qu'organisateur du savoir et gestionnaire de la communication. On voit tout de suite que la fonction apprentissage dans un tel schéma, sera réduite. On peut également accorder la priorité à la compétence et dans ce cas adopter une stratégie où la relation est secondaire.

Concevoir une stratégie pédagogique suppose d'avoir identifié les variables liées à l'objectif poursuivi, à l'enseignant

et à l'apprenant, de choisir des situations pédagogiques et des outils en tenant compte de ces variables, de réaliser la gestion optimale en utilisant des procédures de réajustement.

o o o o o o o o o o

- (1) cf P. MEIRIEU - L'école, mode d'emploi - ESF - Paris - 1985
- (2) Les maths ? à quoi bon ? entretien entre S. BARUK et J. T. DESANTI - Les dialogues de France-Culture - Emission de R. PILLAUDIN et J-L CAVALIER.
- (3) Y. CHEVALLARD - La transposition didactique - La pensée sauvage - Grenoble - 1985 - p 21.
- (3) S. CITRON - Une interrogation épistémologique sur la perte de sens dans la culture scolaire - Communication au Colloque national "Sciences anthropo-sociales et sciences de l'éducation" 16 - 18 septembre 1983.
- (4) Y. CHEVALLARD - op. cit.
- (5) M. POSTIC - Observation et formation des enseignants - PUF Paris - 1977 - p 33 ; voir ANNEXE II.
- (6) id. p 193 à 197; l'ANNEXE II est conçue d'après l'étude de M. POSTIC.
- (7) D. HAMELINE - Formuler des objectifs pédagogiques: mode passagère ou voie d'avenir ? - in Cahiers pédagogiques - n° 148-149 - novembre 1976.
- (8) voir plus loin le chapitre "Le développement cognitif".
- (9) G. VERGNAUD - Quelques orientations théoriques et méthodologiques des recherches françaises en didactique des mathématiques - Actes du Colloque PME - vol. 2 - Grenoble - 1981.
- (10) cf. P. BOURDIEU et J-C PASSERON - La reproduction - Editions de Minuit - Paris - 1970.
- (11) cf. J. LAUTREY - Classe sociale, milieu familial, intelligence - PUF - Paris - 1980.
- (12) op. cit. p 241.

II - LE PROCESSUS DE L'ACTE PEDAGOGIQUE: LA STRATEGIE ET SA CONDUITE.

Nous nous situerons ici dans une perspective de différenciation de la pédagogie. Deux sortes de considérations nous poussent à ce choix, les unes psychologiques, les autres sociologiques (1). Le système scolaire propose des formations dont la valeur sociale est inégale. Cette inégalité résulte d'une orientation qui sanctionne l'inégale assimilation d'un même contenu d'enseignement. L'évaluation scolaire fait apparaître une inégalité de compétences dans le présent, et prépare virtuellement l'accentuation de ces inégalités par des destins scolaires différents.

Lorsqu'on dit que tous les enfants d'un même âge reçoivent le même enseignement on oublie des différences décisives: les différences culturelles régionales des lieux où sont implantés les établissements, les différences de moyens et de formation des enseignants, les différences dans le recrutement social des élèves. Même si le programme est identique on ne peut dire que l'enseignement est le même. Par ailleurs force est de constater l'inégale aptitude des enfants à tirer partie d'un enseignement. On peut donc dire avec P. PERRENOUD que c'est "l'indifférence aux différences" qui engendre l'inégalité dans l'apprentissage.

La pédagogie différenciée se propose, non seulement d'être attentive aux différences mais aussi de les identifier, de les qualifier afin de prendre les mesures pédagogiques capables de les surmonter.

(se reporter à l'ANNEXE IV)

1 - Des stratégies pour différencier

"La différenciation de la pédagogie exige des techniques précises. C'est en effet l'articulation rationnelle des besoins propres aux individus et aux populations enseignés, avec les objectifs nationaux posés au terme d'une scolarité obligatoire, qui doit permettre de définir les contenus et les processus adaptés aux situations locales et aux individus. Le premier moment de cette détermination sera donc la connaissance aussi précise que possible des populations qui arrivent à l'école et au col-

lège. Suivront l'adaptation rationnelle des contenus de programme à tel moment du développement individuel et l'utilisation adaptée selon les cas des processus pédagogiques disponibles"

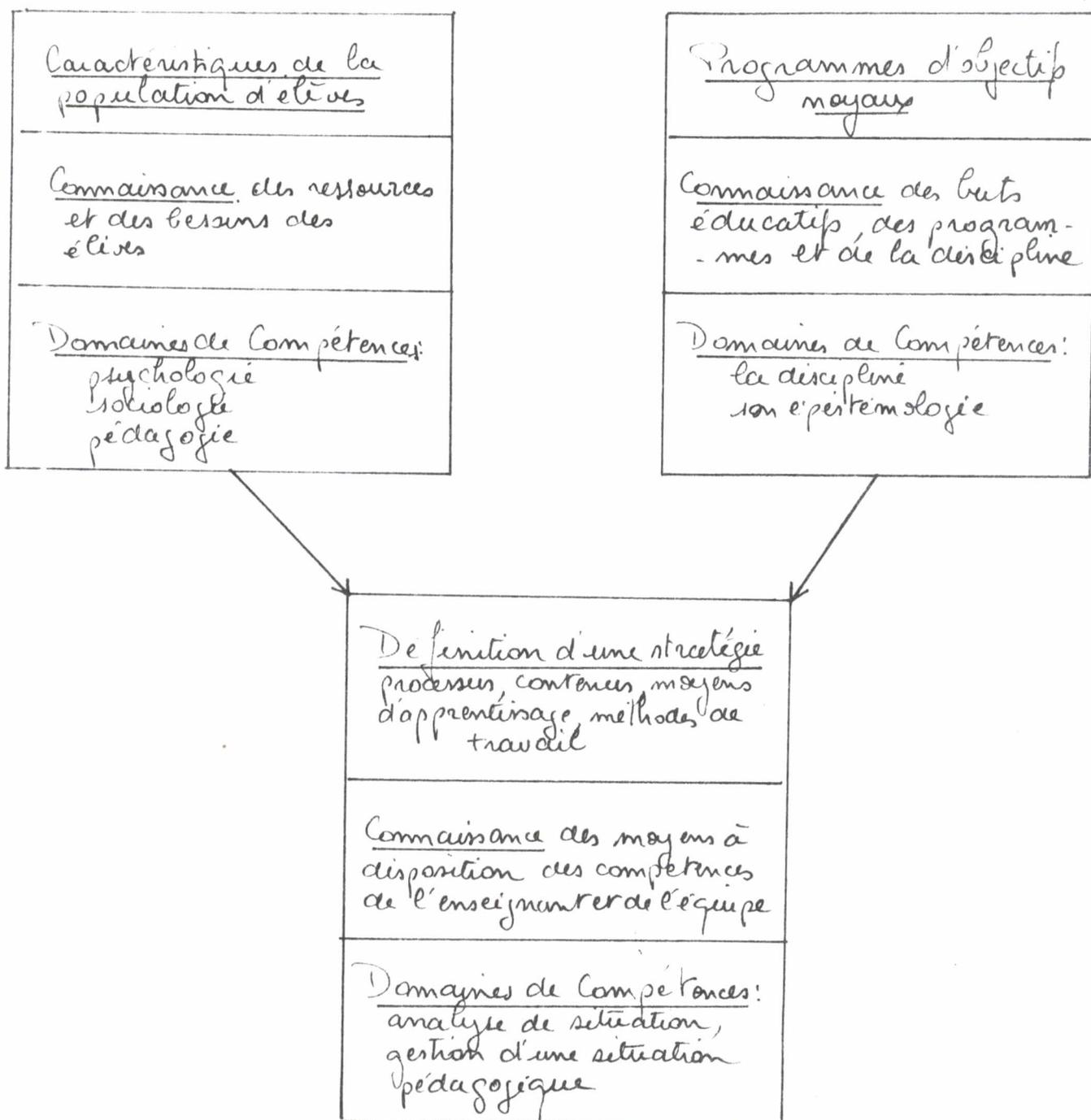
(L. LEGRAND - La différenciation pédagogique - Scambée - CEMEA Paris - 1986 - p 46.)

Dans ces quelques phrases, LEGRAND résume le programme d'action de toute personne qui tente de différencier sa pédagogie:

- connaître les apprenants: connaître l'état de développement de leur intelligence, leurs méthodes de travail, leurs ressources en terme d'aptitudes particulières, leurs habitudes, les savoirs acquis, leurs intérêts...

- différencier les contenus: avec la réforme de 1975 l'unification des programmes du 1° cycle du 2° degré a été à peu près réalisée. Mais en même temps les disciplines de base ont subi une profonde mutation qui les a décrochés d'une utilité sociale immédiate (2). Différencier les contenus oblige à se poser la question de la signification de l'apprentissage pour un élève donné. C'est aussi définir des "programmes d'objectifs noyaux" c'est-à-dire distinguer parmi les compétences à acquérir, celles qui sont essentielles et celles qui sont accessoires. L'enseignement peut alors être organisé selon le modèle "spiralaire" de J. BRUNER: une même notion peut être approfondie par paliers successifs au fur et à mesure du développement de l'apprenant. En définissant des objectifs noyaux on ne pénalise pas les élèves qui ne peuvent pousser un apprentissage plus loin, on ne gêne pas ceux qui le peuvent. Cela suppose d'introduire une souplesse dans les situations pédagogiques telle que les prérequis eux-mêmes seront différenciés.

- différencier les méthodes de travail: c'est jouer sur la diversité, voire la complémentarité des styles personnels des enseignants formant l'équipe pédagogique. C'est aussi varier les situations de groupe, les tâches et les supports. Le professeur peut avoir recours à des "langages" différents (à dominante visuelle ou auditive) (3). Il peut choisir d'aborder une même notion dans des contextes disciplinaires différents ou bien avec l'aide de l'équipe pédagogique varier les approches disciplinaires. Enfin il peut choisir des situations relationnelles multiples: celles où la relation au maître domine, celles où la relation avec des pairs est essentielle.



2 - Les moments de la stratégie

La mise au point d'une séquence pédagogique relève d'une logique de l'action dont nous allons décrire les étapes fonctionnelles. L'ordre de ces étapes n'est pas forcément identique à l'ordre chronologique, encore que l'exigence de cohérence oblige à s'en rapprocher. Toutefois les contraintes qui pèsent sur l'acte pédagogique conduisent parfois l'enseignant à en bouleverser l'ordre: par exemple le manque de clarté des objectifs conduit parfois à poser d'abord la situation d'apprentissage et à partir de son analyse, inférer les objectifs qui la

gouvernement. Mais cette procédure devrait rester exceptionnelle en raison des risques de déviation qu'elle comporte.

2-1 - formuler les objectifs pédagogiques (4)

Au niveau d'une séquence pédagogique, les objectifs devront être les plus précis possible pour, en décrivant le résultat attendu, servir de guide, d'outil de régulation de l'action. L'objectif doit décrire ce que l'apprenant sera capable de faire (performance) à l'issue de l'apprentissage, et dans quelles conditions. Il devra décrire les caractéristiques de cette performance et le niveau d'exigence qui lui sera appliqué. Un tel objectif est appelé "objectif opérationnel". Il comporte habituellement des indications sur la situation d'apprentissage et/ou sur la situation d'évaluation. Il se distingue de l'intention du maître en ce qu'il est centré sur l'activité de l'élève.

A un niveau de généralité plus élevé, sont définis les objectifs spécifiques qui renvoient au caractère disciplinaire des apprentissages, aux "compétences" qui s'actualisent dans la "performance" (5) décrite par les objectifs opérationnels. L'articulation entre objectif spécifique et objectif opérationnel pose le problème de la validité et de la fidélité de la performance par rapport à la compétence: le comportement attendu de l'élève donne-t-il une bonne image de la compétence qu'il est supposé acquérir ? La plupart du temps la performance n'est qu'une actualisation partielle de la compétence. Seul le savoir-faire du professeur ainsi que son expérience seront les garants de cette adéquation.

Les objectifs généraux décrivent le plus souvent une compétence à un niveau global, dans un cadre soit disciplinaire, soit interdisciplinaire, soit transdisciplinaire (6). Ils renvoient le plus souvent à des compétences visées à travers tout un programme (connaître, comprendre, s'exprimer, utiliser des techniques).

Les objectifs peuvent être classés selon leur ressemblance par domaines: domaine cognitif (qui recouvre les compétences liées à la connaissance, la compréhension, l'application, l'analyse, la synthèse et l'évaluation), le domaine socio-affectif (qui recouvre les attitudes de réception, de réponse, de valorisation, d'organisation et de caractérisation), le domaine psycho-moteur (qui recouvre les activités motrices sous l'aspect de l'imitation, de la manipulation, de la précision, de la struc-

turation, de la création d'habitudes et de l'intériorisation) (7). Une des utilités des taxonomies (classement d'objectifs) est de permettre de s'assurer lorsqu'on formule un objectif, qu'il recouvre bien la totalité de l'apprentissage visé. On a tendance à oublier dans l'école française, que les objectifs cognitifs sont rarement isolables et que même un apprentissage mathématique met en oeuvre des compétences sociales, affectives et motrices.

La recherche des prérequis en terme d'objectifs préalables à l'apprentissage visé est facilitée si on a pris soin d'être précis dans la formulation des objectifs opérationnels. Cependant leur estimation reste du domaine de l'expertise. Pour ce faire le professeur fait intervenir de façon complexe l'idée qu'il se fait de l'élève (peut-il anticiper sur certains apprentissages ? sait-il bien utiliser ce qu'il connaît ?) et ses propres choix idéologiques quant au choix du modèle de l'apprentissage qui va lui servir de référence (modèle cumulatif le plus courant mais le plus éloigné des modèles scientifiques, modèle génétique de PIAGET ou de WALLON, modèle spiralaire de BRUNER...) De toute façon, il n'y pas d'évidence des prérequis derrière laquelle pourrait s'abriter un choix pédagogique.

Il est bon par ailleurs, de se préoccuper de la signification de l'apprentissage pour l'élève. Par exemple de l'aider à répondre à la question: quelle classe de problèmes puis-je résoudre à l'aide de ce théorème ? On peut aussi envisager l'attitude intérieure qui sera requise: par exemple mobilité de la perception dans un problème de géométrie dans l'espace. Enfin , à partir de l'expérience acquise on peut imaginer les principales méthodes de travail susceptibles d'être utilisées par les élèves. Toutes ces anticipations aideront le professeur, le moment venu à guider, orienter, débloquer la recherche.

QUESTIONS A SE POSER

- Quelle est la performance attendue chez l'élève ?
- Dans quelles conditions ?
- Comment cette performance se situe-t-elle par rapport aux compétences disciplinaires figurant au programme et qu'exige-t-elle comme acquis préalables ? (place dans la progression)
- Quelle est mon intention à travers cet apprentissage ?

- Quel peut être le sens pour l'élève, de cet apprentissage?
- A quelles attitudes et méthodes de travail vais-je principalement faire appel ?

2-2 - définir les activités de l'élève

Une fois connu l'objectif, il devient plus facile de décrire exactement l'activité de l'apprenant (8):

- activité d'expression: le sujet communique ses émotions, parle de son vécu, expose ses difficultés;

- activité de production technique: le sujet cherche à atteindre un effet utile sur les personnes ou sur les choses;

- activités cognitives: le sujet cherche à comprendre le milieu physique ou humain, à tirer des conclusions de son expérience;

- activités cognitives "métalinguistiques": le sujet structure les instruments de la connaissance et met à jour leurs lois de fonctionnement.

Les mathématiques font prioritairement appel aux activités métalinguistiques. Mais il reste loisible au professeur de susciter d'autres activités: exprimer les difficultés rencontrées en même temps qu'on analyse une stratégie de résolution de problème par exemple. On trouvera dans l'ANNEXE VI une autre classification d'activités qui ont été mises en relation avec les objectifs figurant dans les taxonomies.

QUESTIONS A SE POSER

- Quelle va être l'activité de l'élève pendant cette séquence
- Ai-je bien distingué l'activité d'apprentissage de l'application et de l'évaluation ?

2-3 - décrire la situation pédagogique

La situation pédagogique est un ensemble complexe que le professeur conçoit dans un raccourci synthétique en fonction de ses habitudes, de l'estimation des contraintes matérielles, de temps, de programme, en fonction de sa représentation des élèves, de leur niveau, de leur motivation, en fonction aussi parfois de son humeur et de ses intérêts immédiats. Il est cependant utile d'analyser les variables qui entrent dans la composition de ce tout complexe et de savoir dans quelle mesure leurs variations permettent d'ajuster au mieux les situations pédagogiques au projet de différencier.

- variable contenu ou connaissance désigne ce dont il sera question dans la leçon, sur quel objet portera la communication. La connaissance peut être de plusieurs ordres: information, concept (abstraction, idée qui recouvre plusieurs objets réels), règle ou algorithme (procédé), loi. Le contenu du cours entraîne certaines caractéristiques de la situation pédagogique: présenter un concept entraînera principalement une activité de définition de la part du professeur, tandis que faire acquérir un procédé de calcul obligera à mettre en place un entraînement pour l'élève. Cependant la considération du niveau de l'apprenant peut modifier ces correspondances: à un niveau trop faible, un théorème ne pouvant être compris devient une simple information.

<u>contenu</u>	<u>activité dominante de l'élève</u>	<u>activité dominante du professeur</u>
information	réception mémorisation	communication
concept	compréhension	définition
règle, procédé	entraînement	description
loi	découverte	orienter la recherche formaliser la loi

- variable guidance/variable organisation du groupe

Nous entendons par guidance le degré de conduite prévu par l'enseignant: par exemple le fait qu'une situation comporte ou non des passages obligés, des tâches ou des productions nécessaires, que l'élève doit accomplir du fait même de la conception du cours. La situation la moins guidée est la situation impositive (cours magistral devant un groupe-classe), où bien que le professeur ait prévu complètement l'information à transmettre, l'élève reste maître de sa démarche intellectuelle et éventuellement de son inattention. La situation la plus guidée est celle de l'individualisation où l'élève doit suivre les phases du travail prévu par le maître à partir de documents spécialement conçus. Cette guidance suppose de la part de l'enseignant une forte anticipation du processus d'apprentissage et une lourde préparation de documents de travail. Dans une certaine mesure

le travail autonome est aussi une situation fortement guidée même si les groupes jouissent d'une grande autonomie dans l'exécution de leur tâche. De fait les modalités de travail sont prévues avec précision par le professeur pour rendre compatibles et cohérentes les démarches des sous-groupes. Entre les deux extrémités représentant des degrés de guidance plus faibles, on trouve la maïeutique (9) et l'apprentissage en groupe (10). Lorsqu'on examine les combinaisons possibles des deux variables, on constate qu'elles ne sont pas totalement indépendantes, comme le montre le tableau suivant:

degré de guidance à déterminer	interactivité					
	à déterminer	impairtief	groupe d'apprentissage	maïeutique	travail autonome	travail individuel
INDIVIDUEL	~	chaque élève est seul face au maître	assimilation individuelle	découverte assimilation individuelle	assimilation de méthodes de travail	démarche assimilation individuelle
GRUPE CLASSE (collectif apparent)		↑ cours magistral	↑ donner les consignes restituer reformuler	↑ questionne- ment mené par le profes- -seur	↑ donner les consignes restituer réguler	
Sous GRUPE (toutes commu- -nications)				travail organisé sur la base du conflit socio cognitif découverte		découverte d'une métho de de travail

Par interactivité nous désignons le fait que la situation est prévue, organisée et conduite pour favoriser au maximum les échanges (interactions) entre élèves à propos de la tâche et sur le contenu. Une véritable interaction suppose qu'il y ait "conflit socio-cognitif" (11) c'est-à-dire confrontation de points de vue, de représentations et de savoirs entre pairs (enfants de niveau comparable mais relativement hétérogène) afin d'arriver par réajustements successifs à une connaissance plus juste et non-contradictoire. Le rôle de l'enseignant est alors de garantir:

- que l'évaluation porte bien sur les acquisitions individuelles et pas seulement sur la réalisation du projet de groupe;

- que les élèves disposent d'un minimum de langage commun leur permettant de communiquer;

- que l'apport de chaque membre du groupe trouve sa place, que le mode de fonctionnement implique tout le monde de telle façon que la participation de chacun soit nécessaire au travail collectif (12).

Le repérage du jeu des variables de guidance et d'organisation de groupe doit être mis en relation avec le type d'exigence impliqué par l'objectif. D. HAMELINE distingue trois types d'objectifs (13):

- objectif à dominante de maîtrise: où la performance exigée de l'apprenant est entièrement observable dans le cadre pédagogique;

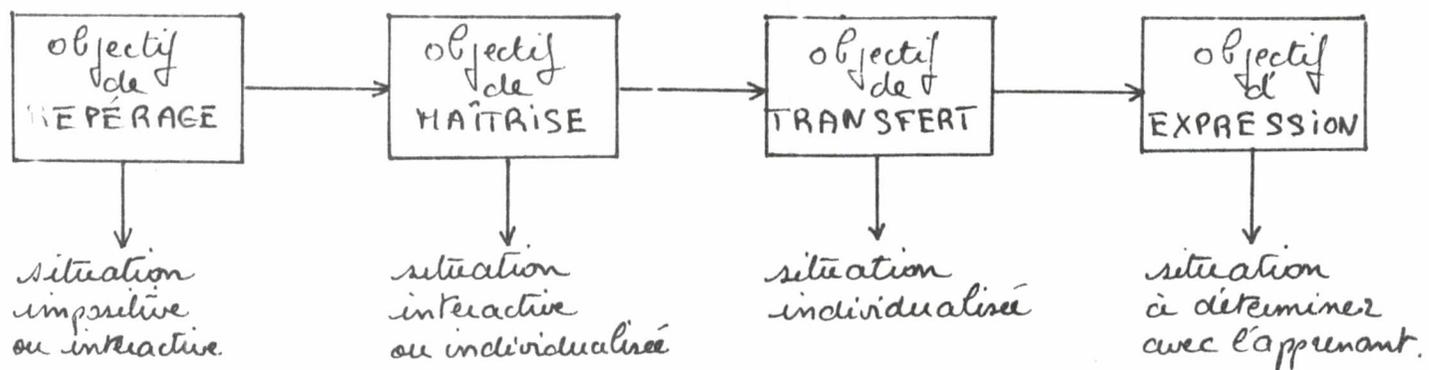
- objectif à dominante de transfert: qui vise à réutiliser une compétence acquise, à moyen terme, dans un autre contexte;

- objectif à dominante d'expression: qui vise à mettre en oeuvre une compétence dans la réalisation d'un projet original différent des conditions d'apprentissage (les "problèmes ouverts" ou problèmes de recherche libre comportent une partie d'objectifs d'expression).

P. MEIRIEU ajoute à cette liste (14):

- objectif à dominante de repérage: qui vise essentiellement à découvrir un problème, une notion, identifier un phénomène pour engager un processus de maîtrise.

On peut ainsi établir une correspondance entre les types d'objectifs et les modalités d'organisation de la situation pédagogique (15):



- variable outil et aide pédagogiques

Nous ne passerons pas en revue les différents outils dont dispose un enseignant, de la parole à la technologie audiovisuelle ou informatique. Nous essaierons plutôt d'identifier les différentes fonctions que peut avoir un outil dans un processus d'apprentissage:

- fonction de sensibilisation: alerter l'élève, fixer son attention, faire apparaître un problème, orienter une recherche. Il doit être clair, attractif et centré précisément sur le problème;

- fonction de découverte: point d'appui de l'activité de l'élève, il doit être assimilable, lisible facilement, transformable (par exemple il doit comporter des plages blanches pour que l'élève puisse prendre des notes, réaliser un brouillon);

- fonction d'information: il transmet une information et doit donc être d'accès facile, identifiable (comporter des indices qui permettent de le relier à une leçon), structuré pour favoriser la mémorisation. Il peut compléter l'information donnée par le professeur, dire la même chose sous une autre forme (redundance), illustrer, concrétiser, prolonger (montrer d'autres aspects de l'information qui ne seront pas approfondis), accompagner (donner un support visuel au discours), servir de cadre à la restitution de travaux d'élèves...

- fonction d'application et/ou de transfert: le document sert de support à l'utilisation d'un savoir acquis. Il ne doit pas introduire trop d'éléments parasites qui seraient autant d'obstacles au transfert ou à l'application: énoncés trop longs, difficiles à comprendre, approche totalement différente du savoir. Il doit se limiter aux apprentissages visés ou à ceux qui lui leur sont immédiatement liés;

- fonction d'évaluation: il sert à vérifier la mémorisation (QCM), et/ou la compréhension (analyser une notion), et/ou la capacité à la mettre en oeuvre pour résoudre un problème. Il doit être calibré par rapport à l'apprentissage défini et obliger l'élève à faire appel aux compétences que l'on veut tester;

- fonction d'encadrement et de guidance du travail: c'est la fiche de travail qui permet au groupe de s'organiser (travail autonome), la fiche de travail individualisée, contrat personnalisé, contrat collectif (16), tableaux d'objectifs, récapitulatifs d'évaluation, consignes de travail...Ce type de document doit être clair, précis, complet et permettre à l'élève de se faire une idée de ce qui est attendu de lui. Cependant il ne doit pas être trop long pour faciliter la compréhension et pour que l'élève puisse s'y référer en permanence s'il accomplit une tâche longue. Il doit figurer sur un support stable à l'exclusion de la parole et de l'image audiovisuelle.

QUESTIONS A SE POSER

- Quel est le degré de cohérence entre le contenu choisi, l'organisation du groupe, la guidance, les outils, par rapport à l'objectif visé ?

- Quel est le poids relatif des contraintes d'espace, de temps, du nombre d'élèves, de matériel etc et des objectifs fixés ? Ai-je dénaturé mon intention pédagogique ? Sur quoi ont porté les modifications par rapport à un projet "idéal" ?

- Quel est le degré de pertinence de mon projet par rapport aux élèves ?

- Suis-je capable d'assumer dans les détails les choix pédagogiques que j'ai faits ? (par exemple, niveau de bruit plus élevé dans le travail de groupe que dans le cours magistral, initiative des élèves dans la recherche...)

2-4 - Elaborer un dispositif d'évaluation

La question de l'évaluation est à se poser dès la conception de la stratégie pédagogique car nous verrons que contrairement à une pratique courante, elle n'est pas forcément l'acte terminal d'une séquence. En tant que processus qui aboutit à énoncer un jugement de valeur (17), elle peut être le résultat d'une procédure qui accompagne le dispositif pédagogique tout au long de son déroulement.

Elle peut revêtir plusieurs formes selon son degré d'expli-

citation:

- degré le plus faible d'explicitation (évaluation implicite) seul l'effet est connu - c'est-à-dire l'utilisation du jugement de valeur produit par l'évaluation -. La façon dont ce jugement est produit reste obscure.

- à un niveau intermédiaire, l'évaluation spontanée, le jugement n'est explicité qu'à travers son énoncé. Le plus souvent ces évaluations sont produites sans méthodologie particulière et prennent souvent la forme d'opinions subjectives. Ce sont par exemple les opinions formulées dans les couloirs par les stagiaires sur la formation, l'appréciation globale sur la réussite d'un apprenant.

- l'évaluation la plus explicitée (évaluation instituée) met en oeuvre des instruments méthodologiques, les personnes qui la promeuvent sont habilitées pour le faire et le résultat a une utilisation sociale connue. Cette forme tend à rendre le processus indépendant des acteurs (apprenants, formateurs, utilisateurs) qui la pratiquent par l'objectivation de ses différentes composantes.

- Que peut-on évaluer ?

L'évaluation peut aussi bien porter sur les personnes en formation que sur l'action pédagogique elle-même. Dans la premier cas elle porte un jugement sur un état de l'apprenant à un moment donné de son évolution (degré de compétence), ou sur son rôle social (degré de conformité avec l'attente: c'est un bon élève). Dans le second cas, le jugement porte sur le changement produit (passage du formé d'un état à l'autre). Le formé est considéré comme le symptôme de la formation (18). Mais le formateur est aussi concerné dans sa capacité à favoriser le changement du formé. Pour clarifier une évaluation il importe donc de dire quel est son objet, qui est concerné par elle.

- Quelles sont les composantes de l'évaluation ?

Le jugement de valeur s'énonce à partir d'informations recueillies qui sont censées donner une image fiable de la compétence de la personne ou de l'action de formation: cette information sera nommée "référé" (19). Il se constitue à travers l'énonciation d'un certain nombre d'indicateurs. Dans certains cas on considérera que parvenir au résultat d'un calcul sera un indicateur suffisant de la compétence visée, dans d'autres cas on estimera au contraire que la démarche choisie prime le résultat. Le référé peut se constituer de plusieurs façons:

par le recueil de données déjà existantes (dossier scolaire par exemple), par l'observation in situ, par le questionnement direct de l'apprenant (entretien). Les résultats de cette recherche de l'information peuvent être exprimés par la notation chiffrée, mais aussi sous d'autres formes non quantitatives. Il faut bien remarquer que l'expression des résultats ne tient pas lieu de jugement de valeur: "mesurer n'est pas évaluer, l'évaluation n'implique pas forcément mesure " (20).

Le jugement de valeur s'énonce par rapport à une idée anticipatrice de ce que devrait être la compétence acquise ou une image de ce que devrait être une bonne formation: c'est le "réfèrent" (21). Il a un rôle instrumental. Il est constitué par les objectifs, les normes ou critères qui les accompagnent, les points de repères qui définissent la performance. Les critères renvoient aux normes auxquelles on se référera pour dire qu'un élève a compris, qu'une formation est réussie. Pour ce qui concerne l'évaluation de la performance d'un apprenant on peut distinguer deux sortes de critères (22):

- critères procéduraux ou critères de réalisation qui indiquent le type de démarche attendue (démonstration, justification, récitation...);

- critères de réussite qui qualifient le résultat de ces démarches. Ce sont en général, la pertinence (adéquation, correspondance du résultat avec l'énoncé du problème par exemple), la complétude (tous les éléments de la réponse sont présents), l'exactitude (la réponse est juste), la cohérence (il n'y a pas de contradiction dans la démarche), l'originalité (l'apprenant a fait preuve de créativité).

Les personnes qui participent au processus d'évaluation ont des statuts différents qui entraînent des rôles différents. Le plus souvent cela se traduit par une implication plus ou moins grande dans la définition du référé et du réfèrent ou par une maîtrise plus ou moins grande de leur contenu. En réalité l'évaluation est un moment où se repèrent les rapports de force internes à la formation; qui connaît le mieux les composantes de l'évaluation ? qui en utilise les résultats ? Dans la plupart des établissements scolaires c'est le professeur qui cumule ces pouvoirs. Or plus l'élève participe à la définition des composantes, plus il lui est loisible de réguler lui-même son effort, plus il lui est facile d'analyser ses propres erreurs et de

les redresser, plus il prend en compte les procédures et les démarches et progresse vers une maîtrise méthodologique de la discipline considérée. Corrélativement sa motivation croît ainsi que son autonomie.

- Quelles sont les fonctions de l'évaluation ?

Cette forme d'évaluation, où l'élève est entraîné à manier les composantes de l'évaluation est appelée "évaluation formatrice" (23). L'évaluation "formative" a pour fonction essentielle de réguler l'apprentissage en permettant à l'élève de mesurer l'effort qui lui reste à fournir pour atteindre l'objectif, au professeur de se rendre compte si la stratégie adoptée est efficace. Pour jouer ce rôle, elle est presque obligatoirement "critériée": elle fait apparaître clairement une analyse de la performance telle que formateur et apprenant savent quels aspects de la performance sont positifs, lesquels sont négatifs. Par opposition l'évaluation "sommative" ne cherche qu'à établir des bilans globaux au terme d'un apprentissage. Elle a pour but d'étayer un constat non de réguler une action. Elle renvoie à une norme (évaluation "normative") soit interne au groupe d'élèves, soit externe par rapport aux performances moyennes d'une classe d'âge par exemple.

On comprend maintenant pourquoi la conception de l'évaluation doit être contemporaine de celle du dispositif. Elle lui est intimement liée comme un processus de régulation interne si nous la voulons formative, elle est objet d'apprentissage si nous la voulons formatrice.

QUESTIONS A SE POSER

- Quels sont les éléments descriptifs de la compétence visée à travers la séquence pédagogique (indicateurs) ?
- Quels sont les critères et les degrés d'exigence qui me permettront de qualifier la performance ?
- Qu'est-ce que j'attends de l'évaluation par rapport à la conduite de la formation (fonction de l'évaluation) ?
- Sur quoi va porter l'évaluation, les compétences des élèves? le dispositif pédagogique ?

En conclusion nous pouvons décrire une séquence de pédagogie différenciée comme une succession de phases ordonnées par des objectifs d'apprentissage communs (24):

- la phase de découverte, où le contenu de l'apprentissage est présenté et les élèves positionnés par rapport à cette nou-

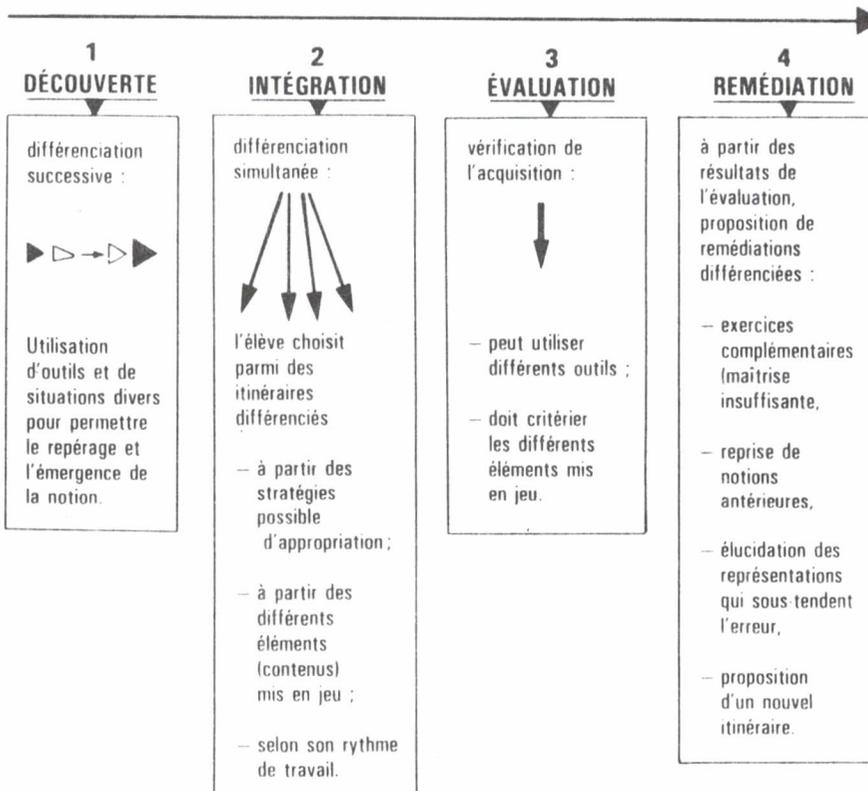
velle connaissance. Le mode de différenciation qui prédomine dans cette phase est la différenciation successive où le professeur peut utiliser l'une après l'autre différentes approches, chacune susceptible de convenir plus à certains élèves qu'à d'autres;

- la phase d'intégration ou d'apprentissage proprement dit où le mode de différenciation est plutôt simultané. Les élèves peuvent s'approprier le savoir de la façon la plus efficace pour eux, le professeur proposant des modalités de travail variées équilibrant ressources et besoins par rapport à l'apprentissage considéré;

- la phase d'évaluation où sera vérifiée l'acquisition;
- la phase de remédiation qui sera obligatoirement différenciée en fonction des résultats de l'évaluation et des hypothèses que l'enseignant sera amené à faire à leur propos.

**PROPOSITION D'UNE SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE
EN PÉDAGOGIE DIFFÉRENCIÉE**

**Objectif
d'apprentissage**



(1) P. FERRENOUD - Des différences culturelles aux inégalités scolaires: l'évaluation et la norme dans un enseignement différencié in L'évaluation formative dans un enseignement différencié - P. Lang - Berne - 1981 - p 20 à 55.

(2) cf. ANNEXE V

(3) cf. A. de LA GARANDERIE - Les profils pédagogiques - Le Centurion - Paris - 1980.

(4) les usages et les définitions diffèrent d'un auteur à l'autre. Pour notre part nous préférons l'usage présenté ci-après car c'est celui qui nous semble entraîner le moins de contradictions sur le plan théorique tout en n'introduisant pas trop d'échelons intermédiaires entre le modèle théorique et la pratique.

(5) compétence/performance: en linguistique (grammaire générative) ce couple de concepts désigne le comportement linguistique d'une personne qui parle; la compétence est le savoir linguistique, la performance est la réalisation concrète de ce savoir dans des actes de communication. La compétence ne peut s'observer directement tandis que la performance constitue la partie observable du comportement linguistique. De même en pédagogie la compétence désigne le savoir qui rend possible la performance. Mais seule la performance est observable et évaluable. Nous préférons utiliser ces termes plutôt que la notion de capacité dont le contenu, du fait des multiples connotations philosophiques qu'il comporte, reste flou et peu stable d'un auteur à l'autre.

(6) ici interdisciplinaire renvoie à des objectifs qui mobilisent plusieurs disciplines à la fois: par exemple, analyser les rapports entre énergie et société concerne à la fois les sciences physiques, les sciences naturelles et les sciences humaines. Par contre transdisciplinaire désigne des objectifs non disciplinaires mais qui sont mobilisés ^{dans} n'importe quel apprentissage: par exemple connaître et utiliser le raisonnement par induction ne figure en tant que tel dans aucun programme mais il est utile dans toutes les disciplines.

(7) parmi ces classements par domaine ou taxonomies les plus connus sont ceux de BLOOM (domaine cognitif), KRATHWOHL (domaine socio-affectif) et GUILFORD (domaine psycho-moteur). Cf. C. BIRZEA - Rendre opérationnels les objectifs pédagogiques - PUF Paris - 1970.

(8) classification des activités de JAKOBSON.

(9) maïeutique: art de faire découvrir à un interlocuteur par une série de questions un savoir dont il possède déjà les éléments:

- (10) pour les différentes formes de groupe voir ANNEXE VI bis;
- (11) cf. A-N PERRET-CLERMONT - La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale - P. Lang - Berne - 1979.
- (12) d'après P. MEIRIEU - L'école mode d'emploi - ESF - Paris 1985 - p 110.
- (13) cf. D. HAMELINE - Les objectifs pédagogiques - ESF - Paris 1979.
- (14) cf. P. MEIRIEU - op. cit. p 113.
- (15) schéma d'après P. MEIRIEU - op. cit. p 114.
- (16) voir ANNEXE VI ter.
- (17) cf. J-M BARBIER - L'évaluation en formation - PUF - Paris 1985.
- (18) A. COLLOT - Les objectifs en pédagogie - in Education permanente - N° 41 - 1977.
- (19) cf. J-M BARBIER - op. cit. p 65.
- (20) id. p 72.
- (21) id. p 73.
- (22) G. NUNZIATI - Pour construire un dispositif d'évaluation formatrice - Document de travail - septembre 1986.
- (23) id.
- (24) P. MEIRIEU - op. cit. p 142.

DEUXIEME PARTIE

NECESSITE DU DIAGNOSTIC PEDAGOGIQUE DANS UNE PRATIQUE DE DIFFERENCIATION

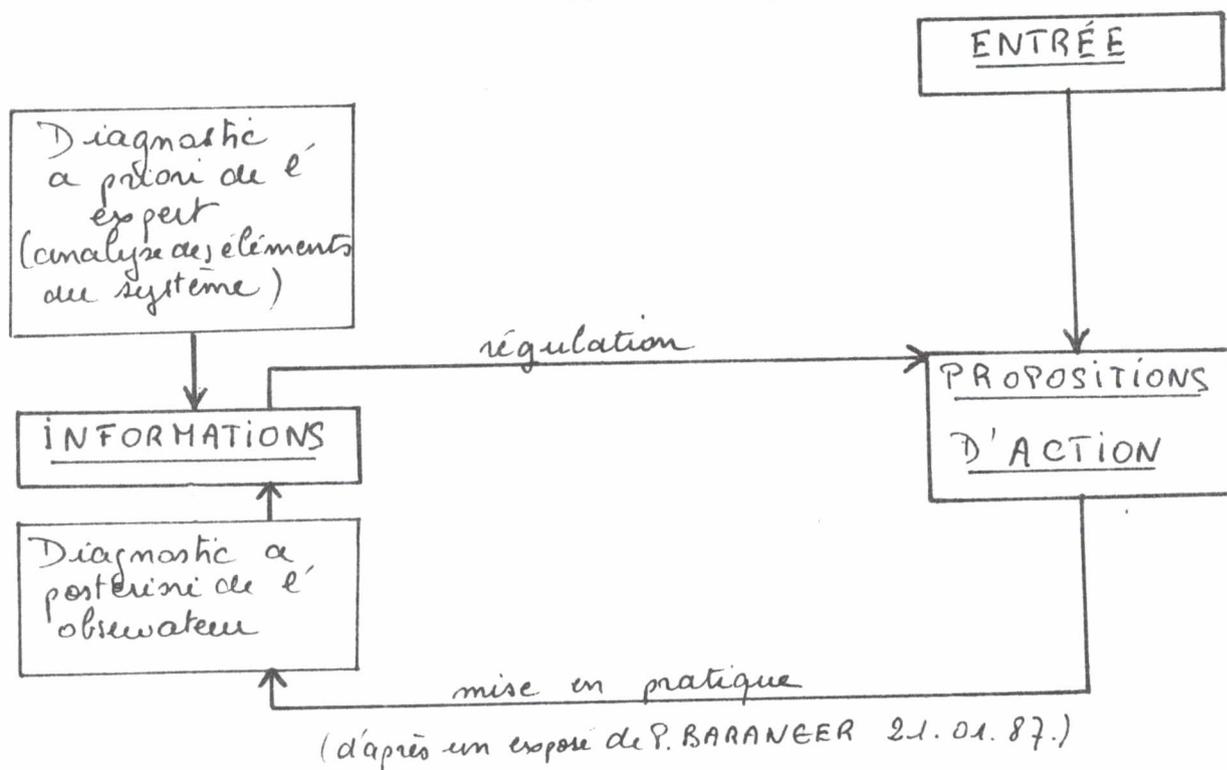
Nous venons d'examiner l'acte pédagogique sous son double aspect structural et dynamique en essayant de mettre en évidence ses cohérences propres et son mode de rationalité. Il nous reste à déterminer de quels points d'appui dispose l'enseignant dans la conception et la conduite d'une stratégie de différenciation.

Si différencier revient à établir une relation cohérente entre les objectifs poursuivis d'une part et les caractéristiques des individus à former d'autre part en utilisant les multiples ressources que comportent les diverses situations d'apprentissage possibles, alors l'activité cruciale de l'enseignant sera l'établissement du diagnostic, condition de possibilité de cette adéquation. Par activité de diagnostic nous entendons une activité "qui correspond au recueil de toutes les informations permettant d'élaborer une séquence pédagogique" (P. VERMERSCH - Une application de la théorie opératoire de l'intelligence de PIAGET aux problèmes de formation - in Education Permanente - N° 51 - 1979 - P 3). Nous distinguerons avec P. VERMERSCH deux principaux aspects du diagnostic:

- diagnostic a priori ou point de vue de l'expert: c'est celui qui se situe en amont de la conception et de la réalisation d'une séquence. Il tient compte du but fixé par les instructions officielles, les programmes et les habitudes et pratiques professionnelles. Il repose sur la connaissance de la matière à enseigner et sur l'image que l'enseignant se fait des apprenants. Ce type de diagnostic procède des connaissances accumulées auparavant et/ou de l'expérience passée. C'est en ce sens que l'on peut parler de diagnostic d'expert, car comme dans toute expertise la qualité du diagnostic sera largement fonction de la capacité du professeur à utiliser au mieux connaissances et expérience accumulées. Cette forme de diagnostic vise à répondre aux questions que nous avons posées dans la première partie §2: "Décrire une stratégie pédagogique".

- diagnostic a posteriori ou point de vue de l'observateur: c'est celui qui se situe après une première séquence où l'apprenant a réalisé une tâche et avant une deuxième appelée "remédiation" qui tiendra compte des difficultés, des erreurs et

et des lacunes manifestées lors de l'exécution de la tâche. Dans cette forme de diagnostic, l'enseignant se centre sur l'activité cognitive de l'élève: quelle est la nature des difficultés qu'il a rencontrées ? Les réponses qu'il a fournies reflètent-elles la compétence qu'on voulait lui voir acquérir ? Quelle a été sa démarche ? Nous centrerons notre réflexion, dans cette deuxième partie, sur cette forme de diagnostic, outil de régulation interne d'un processus d'apprentissage.



Nous essaierons de fixer les caractéristiques et les limites du diagnostic a posteriori et de préciser les orientations d'une pratique.

1 - Caractéristiques de l'activité de diagnostic.

Au contraire de l'explication causale qui vise à rendre compte de l'enchaînement logique des faits, le diagnostic tend à établir des significations. Il ne repose pas sur une démarche hypothético-déductive mais sur une démarche interprétative. Sous ses deux formes, il suppose que l'information recueillie a valeur de signes. Les conclusions de l'expérience du professeur, les erreurs de l'élève sont autant de symptômes qu'il faut déchiffrer: pourquoi la formation a-t-elle eu de tels effets en telles circonstances ? Pourquoi l'élève s'est-il trompé de cette façon ? Il s'agit de retrouver la rationalité cachée quand bien même les faits paraissent illogiques et l'erreur absurde.

2 - Orientations pour une pratique.

Pour le pédagogue comme pour le psychanalyste, le diagnostic

s'inscrit dans un acte d'écoute. Il ne peut s'établir si le pédagogue n'est pas "présent" à l'apprenant, c'est-à-dire s'il n'est pas réceptif aux différents signes que l'élève manifeste à travers son comportement; s'il normalise et juge trop vite et par là s'interdit de considérer la réalité telle qu'elle est; s'il n'établit pas un lien positif avec l'élève tel que sa propre expérience d'apprenant puisse lui servir de guide dans la compréhension du fonctionnement mental de celui-ci.

L'interprétation est inséparable d'une communication verbale qui permet de faire affleurer à la conscience les mécanismes mentaux qui, le plus souvent, restent non-identifiés. Nous n'iront pas jusqu'à parler d'"inconscient cognitif" (1) car les démarches intellectuelles ne relèvent pas à proprement parler de l'inconscient tel que le définit FREUD. Cependant, force est de constater qu'il existe une sorte de "résistance" des processus mentaux à devenir conscients. Les erreurs, les obstacles à la connaissance opposent une opacité à l'investigation. Ils sont difficiles à déstructurer et il ne suffit pas de les désigner ni de les nommer pour qu'ils disparaissent. Tout se passe comme s'il fallait, par un long travail les amener à la conscience de l'apprenant par une démarche faite en toute liberté et de façon délibérée. C'est ce qui autorise BACHELARD (2) à parler d'une véritable "psychanalyse de la connaissance" et à recommander aux professeurs de sciences de ne rien faire apprendre sans, en même temps détruire les notions non-scientifiques qui préexistent dans la tête de l'élève.

3 - Limites de l'interprétation

Aucune interprétation ne parvient à épuiser le sens de la réalité sur laquelle elle porte. L'enseignant devra donc renoncer à croire son point de vue exhaustif. C'est d'ailleurs une des raisons pour lesquelles le travail d'équipe se révèle indispensable en pédagogie: il permet de contrôler des points de vue qui risquent de se stéréotyper, de multiplier les approches et d'enrichir les interprétations. Celles-ci ne sont pas données une fois pour toute. L'introduction de nouveaux éléments, l'évolution des relations avec l'apprenant, des circonstances nouvelles sont autant de raisons de réviser une interprétation. L'enseignant devra renoncer également à poser un diagnostic une fois pour toute. Il devra considérer l'élève comme un sujet en évolution et l'apprentissage comme un processus dynamique.

Enfin les significations sont multiples car il existe plusieurs façons d'interpréter un même symptôme selon la thérapeutique dont on dispose.

L'enseignant peut s'appuyer sur plusieurs corps de connaissances. En premier lieu sur la psychologie en tant qu'elle permet de connaître l'évolution de l'intelligence ainsi que son fonctionnement, sur la sociologie en tant qu'elle met à jour les déterminations sociales de l'apprentissage, sur l'épistémologie en tant qu'elle décrit comment se structure la connaissance et sur la pédagogie proprement dite en tant qu'elle permet d'établir les caractéristiques d'une démarche d'apprentissage. Quant il établit un diagnostic, l'enseignant accomplit un va et vient entre la pratique qui lui fournit les informations et la théorie qui lui procure les modèles qui vont étayer son interprétation.

o o o o o o o o o o

Les indices à partir desquels, il travaille sont essentiellement constitués par les erreurs et les difficultés rencontrées par les élèves. L'apprenant qui se trompe, tel le Petit Poucet, sème sur sa route de petits cailloux blancs qui permettent de reconstituer son itinéraire. Nous avons choisi de faire porter le diagnostic sur trois sortes d'erreurs pour lesquelles nous disposons d'appuis théoriques susceptibles d'aider à l'interprétation:

- celles qui sont dues à des images affectives, des représentations, des pseudo savoirs qui font obstacle à l'apprentissage;
- celles qui sont dues à l'état de développement de l'intelligence de l'élève;
- celles qui sont dues au fonctionnement mental en général et à la façon dont un sujet précis procède pour connaître.

(se reporter à l'ANNEXE VII)

o o o o o o o o o o

(1) J. PIAGET - Les relations entre l'affectivité et l'intelligence dans le développement mental de l'enfant - Cours en Sorbonne. - 1954

(2) C. BACHELARD - La formation de l'esprit scientifique: contribution à une psychanalyse de la connaissance objective - Vrin Paris - 1967.

I - POINTS D'APPUI THEORIQUES POUR L'INTERPRETATION DES ERREURS DUES A DES "REPRESENTATIONS" PERSONNELLES OU COLLECTIVES QUI FONT OBSTACLE A LA CONNAISSANCE.

1 - Les obstacles épistémologiques.

"Avant la science il n'y avait pas rien" (1). L'apprenant quel qu'il soit, adulte ou enfant a des intuitions préalables à tout apprentissage, des idées toutes faites, des images plus ou moins organisées, et plus ou moins cohérentes. Elles sont approximatives et constituent des systèmes explicatifs morcelés, éventuellement contradictoires. Elles sont de l'ordre de l'opinion et résistent à la démonstration et à la preuve: en matière d'opinion il n'y a ni vrai ni faux.

On peut opposer les caractéristiques de la "connaissance commune" et celles de la connaissance scientifique (2).

1-1 - la connaissance commune

Elle est fondée sur la considération de l'utilité immédiate des objets: "Elle traduit des besoins en connaissance. En désignant les objets par leur utilité elle s'interdit de les connaître" (G. BACHELARD - La formation de l'esprit scientifique - Vrin - Paris - 1967 - p 14). On a même montré (3) que les connaissances qui ne trouvent pas d'utilisation immédiate se dégradent plus vite que les autres. La considération de l'utilité entretient donc un lien puissant avec la connaissance, lien ambigu, à la fois obstacle et aide à la mémorisation. Elle réorganise le savoir en se fondant sur les opérations qu'il permet d'effectuer. Elle conduit à s'attacher plus aux faits qu'aux relations, à retenir les événements et à oublier leur genèse. L'opinion ne constitue pas un tout systématique, mais un ensemble disparate de "connaissances en flots" (3) que rien ne relie entre elles, surtout pas le principe de non-contradiction. Enfin la connaissance commune résiste à tout changement: "Il vient un temps où l'esprit aime mieux ce qui confirme son savoir que ce qui le contredit, où il aime mieux les réponses que les questions. Alors l'instinct conservatif domine" (5). Elle a tendance à réduire l'inconnu au connu à l'aide d'analogies relevées dans les données perceptives: "Quand il se présente à la culture scientifique, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés" (6).

1-2 - la connaissance scientifique

C'est une construction de l'esprit en vue de répondre à une question. Elle n'est pas donnée. Dans la connaissance scientifique la théorie et l'expérimentation ou le contrôle sont en perpétuel va et vient dans un rapport de vérification mutuelle. Chaque science, et tout particulièrement les mathématiques, crée systématiquement les objets conceptuels dont elle parle (7). Elle s'intéresse aux relations plus qu'aux faits, à la prévision des effets plus qu'aux phénomènes eux-mêmes. Elle progresse par un effort continu de cohérence et aucun concept, aucune loi ne peut être admis s'il est contradictoire. Faute de cette cohérence, tout le système théorique serait remis en cause. L'effort de systématisation ne va pas sans une attention très grande portée au formalisme et aux structures de la connaissance.

Celui-ci est le résultat d'une évolution et pour être maîtrisé suppose que le sujet se place du point de vue de l'expert qui peut identifier l'ensemble du champ scientifique et les relations que les notions ont entre elles. Bien au contraire, pour l'apprenant, le formalisme n'a de sens que dans le domaine étroit des savoirs qu'il maîtrise et l'exigence formelle poussée trop loin est souvent pour lui un obstacle insurmontable.

L'histoire des sciences est marquée de crises où les théories jusque là admises, sont remises en cause parce qu'un progrès nouveau les fait apparaître ou fausses ou trop limitées. Le progrès se fait par un effort d'extension et de généralisation des concepts et des lois. La géométrie non-euclidienne en niant le postulat d'Euclide, fit apparaître la géométrie euclidienne comme un cas particulier d'un ensemble plus général (8).

La connaissance scientifique n'est pas un prolongement du sens commun: elle suppose une rupture avec lui. Elle se construit contre l'opinion. Pour passer de l'une à l'autre il faut que le maître ruine l'utilitarisme immédiat de l'élève, l'oblige à renoncer aux données de l'expérience sensible, le conduise au savoir par rectifications successives.

On pourrait faire une véritable psychologie de l'erreur soit en tant qu'elle est liée à un moment du développement de l'intelligence (à notre enfance), soit en tant qu'elle est liée à un moment de la découverte du savoir (préhistoire de notre connaissance). On pourrait également faire une histoire des erreurs de l'humanité. A travers ces études nous découvri-

rions probablement des constantes, des obstacles qui se répètent de façon analogue.

(se reporter à l'ANNEXE VIII)

1-4 - les principaux obstacles

Un certain nombre d'obstacles sont bien connus.

- le réalisme où l'esprit se prend au piège du concret qui fait croire que les propriétés des objets sont les propriétés perçues et qu'il existe une évidence des choses en soi qui dispense de la preuve. Mais le "concret" piège aussi bien l'apprenant que le formateur qui croit qu'est concrète une idée située dans un contexte familier. Rien n'est moins "concret" qu'un problème de robinets qui dans la vie courante n'a pas de solution mathématique mais plutôt technique. Le "concret" n'est pas non plus l'observable car la perception ne fournit pas de données utilisables telles quelles: que faut-il observer ? qu'est-ce qui est significatif ? qu'est-ce qui est essentiel, accessoire ?. Si observation il y a, elle doit obligatoirement être préparée et guidée. L'observation scientifique n'a rien de l'observation naïve. Nous substituerons à ce pseudo concret, le concret pédagogique qu'est le support d'une action réelle ou mentale de l'apprenant. Est concret l'objet sur lequel je peux opérer, essayer mon action, la réguler.

- la généralisation hâtive qui fait assimiler abusivement un phénomène à un autre.

- l'obstacle verbal qui conduit à croire que nommer un phénomène ou un processus vaut une explication ou une démonstration. Il fait opérer des découpages inadéquats dans la réalité en faisant correspondre mot du langage courant et concept. Il amène à parler des objets scientifiques comme s'ils étaient des êtres vivants doués de volonté.

- l'obstacle substantialiste qui entraîne à penser que les propriétés des objets leur sont attachées comme à des substances alors qu'elles sont des effets d'un système de relations dans lequel l'objet est inclus.

- l'obstacle de la connaissance quantitative qui fait croire à la précision d'un résultat chiffré alors même que les valeurs qui ont permis le calcul sont douteuses. Il fait croire qu'un énoncé quantifié est forcément juste. On observe que certains

nombres sécurisent plus que d'autres: l'élève se satisfait vite d'un résultat "qui tombe juste".

1-5 - la construction des concepts

Elle peut être envisagée sous deux aspects: l'aspect génétique et l'aspect fonctionnel. Dans le développement de l'enfant, les représentations sont la première approche de la connaissance. Par représentations, nous entendons ici, les premières conceptions des objets que l'enfant forme à partir de ses perceptions. Il intériorise également des schèmes d'action qu'il a eu l'occasion d'essayer dans ses explorations du milieu extérieur. La période où se forment les premières représentations et où il commence à opérer mentalement dessus, se situe de 2 à 7-8 ans. Cette période a un rôle décisif dans la formation de la capacité à conceptualiser. Les représentations fonctionnent comme des modèles personnels qui ont à peu près les mêmes fonctions que les modèles scientifiques: ce sont des intermédiaires entre le sujet et les objets. Mais tandis que les modèles scientifiques servent à se faire une idée de ce qui se passe lorsqu'un phénomène se produit et tend à objectiver la pensée du savant, le modèle personnel qu'est la représentation correspond aux attentes et aux interprétations spontanées de l'enfant (elles sont subjectives). Le modèle scientifique vise à remplacer l'étude d'un phénomène complexe par celle d'un objet abstrait, simplifié, construit à partir de sa définition et dont le fonctionnement devient prévisible.

Du point de vue fonctionnel la représentation se développe à partir de deux aptitudes distinctes du sujet jusqu'à aboutir à la constitution d'un concept.

- les fonctions cognitives figuratives qui sont caractérisées par le fait qu'elles visent les configurations des objets (perception, imitation, image mentale en l'absence de l'objet);

- les fonctions opératives qui sont caractérisées par leur pouvoir de transformer les objets et/ou les rapports qu'ils entretiennent entre eux (action sensori-motrice, action intériorisée, opérations formelles).

Un concept scientifique se définit d'abord par le fait qu'il renvoie à des relations entre phénomènes qui sont répétables (9). Il est fonctionnel et recouvre une classe d'opérations possibles. Les moments de sa construction sont les suivants:

- à partir d'un nombre fini de répétitions d'une relation vérifiée on conclut à sa répétition infinie possible;

- un même être objectif est supposé être le support de cette relation répétable;

- on généralise sous forme de concept: tout être présentant les mêmes caractères sera défini comme faisant partie du concept;

- on conclut que tous les objets regroupés sous le concept ont les mêmes propriétés.

2 - Le rôle de l'affectivité dans l'apprentissage

2-1 - la notion de blocage affectif

On observe chez quelques enfants l'apparition d'angoisse à propos de quelques apprentissages ou la répétition d'erreurs qui résistent à toute explication. Les enseignants parlent volontiers à ce sujet de blocage affectif. On peut éclairer ces phénomènes de plusieurs façons.

Pour B. INHELDER ces "blocages" du développement intellectuel peuvent résulter de troubles des échanges avec le milieu (10). La plupart du temps ces enfants ne peuvent mener simultanément une exploration du monde et des relations fructueuses sur le plan intellectuel avec autrui. Ils n'entrent pas dans des échanges d'idées car ils sont incapables de se décentrer de leur propre point de vue sur les choses. De plus ils ne sont pas sensibles au caractère contradictoire de leurs propos. Ils ne peuvent bénéficier des régulations qu'entraînent les confrontations et les échanges d'idées. Soit ils acceptent par influence sociale les affirmations de leur entourage, soit ils oscillent perpétuellement entre des points de vue partiels et opposés qu'ils ne parviennent pas à dépasser. Pour eux le raisonnement n'a pas de finalité cognitive mais plutôt affective. Le besoin de contact avec autrui prime la recherche de la connaissance juste. L'aide qu'on peut leur apporter consiste à les amener à dissocier les considérations cognitives des besoins affectifs.

On peut envisager les attitudes phobiques dans l'apprentissage sous un autre aspect, comme résultant de conflits personnels non dépassés. Les événements qui déclenchent l'angoisse ont une relation symbolique avec certains faits du passé, "oubliés" par l'élève et cependant interférant avec le présent. Un exemple est développé par B. MANNONI (11) à propos du cas de Didier. Didier est incapable de réaliser des sériations. Ses erreurs résistent à toute explication jusqu'au jour où il déclare à son éducateur: "Moi, je veux en avoir plus. Mon frère Stéphane, il est plus grand". Or Didier bien que plus petit que Stéphane est l'ainé. Il n'accepte pas d'être dépassé par son frère d'où son refus de "mettre en ordre" les nombres alors qu'il n'y a pas d'"ordre" dans sa famille. Son refus d'opérer des sériations s'origine dans sa difficulté à trouver sa place dans sa fratrie. La découverte du lien entre les deux faits n'a pas pour autant résolu tous les problèmes de Didier ni sur le plan pédagogique ni sur le plan affectif. Il a pu simplement renouer avec un apprentissage qu'il se refusait à faire parce qu'il était trop chargé d'angoisse et se remettre à progresser.

Dans le cas de Didier, l'inhibition intellectuelle résulte d'une souffrance. Mais l'inconscient peut interférer d'autre façon avec une situation pédagogique: un fantasme (12) peut troubler une observation, une projection (13) peut perturber une relation. A ces sortes de troubles la parade pédagogique est d'abord de permettre l'expression de l'émotion ou de l'angoisse, si possible sous une forme acceptable par le groupe. Puis on peut mettre l'accent sur l'acquisition de méthodes de travail, véritables protections contre l'irruption de l'angoisse, développer des attitudes sociales telles que l'acceptation de la critique, du tour de parole etc. On a également observé que restituer l'initiative aux enfants dans l'acquisition des connaissances, fait baisser les défenses et facilite l'apprentissage des enfants en difficulté. Point n'est besoin pour cela de transformer le professeur en psychothérapeute.

2-2 - affectivité et développement de l'intelligence

Pour H. WALLON l'affectivité enracine son évolution dans l'activité tonique du nourrisson tandis que le développement cognitif trouve son point de départ dans l'activité kinesthésique. A partir de l'émotion qui est une manifestation très primitive dans l'histoire d'un sujet, s'engendrent des réflexes qui tendent à s'opposer à des comportements rationnels, des

complexes affectifs irréductibles au raisonnement. D'ailleurs la rapidité des réactions émotives ne laisse pas de place à la délibération.

En fait deux aspects antagonistes du développement alternativement dominant chez l'enfant: l'un prenant sa source dans l'émotion est le point de départ de la constitution de la personnalité, l'autre s'origine dans le mouvement et la découverte des objets et du monde physique. L'histoire de l'enfant est rythmée par ces alternances fonctionnelles. Dans les moments où domine l'intérêt pour le monde, le souci d'affirmation de soi et la recherche d'une relation avec autrui sont comme en sommeil. Au contraire dans les deux grands moments de développement de la personnalité que sont le stade du personnalisme (de 3 à 6 ans) et la puberté (à partir de 11 ans), les intérêts cognitifs subissent une relative éclipse. Si l'on considère l'âge d'entrée au collège, force est de constater que les élèves ne sont pas prioritairement mobilisés par des questions liées au savoir.

D'une manière générale on peut retenir que:

- d'une part l'intuition pratique précède chez l'enfant la compréhension qui reste dominée par les intérêts du moment;
- d'autre part prévision et comparaison ne peuvent naître que de la réduction progressive des émotions et de l'affectivité.

Pour J. PIAGET affectivité et intelligence ne sont pas à mettre sur le même plan dans le développement de l'enfant: l'intelligence relève de la structure de ce développement tandis que l'affectivité relève de l'énergétique. La première concerne les relations entre les propriétés des objets et celles de l'action du sujet. La seconde renvoie aux motivations qui poussent à l'action et aux sentiments qui l'accompagnent. Par analogie avec l'inconscient affectif, PIAGET introduit la notion d'"inconscient cognitif". Il est supposé résister à l'émergence des schèmes mentaux et à la prise de conscience des démarches intellectuelles par un refoulement. Le travail de l'enseignant s'attachera à faire passer l'enfant de l'action matérielle sans conceptualisation à l'abstraction réfléchie en passant par un moment intermédiaire de prise de conscience de plus en plus complète et de plus en plus centrale de ses procédures mentales.

3 - L'intelligence dans la relation pédagogique

3-1 - les problèmes de la communication pédagogique

La relation pédagogique peut être considérée comme une relation de communication entre l'élève et le maître, et entre les élèves. Dans cette communication interfèrent les représentations que les partenaires ont les uns des autres, celles qu'ils ont du contenu, du but à atteindre et de la tâche proposée. Toutes ces représentations influencent la réussite de l'élève, non seulement de son propre fait, mais aussi du fait de l'enseignant. On a montré que la manière dont on appréhende autrui influence notre système de valeur. Le statut scolaire d'un enfant influence systématiquement l'évaluation de ses résultats. Son statut familial ou ethnique a des effets divers selon les références idéologiques de l'enseignant (14).

3-2 - l'enfant "empêché d'apprendre"

La relation pédagogique n'est pas sans aspects conflictuels. L'un des tous premiers est lié au pouvoir qui s'y exerce. J. NATANSON n'hésite pas à dénoncer le pouvoir du maître: "Être enseignant c'est investir dans le savoir afin d'exercer un pouvoir sur l'enfant" (15). Ce pouvoir est inscrit dans l'ordre institutionnel et l'enseignant le détient par délégation. Il ne peut totalement s'en démettre. On peut ajouter qu'il ne le veut pas nécessairement et que probablement, comme tout adulte, il défend ses prérogatives face aux enfants. Pour cela il dispose de moyens efficaces dont le moindre n'est pas de maintenir l'élève dans une relative ignorance. Pour tout formateur il y a conflit d'intérêt: garder son pouvoir ou faire progresser l'enfant dans la connaissance. De ce conflit résulte une ambivalence (16) fondamentale que les apprenants perçoivent fort bien.

A l'ambivalence du maître répond l'attitude de l'élève désireux d'apprendre mais qui ne veut pas nécessairement se couler dans le moule du bon élève dans lequel on le somme de se glisser. Le résultat de ce "drame" est que l'enfant balloté entre le refus non avoué des adultes de le faire accéder à la connaissance et leur intention largement proclamée de le gaver à l'aide du programme, développe une "anorexie scolaire", position de retrait face aux désirs contradictoires de ses maîtres(17).

3-3 - une communication qui tourne mal

Les communications pédagogiques qui tournent mal sont légion. Chaque partenaire en connaît d'avance le déroulement et l'issue. Chacun sait qu'il en ressortira insatisfait, triste,

ou agressif selon son caractère. Tel professeur qui déclare: "C'est bien; cette fois, tu as réussi" s'étonne de voir l'élève se mettre à pleurer. Que s'est-il passé ? Le stratagème qui se déroule trouve un point d'accrochage dans le fait que l'élève plutôt habitué aux critiques n'entend que la restriction: "cette fois" qui le ramène aux autres fois où il a échoué. Le professeur s'étonne de bonne foi devant le coup de théâtre des larmes. Les deux acteurs ressortent mécontents, l'enfant se sent vaguement coupable, le professeur indigné. Cependant il était possible d'éviter le drame en n'émettant pas un message à double entente (18).

o o o o o o o o o o

Etre attentif aux représentations ne signifie pas forcément qu'il faille les faire verbaliser. En effet en les explorant systématiquement on risque de leur donner encore plus de consistance. Il vaut probablement mieux situer l'enseignement sur un terrain résolument distinct des préoccupations de la vie quotidienne et y revenir ensuite lorsque les connaissances sont bien installées. Pour combattre efficacement les faux savoirs l'enseignant n'a pas intérêt à présenter la science comme un tout achevé se suffisant à lui-même, à remplacer le dogmatisme de l'opinion par un dogmatisme scientifique. Les enfants entreront d'autant mieux dans un processus de rectification qu'ils considéreront le savoir comme étant à construire.

Il ne nous paraît pas souhaitable de transformer le pédagogue en psychologue. Leurs positions sont différentes et les moyens dont ils disposent ont leur spécificité. "Alors que l'intervention thérapeutique utilise et exploite la régression, dans un climat de laisser-faire, pour libérer ce qui n'a pas réussi à se manifester au-dehors, puisque le symptôme s'est formé à titre de substitution, l'action éducative procède par dérivation de la pulsion vers des buts valorisés, dans un cadre structuré d'exigences" (M. POSTIC - La relation éducative - PUF - Paris - 1982 - p 246). Mais inversement il serait dommage de se priver d'une compréhension complète des phénomènes d'apprentissage en ne considérant l'acte pédagogique que dans sa dimension transmission du savoir. Ce serait mutiler le professeur et condamner d'avance à l'échec les enfants les plus fragiles.

- (1) M. SANNER - Du concept au fantasme - PUF - Paris - 1983 p 15.
- (2) J. MIGNE - Les obstacles épistémologiques et la formation des concepts - in Education Permanente - N°2 - 1969 - p 41 à 65.
- (3) S. MOSCOVICI et collaborateurs - Diffusion des connaissances scientifiques et techniques - CERP - 1962 - document n°2.
- (4) id.
- (5) G. BACHELARD - op. cit. - p 15.
- (6) id. p 14.
- (7) M. FOUCAULT - L'archéologie du savoir - PUF - Paris - 1969 p 66.
- (8) id.
- (9) J. ULLMO - Les concepts en physique in Logique et connaissance scientifique - Gallimard - Encyclopédie de la Pléiade - 1967 - p 623 à 705.
- (10) B. INHELDER - Le diagnostic du raisonnement chez les débi-les mentaux - Delachaux et Niestlé - Neuchâtel - 1963.
- (11) B. MANNONI - Les maths, on n'est pas là pour rigoler in M. MANNONI - Un lieu pour vivre - Seuil - Paris - 1976.
- (12) fantasme: scénario imaginaire où le sujet est présent et qui figure de façon plus ou moins déformée par les processus défensifs, l'accomplissement d'un désir.
- (13) projection: opération par laquelle un sujet expulse de soi et localise dans l'autre, personne ou chose, des qualités, des sentiments, des désirs ou des objets qu'il méconnaît ou refuse en lui.
- (14) G. NOIZET et J-P CAVERNI - Influence de l'origine socio-économique des élèves sur l'évaluation de leurs productions scolaires - Rapport de recherche - Université de Provence - avril 1975.
- (15) J. NATANSON - L'enseignement impossible - Editions Universitaires - Cepreg - Paris - 1973.
- (16) ambivalence: présence simultanée dans la relation à un même objet, de tendances, d'attitudes et de sentiments opposés, par excellence l'amour et la haine.
- (17) M. MANNONI - Education impossible - Seuil - Paris - 1973 p 37.
- (18) M-J CHALVIN - Comment réussir avec ses élèves - ESF - Paris 1986.

II - POINTS D'APPUI THEORIQUES POUR L'INTERPRETAION DES ERREURS
DUES A L'ETAT DU DEVELOPPEMENT COGNITIF DE L'ELEVE.

I - L'INTELLIGENCE COMME UNE DES FORMES D'ADAPTATION

Toute conduite d'un être vivant peut s'interpréter comme un effort pour maintenir l'équilibre avec le milieu extérieur, s'adapter ou se réadapter, lorsque l'équilibre entre l'organisme et le milieu a été provisoirement rompu (par le froid, la faim, un problème quelconque). La conduite, que ce soit une action qui "se développe à l'extérieur" ou un "acte intériorisé" en pensée, apparaît comme un cas particulier d'échange entre l'organisme et le monde extérieur. Alors l'échange ne met pas en jeu des substances et n'entraîne pas de modifications matérielles. L'échange est d'ordre fonctionnel et peut s'effectuer à distance, dans le temps (recours à la mémoire), ou dans l'espace (par la perception), et selon des modalités complexes.

Comme tout phénomène adaptatif, l'intelligence est caractérisée par des actions de l'organisme sur le milieu (assimilation) et des actions du milieu sur l'organisme (accommodation):

- l'assimilation est un mouvement d'incorporation de nouveaux schémas dans la conduite du sujet. ;

- l'accommodation est un mouvement inverse de modification de la conduite en fonction des modifications du milieu.

L'adaptation est la réalisation de l'équilibre entre assimilation et accommodation ce qui revient à dire que le sujet est en équilibre avec son milieu. Les formes les plus hautes de l'intelligence produisent des équilibres mobiles souples et stables.

L'adaptation organique n'assure qu'un équilibre immédiat et limité entre l'organisme et le milieu. L'habitude ou la perception par exemple, prolongent et développent l'adaptation en réalisant des équilibres plus stables, parce que moins dépendants du temps et de l'espace. Les formes les plus hautes de l'intelligence, les opérations logico-mathématiques, constituent des équilibres à la fois mobiles et stables: ils peuvent s'appliquer à une multiplicité de situations, stables car ils sont valides de tout temps et en tout lieu.

Si l'on se place du point de vue fonctionnel, on peut dire qu'une conduite est d'autant plus intelligente que les trajectoires entre le sujet et les objets sur lesquels porte son action, cessent d'être simples et nécessitent une composition progressive. Du point de vue structural, les adaptations sensori-motrices élémentaires sont à la fois rigides et à sens unique, tandis que le développement engage l'intelligence dans la direction de la mobilité et de la réversibilité. Définir l'intelligence par la réversibilité progressive de structures mobiles qu'elle construit, c'est dire que l'intelligence réalise les états d'équilibre vers lesquels tendent toutes les formes d'adaptation successives, tous les échanges entre l'organisme et le milieu (1).

II - LES FACTEURS DU DEVELOPPEMENT MENTAL

1 - La maturation nerveuse

La myélinisation progressive du système nerveux a un rôle indéniable dans le développement mental bien que le lien entre les deux soit encore mal connu. On peut cependant dire d'une manière générale que la maturation ouvre des possibilités, qu'elle est la condition nécessaire mais non suffisante de l'apparition des conduites intelligentes dans la partie précoce de la vie d'un enfant. Mais il faut considérer que l'exercice est nécessaire pour actualiser les possibilités de l'enfant et ce d'autant plus que l'apprentissage considéré est peu lié à des connexions héréditaires. De ce point de vue, il existe une différence entre la marche et la parole: la marche n'a guère besoin d'exercice tandis que la parole ne devient effective que lorsque la socialisation permet de stimuler l'enfant. L'apprentissage

de la langue se déroule sur une période qui s'étend au-delà de la maturation de l'appareil vocal. D'autre part, les connexions héréditaires sont rapidement complétées et démultipliées par des connexions acquises.

Les facteurs biologiques rendent possibles des conduites. Ils rythment leur apparition et définissent leur ordre. C'est ce qui explique que la succession des stades est identique pour tous les êtres humains normaux et que plus les acquisitions sont précoces, plus elles sont déterminées par leur condition d'apparition biologique et plus la chronologie des stades sera semblable d'un individu à l'autre.

2 - L'exercice

L'exercice permet au sujet d'acquérir une expérience. Au cours de cette expérience il découvre les propriétés des objets, l'effet de ses actions. Par abstraction simple, il forge ses premières notions de physique à partir de ces premières découvertes actives. Par coordination entre les différentes actions possibles sur les objets, ou abstraction réfléchissante, il crée des schèmes logico-mathématiques. C'est ce qui permet à Piaget de dire par exemple: "C'est par son action sur les objets que l'enfant découvre que l'ordre d'énumération des objets est indifférent à leur somme (loi de commutativité)" (1).

3 - Le langage

Le langage est un facteur incontestable du développement mais il n'en est pas la source. Par exemple, on sait que les enfants utilisent "tout" ou "quelques" très tôt, avant d'avoir assimilé la fonction logique correspondante, qui n'est acquise que vers 8 - 9 ans. La richesse du langage du milieu social ne permet pas de préjuger du niveau opératoire de l'enfant qui y vit. Le langage n'a d'influence que secondairement.

4 - L'échange social

La socialisation de la pensée permet à l'enfant d'entrer dans des échanges réciproques: accession aux jeux de règles, réciprocité des conduites morales (vers 8 ans environ). Les enfants peuvent entrer précocement dans des échanges sans toutefois pouvoir bénéficier totalement des régulations qu'entraînent ces échanges. Par exemple, la non sensibilité à la contradiction logique les amène à osciller entre des points de vue contradictoires sur une même réalité. Progressivement, les échanges conflictuels sur le plan cognitif, les conduisent à remanier leurs affirmations de telle façon que la contradiction soit éliminée.

En effet les opérations mentales ne sont pas préformées. Elles se construisent peu à peu par l'établissement de coordinations entre les différentes actions réalisées. L'échec de l'action, pourvu que l'enfant le perçoive lui-même, l'oblige à rechercher un nouveau schème qui s'étende à toutes les actions possibles sans exception. La nouvelle relation établie a un degré de généralité plus grand et une stabilité supérieure (équilibre majorante).

Dans cette perspective où l'enfant est censé construire activement ses schèmes de pensée (perspective constructiviste), la contradiction joue un rôle de catalyseur. Elle joue d'autant mieux ce rôle que, placé en interaction avec d'autres enfants, l'apprenant prend conscience d'autres approches possibles des problèmes qui lui sont proposés. Décentration sociale et décentration cognitive vont dans le même sens. Pour que cette décentration ait lieu, il faut que la situation puisse être interprétée comme donnant lieu à un désaccord sur la solution produite, strictement sur le plan cognitif(2).

III - LES STADES DE DEVELOPPEMENT

1 - Définition des stades

Sous l'influence de ces différents facteurs, l'intelligence tend à réaliser des équilibres de plus en plus stables. Les périodes qui marquent le développement sont des structures qui se succèdent dans un ordre constant mais avec une chronologie dans une certaine mesure variable: ce sont les stades. Ils ont un caractère intégratif: un stade postérieur inclut les acquis du stade antérieur. Chaque stade se définit par une structure d'ensemble qui renvoie aux formes des opérations qui sont possibles dans ce stade. Chaque stade comporte une phase de préparation et une phase d'achèvement pendant laquelle se prépare le stade suivant.

Les stades sont donc des étapes caractéristiques du développement que l'on peut ramener au nombre de trois:

- Stade de l'intelligence sensori-motrice, jusqu'à 2 ans.
- Stade de l'intelligence opératoire concrète de 2 à 11-12 ans avec le sous-stade de l'intelligence préopératoire ou symbolique de 2 à 7-8 ans.
- Stade de l'intelligence opératoire formelle de 12 à 14-15 ans.

PRINCIPALES STRUCTURES OPERATOIRES DU STADE CONCRET

Conservations

physiques

de la substance (7-8 ans)
 du poids (8-9 ans)
 du volume (10-12 ans)

conservation au cours de la
 déformation d'un objet sans
 apport de matière.

spatiale

des longueurs (7 ans)
 des surfaces (7 ans)
 des volumes spatiaux (11-12 ans)

Comparaison des longueurs
 de baguettes, de surfaces
 ou de volumes.

numérique

comparaison globale de collections
 d'objets (4-5 ans)
 correspondance terme à terme
 équivalence (7 ans)

Classifications

collections d'objets sensibles (2 à
 5 ans)

collections d'objets mentaux (5 à 7
 ans)

inclusions de classes (8 ans)

quantification de l'inclusion

établissement de hiérarchies
 entre les classes
 maîtrise logique de tous et
 de quelques (\neq maîtrise lin-
 guistique)

<u>Sériations</u>		grouper mentalement sans support concret des objets selon leurs différences ordonnées.
<u>Groupements multiplicatifs</u>	vers 7-8 ans	créer des matrices complètes des inventaires d'objets
<u>Nombre</u>	vers 8-9 ans	
		suppose l'inclusion et la sériation (à partir de 7 ans)

PRINCIPALES STRUCTURES OPERATOIRES DU STADE FORMEL

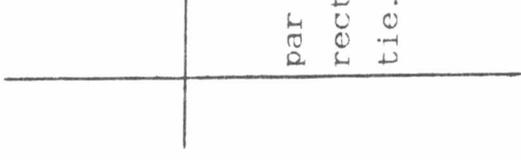
<u>Logique des propositions</u>	groupe INRC	I=identité, N=négation R=réciprocité, C=corrélation
<u>Combinatoire</u>	vers 12-13 ans	permet de faire l'inventaire de toutes les combinaisons possibles
<u>Proportions</u>	suppose l'anticipation des compensations	
<u>Doubles systèmes de références</u>	coordonner deux systèmes dont l'un comporte une opération, et l'autre son inverse	par exemple: déplacement d'un piéton qui veut monter sur un escalator qui descend
<u>Equilibre mécanique</u>	repose sur l'inversion et la réciprocité	par exemple: équilibre de la balance Roberval
<u>Probabilités</u>	s'appuient sur la combinatoire et les proportions	

Corrélations

s'appuient sur les
probabilités et les
proportions

Compensations mul-
tiplicatoires

supposent la notion de
proportion



par exemple: le mouvement
rectiligne, le principe d'inertie.

d'après J-M DOLLE Pour comprendre Piaget Toulouse Privat 1974

2 - Les décalages

Dans une même période de développement, l'enfant est capable de faire une opération donnée sur des objets différents. Par exemple, à 7-8 ans un enfant est capable de penser la conservation sur les mesures mais pas encore sur les poids. Ce n'est que deux ans plus tard qu'il étendra ce schème de pensée aux poids puis aux volumes. Ce décalage est appelé décalage horizontal. Les décalages verticaux renvoient au fait qu'un même processus peut se retrouver dans deux stades différents. Par exemple la classification est une opération qui peut se faire au niveau concret directement sur des objets, puis au niveau formel sur des abstractions.

IV - LES PRINCIPALES ACQUISITIONS

1 - L'intelligence sensori-motrice

- la construction de l'objet permanent: l'enfant passe progressivement de la succession imprévisible de "tableaux sensoriels" à l'identification d'objets ayant une certaine stabilité qui dépasse leur perception directe, puis à la représentation du déplacement des objets en passant par les étapes suivantes:

- aucune conduite relative aux objets disparus,
- accommodation perceptive et gestuelle aux objets,
- capacité à tenir compte des déplacements successifs de l'objet,
- représentation des déplacements invisibles.

- la construction de l'espace sensori-moteur: au début l'espace n'est perçu qu'en relation directe avec une activité donnée de l'enfant (espace pratique et égocentrique) puis il devient un cadre dans lequel il situe ses déplacements (espace représenté qui comprend le sujet lui-même).

- la construction de la causalité: la causalité est d'abord développée en fonction de l'activité de l'enfant puis s'objective progressivement pour devenir une causalité représentée fondée sur la considération des interactions entre l'enfant et le monde.

- la construction du temps: elle est solidaire de la construction de la causalité. Elle va du temps subjectif et des successions d'opérations pratiques à la construction de séries objectives.

2 - Le passage aux opérations concrètes par l'intelligence symbolique

Dans cette période, l'enfant traite les images comme des

substituts de l'objet et établit des relations entre les images. Il peut agir mentalement sur les images. Sa pensée est intuitive et peut être considérée comme une transposition du plan sensori-moteur au plan de la représentation imagée. Cette forme d'intelligence reste attachée aux configurations statiques des images.

intelligence opératoire concrète	Objet →	Représentation conceptuelle imagée	↑	opérations réversibles
intelligence symbolique	Objet →	image - symbole image	↑	imitation intériorisée imitation différée
intelligence sensorimotrice	Objet →	perception saisi directement	↑	imitation action

Schéma d'après J.M. DOLLE - Pour comprendre PIAGET

Toulouse - Privat 1974 - Page 134

3 - L'intelligence opératoire concrète

- les conservations physiques: substances, poids, volume.

La conservation de la substance est acquise lorsque l'enfant peut la justifier par trois types de réversibilité lors de la modification de la forme d'une boulette d'argile:

- identité: "c'est la même chose",
- compensation: "la forme s'est allongée mais c'est plus mince,
- inversion: "on peut refaire la boule d'argile du début"

La conservation de la substance est acquise vers 7-8 ans. Celle du poids l'est vers 8-9 ans tandis que celle du volume n'est effective qu'entre 10 et 12 ans.

- les conservations spatiales: les longueurs et les volumes surfaces sont conservés vers 7 ans tandis que les volumes spatiaux ne le sont que entre 7 et 9 ans. A 8-9 ans apparaît l'idée d'unités cubiques et à partir de 11-12 ans s'établit la relation mathématique entre les surfaces et le volume.

- la conservation numérique: elle est d'abord qualita-

tive et globale, puis se fait par correspondance terme à terme tout en restant intuitive et sans équivalence durable. Enfin la correspondance opératoire s'établit. Les équivalences des ensembles ainsi obtenus sont durables.

- les structures de classification, relation et nombre: elles constituent les formes les plus générales des opérations. Une classe se caractérise par ce qu'elle comprend (compréhension), c'est-à-dire par les caractères communs aux objets qu'elle contient, et par son extension c'est-à-dire par l'ensemble des objets auxquels ces caractères s'appliquent. L'acquisition se fait en partant de la capacité à faire des collections figurales, puis non-figurales, jusqu'à celle de hiérarchiser et de faire des inclusions de classes (8 ans environ).

- la quantification de l'inclusion: l'usage du "tout" et du "quelques" précède la maîtrise logique de l'inclusion. Ce n'est que vers 8 ans que les enfants sont capables de répondre à ce type de question: "il y a des perles de bois; parmi elles 8 sont jaunes et 2 sont rouges. Y a-t-il plus de perles en bois ou plus de perles jaunes ?"

- la sériation: la sériation consiste en une opération de groupement des objets selon leurs différences ordonnées. Ces opérations se constituent vers 7-8 ans. Au niveau sensori-moteur ces opérations sont préfigurées par les activités d'emboîtement ou d'encastrement.

- les groupements multiplicatifs: ils se constituent entre 7 et 11-12 ans. Ils vont de la mise en correspondance de deux séries ordonnées à la conception de tableaux à double entrée (matrices) permettant de faire des inventaires complets sans passer par l'appui figuratif.

- le nombre: avant 7 ans l'enfant apprend verbalement la suite des nombres mais n'accède pas à la conservation des ensembles numériques. Par exemple, à ses yeux $3+2$ n'est pas forcément égal à $2+3$. La structure opératoire du nombre s'appuie sur la structure de classification et sur celle de sériation. Le nombre n'est pas une donnée primitive, il est construit. Il résulte de la synthèse de deux types de considération:

- 1 est inclus dans 2; 2 inclus dans 3...

- 1 est inclus dans $1+1$; $1+1$ est inclus dans $1+1+1$...

- l'espace: pendant le stade des opérations concrètes, l'enfant passe d'une conception "projective" de l'espace à une conception euclidienne. Dans l'espace projectif, l'objet est en-

visagé selon un point de vue déterminé, celui du sujet. Puis le point de vue d'autrui entre en ligne de compte. En se multipliant les points de vue extérieurs à celui de l'enfant, le conduisent à établir des coordinations entre les objets par rapport à un système fixe de références. Celui-ci suppose acquise la conservation des longueurs. Par exemple, dans l'espace projectif la surface d'un liquide n'est pas perçue comme horizontale. Elle est mise en relation avec l'inclinaison du récipient. Par contre, dans l'espace euclidien, l'horizontale constituera une référence stable. A partir de 7 ans, la conservation des longueurs est acquise et permet les mesures. Puis sont assimilées les coordonnées horizontales et enfin les systèmes à trois dimensions, à partir de 9 ans.

En conclusion, on peut dire que l'équilibre atteint dans le stade des opérations concrètes, est plus mobile que celui du stade antérieur parce qu'il est caractérisé par une forme de réversibilité restreinte. Cependant, les opérations effectuées restent limitées au réel ou à des images mentales.

4 - L'intelligence opératoire formelle

Le passage vers l'intelligence opératoire formelle est caractérisé par une mutation qui fait passer de la considération des objets à celle des relations entre objets et des relations entre le possible et le réel. L'intelligence se détache du contenu pour s'intéresser au mode de constitution du réel: qu'est-ce qui fait qu'une proposition est vraie ? Quelles sont les régularités qui régissent les phénomènes ?. Cette forme de pensée est caractérisée par le fait qu'elle use principalement de raisonnements hypothético-déductifs.

Cette nouvelle aptitude se manifeste dans la capacité à tenir des raisonnements logiques formels. La logique formelle comporte un système de double réversibilité et en ce sens présente un progrès décisif par rapport à la logique en oeuvre au stade concret. Elle est caractérisée par un équilibre plus stable où il est possible de revenir à la proposition initiale de deux façons:

- soit en annulant l'opération effectuée (négation),
- soit en annulant la différence entre deux propositions (réciprocité).

A partir de ces deux opérations de base, il est possible de

réaliser une série de transformations: l'identité (I), la négation (N), la réciprocity (R), la corrélation (C). L'ensemble de ces transformations est désigné sous le nom de groupe INRC.

Les caractéristiques de la logique formelle sont les suivantes:

- elle porte sur des énoncés verbaux; elle ne se borne pas aux données actuelles: elle prend en compte le possible.

- elle considère toutes les combinaisons d'énoncés possibles: c'est une logique de propositions.

- elle porte sur des énoncés qui sont déjà eux-mêmes des opérations.

Du point de vue logique, est possible ce qui est non-contradictoire. Si... alors est la marque de cette connexion entre le réel et le possible: s'il pleut (possible), je prendrai mon parapluie (nécessaire). Du point de vue physique, les phénomènes sont conçus comme des transformations qui se réalisent effectivement parmi un ensemble de transformations possibles. On peut anticiper sur ces transformations et prévoir leurs effets.

1 - La combinatoire

A partir du groupe INRC il est possible de générer 16 opérations différentes:

	I	N	R	C
I	I	N	R	C
N	N	I	C	R
R	R	C	I	N
C	C	R	N	I

I implication $(p \supset q) = p \supset q$

N non implication $(p \supset q) = \neg p \cdot \bar{q}$

R réciprocity $(p \supset q) = q \supset p$

C non implication réciproque $(p \supset q) = \bar{p} \cdot q$

implique \supset
négation \neg
et \cdot

2 - les proportions

Elles supposent la capacité d'anticiper des compensations.

Elles s'enracinent dans des expériences telles que celle où l'enfant découvre qu'une augmentation de poids sur un des plateaux de la balance peut être compensée par un allongement proportionnel du bras du fléau qui supporte l'autre plateau.

3 - Les doubles systèmes de référence

Il s'agit de coordonner deux systèmes dont l'un comporte une opération et l'autre son inverse. Les deux systèmes entretiennent entre eux des rapports de compensation ou de symétrie. C'est par exemple le problème posé par la description du mouvement d'une personne qui monte sur un escalator qui descend. Cette opération suppose acquises l'annulation et la compensation.

4 - L'équilibre mécanique

Il repose sur la distinction et la coordination de deux schémas, l'inversion et la réciprocité.

5 - Les probabilités

Elles s'appuient sur:

- la combinatoire pour le dénombrement des occurrences possibles. Par exemple pour dénombrer les associations de faces possibles lorsque l'on jette deux dés ensemble.

- les proportions pour le calcul des chances de réalisation d'un phénomène précis. Par exemple le nombre de chances pour que sortent les deux 6 ensemble est une proportion du nombre des combinaisons possibles.

6 - les corrélations

Elles reposent sur la notion de probabilité et sur des structures apparentées aux proportions.

7 - Les compensations multiplicatives

Elles se rattachent à la notion de proportion. C'est déjà la notion qui est en jeu dans la conservation des volumes: on peut conserver un volume spatial tout en changeant l'une de ses dimensions si la modification de ses deux autres dimensions

compense la première. Il en va de même pour la conservation du mouvement rectiligne dont cependant la vérification expérimentale pose problème tant que le principe d'inertie n'a pas été admis par l'enfant.

.....

Les structures mentales caractéristiques du stade sensori-moteur subissent des élaborations successives aux différents stades par intégration et dépassement. Ainsi les acquis durent au-delà du stade où ils se sont constitués et se transforment aux stades suivants pour donner lieu à des opérations de moins en moins liées aux contraintes conjoncturelles du milieu et de plus en plus réversibles.

Sur le plan pédagogique, outre le repérage des étapes du développement de l'enfant et la possibilité de choisir les apprentissages à réaliser en fonction de ses aptitudes, on peut conclure qu'il existe deux formes d'apprentissage: celui (performance ou connaissance) qui est acquis par expérience et celui qui est dû à des déductions indépendantes de l'expérience (par exemple le principe d'inertie). On sait également que l'apprentissage d'une structure logique n'est pas réalisable par des renforcements externes mais par différenciation et généralisation des structures préalablement acquises. L'apprentissage doit se situer dans le cadre du développement naturel de l'enfant. Il vise à éliminer les contradictions, à ajuster les réponses aux conditions qui les suscitent.

Le diagnostic opératoire ne vise pas à repérer les lacunes d'un apprenant, mais à identifier les structures déjà acquises, celles qui sont en voie de constitution et qui vont servir de point d'appui pour les apprentissages ultérieurs. On sort de

la problématique des manques et des lacunes pour adopter celle des points d'appui pour des évolutions, de l'ajustement des conduites, de la différenciation des itinéraires.

USAGE PEDAGOGIQUE

° Il faut se garder d'assimiler structure syntaxique et structure logique. L'enseignement utilise de façon privilégiée la communication verbale. Cependant l'enfant a recours à des formes syntaxiques avant de maîtriser la notion logique à laquelle elles renvoient. Par ailleurs, il n'y a pas identité entre les structures logiques et certaines structures du langage. Le langage est plus diversifié, plus variable dans son usage que la logique. Enfin le langage de l'adulte ainsi que celui de l'enfant, est marqué par des usages sociaux qui vont parfois à l'encontre de la rigueur logique.

° A un moment donné de son développement, l'enfant n'utilise pas forcément le registre le plus élevé des opérations dont il est capable:

- soit que le problème est soluble de façon plus économique à un registre moins élevé,

- soit que la situation comporte des éléments qui le conduisent à utiliser des niveaux opératoires inférieurs, par une phase de manipulation sensori-motrice préalable, par recours à une habitude etc.

- soit qu'une "fixation" se soit produite à un stade antérieur pour cette catégorie de problèmes (4).

° "Comprendre, c'est inventer ou reconstruire par réinvention" (3). Cela entraîne nécessairement l'usage de méthodes actives, reposant sur l'activité de l'enfant et non sur celle de l'enseignant, de méthodes non-directives, où les solutions toutes faites ne sont pas imposées mais où le professeur organise les conditions favorables pour l'activité inventive de l'élève et l'aide à formaliser ses découvertes. La critique la plus forte que PIAGET adresse à l'école est que par son mode de fonctionnement elle suppose les structures mentales déjà acquises plutôt qu'elle ne les fait acquérir. Elle renforce des compétences par la verbalisation et la mémorisation. La plupart du temps elle renvoie aux devoirs faits à la maison les véritables activités d'apprentissage, support de l'activité de l'enfant.

° Si on n'apprend pas par imposition mais en opérant sur le réel, l'enfant à lui seul, ne peut réinventer tout le savoir. Il importe donc de faire porter son effort sur les schèmes mentaux avant de le faire porter sur des connaissances, sur des démarches. Il importe également de socialiser sa pensée et de lui apprendre à se former dans la coopération. PIAGET, comme BACHELARD, insiste sur le contrôle mutuel des esprits comme facteur de progrès dans la rationalité. L'expérience de la coopération peut se faire au niveau du groupe d'apprenants attelés à une même découverte, qui sur la base d'une critique mutuelle et de réajustements progressifs, élaborent collectivement des solutions non-contradictaires. La coopération se substitue à l'imposition, la communauté de travail à la classe traditionnelle, l'activité inventive à la réception passive de l'information.

(1) cf PIAGET - La psychologie de l'intelligence - Paris - A. Colin - 1967 - p 10

(2) cf A.N. PERRET-CLERMONT - La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale - Peter Lang - Berne et Francfort 1979.

(3) cf PIAGET - Où va l'éducation ? - Denoel-Gonthier - Paris 1972.

(4) cf B. INHELDER - Le diagnostic du raisonnement chez les débiles mentaux - Delachaux et Niestlé - Neuchâtel - 1969.

BIBLIOGRAPHIE

DOLLE - Pour comprendre Jean Piaget - Privat - Toulouse - 1974

PRETEUR - Les conflits socio-cognitifs - in Les cahiers pédagogiques - n°218 - nov. 198A- p 45 à 47.

VERMERSCH - Une application de la théorie opératoire de l'intelligence de Jean Piaget aux problèmes de formation - in Education permanente - n° 51 - p 2 à 29.

III - POINTS D'APPUI THEORIQUES POUR L'INTERPRETATION DES ERREURS LIEES AU FONCTIONNEMENT COGNITIF ET AUX ACTIVITES MENTALES.

du fonctionnement cognitif aux profils cognitifs

I - LES STRATEGIES DE RESOLUTION DE PROBLEMES.

On peut considérer que l'apprentissage intelligent vise à résoudre des problèmes: utiliser une caisse comme escabeau pour attraper un objet hors d'atteinte, résoudre un problème de mathématique, énoncer une phrase syntaxiquement correcte, prédire l'évolution d'un phénomène, ont en commun d'être des réponses comportementales ayant pour objectif de réduire une tension psychique créée par l'émergence d'un problème. Pour résoudre le problème qui lui est posé, le sujet intègre dans sa conduite des données perçues ou des schèmes appris pour élaborer son action. Il construit une stratégie.

Même la résolution d'un problème simple suppose la planification de l'action qui tend à produire la solution. Cette planification résulte de trois considérations:

- le sujet pense que la solution est accessible,
- il évalue intuitivement le temps nécessaire pour résoudre le problème,
- il mobilise ses ressources cognitives.

Il choisit sa stratégie en fonction:

- du type de problème à résoudre (pour un même problème toutes les stratégies ne sont pas également efficaces),
- des caractéristiques de la situation: guidage plus ou moins contraignant, nature de la consigne, organisation de la tâche, caractère obligatoire ou facultatif des aides pédagogiques,
- des ressources propres du sujet, âge de développement, niveau opératoire, connaissances préalables, degré de familiarité avec le problème.

Elaborer une stratégie suppose une représentation au moins partielle du but à atteindre et des anti-buts à éviter. Cette représentation permet au sujet de s'assigner des buts intermédiaires qui de proche en proche le conduiront à la solution finale. Certains psychologues (BRUNER, OLSON) estiment qu'il existe trois grands types de stratégies:

- stratégie exploratoire (recherche des différents aspects d'un problème et émission d'hypothèses),
- stratégie de mise en correspondance de modèles (recherche de la structure d'un problème, mise en correspondance avec un modèle connu, théorème, loi etc.)
- stratégie de sélection d'informations.

UTILISATION PEDAGOGIQUE

° aspect méthodologique

Il est utile pour l'élève de repérer la façon dont il s'y est pris pour résoudre un problème. Il peut ainsi perfectionner ses "bonnes stratégies", prendre conscience qu'il existe d'autres stratégies que la sienne, opérer des choix de solutions conscients. Cette phase de l'apprentissage est tout aussi importante que l'intégration à la conduite de nouveaux schèmes.

° aspect organisationnel

Identifier les caractéristiques de la situation pédagogique permet de savoir en quoi elles risquent d'induire chez les élèves tel choix de stratégie. On est alors moins étonné par la production de solutions aberrantes en apparence, mais qui résultent d'une prise en considération d'éléments non pertinents du problème. Il est alors possible d'aider l'élève à identifier les données adéquates. On peut aussi se demander s'il y a toujours accord entre la conception pédagogique de la situation et les stratégies attendues de la part des enfants.

° aspect didactique

Apprendre à anticiper sur une solution probable, sur les caractéristiques d'une production correcte, favorise chez l'élève la construction délibérée de stratégies adaptées: par exemple évaluer l'ordre de grandeur du résultat d'un calcul, identifier le sens d'un texte que l'on veut composer, qu'est-ce que je veux dire, à qui, comment vais-je m'y prendre ? etc. Corrélativement l'élève apprend à éliminer les solutions impossibles ou absurdes. Il peut estimer lui-même les résultats.

Quant à l'enseignant, il doit se demander si l'enfant est capable de mobiliser ses ressources (cf. définition p.1): est-il possible d'identifier correctement le problème? peut-il mettre en correspondance ce qu'il a compris et ce qu'il fait ?

o o o o o o o o o o o

II - LES FONCTIONS A L'OEUVRE DANS LES PROCESSUS COGNITIFS

Plusieurs fonctions mentales sont à l'oeuvre dans un apprentissage. Elles agissent conjointement dans la pensée mais obéissent à des logiques différentes.

1 - Fonction de formalisation

Elle permet au sujet de se situer à un certain degré de généralité en se dégageant des aspects contingents du problème posé. Pour ce faire le sujet doit trier l'essentiel de l'accessoire, l'invariant et le variable, identifier les régularités. Il dégage ainsi la "forme" du problème, plus générale que le problème lui-même. Cette étape est nécessaire pour rapprocher ce cas d'autres déjà connus et lui appliquer une solution expérimentée antérieurement, ou bien en inventer une nouvelle à partir d'éléments appris. Cette fonction s'appuie sur la non-contradiction logique et use d'argumentation. Elle conduit à envisager tour à tour ce qui est possible (au regard des données) et ce qui est nécessaire (les régularités ou lois qui régissent ce genre de situation).

2 - Fonction de réalisation

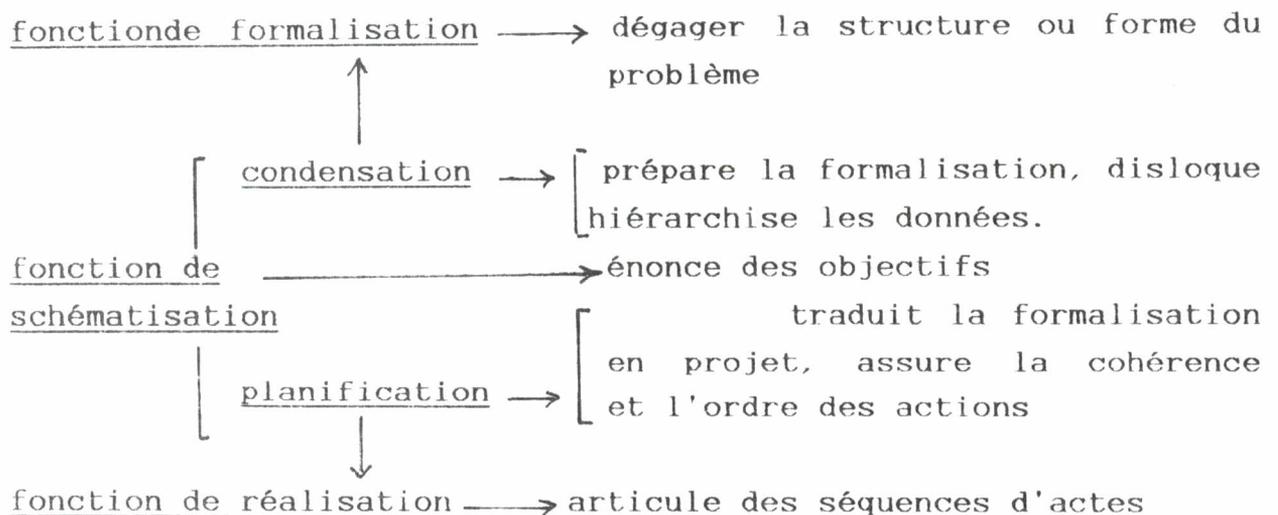
La logique de cette fonction est celle de l'action et son critère est la réussite. Elle vise à articuler des séquences d'action indissociables qui mises bout à bout vont constituer l'action elle-même. Leur enchainement est irréversible et finalisé. Bien que ne relevant pas de la logique formelle, la fonction de réalisation ne renvoie pas nécessairement à un niveau opératoire préformel (cf. PIAGET).

Ces deux fonctions sont indépendantes dans leur principe, leur genèse et leur mise en oeuvre mais cependant elles interagissent dans toute résolution de problème: soit que l'une domine dans la démarche, soit qu'elles agissent en complémentarité ou de façon antagoniste. Il arrive par exemple que la fonction

de réalisation soit seule sollicitée pour certains problèmes, et que le sujet "économise" la formalisation parce qu'il est porté par des habitudes pratiques suffisamment efficaces. Ces deux fonctions sont sensibles à l'entraînement et peuvent être améliorées.

3 - Fonction de schématisation (DREVILLON)

Une troisième fonction a été mise en évidence: elle permet de mettre en relation les schèmes mentaux et l'action effective. Un élève peut avoir acquis un schème opératoire lui permettant de résoudre un problème donné, sans pour autant être capable de s'en servir pour résoudre effectivement le problème. En d'autres termes, il peut avoir compris sans toutefois être capable de mettre en oeuvre une solution réelle (sauter des étapes, ne pas savoir se relire etc). Pour que l'apprentissage soit efficace il faut qu'il y ait articulation entre formalisation et réalisation. La fonction de schématisation s'appuie sur des représentations de schèmes d'action, des diagrammes, des plans. Elle a pour but d'activer, stimuler, l'utilisation des schèmes opératoires et de réguler l'action effective. Son processus comporte deux phases, la condensation et la planification qui s'organisent comme suit:



UTILISATION PEDAGOGIQUE

° Dans tout apprentissage les trois fonctions sont en jeu mais de manière différente. L'enseignant peut se demander à chaque nouvel exercice quelle va être l'articulation réalisée par l'élève.

° Il ne faut pas oublier que certains enfants sont incapables d'établir spontanément un lien entre formalisation et réalisation. Ils savent mais ne peuvent réaliser convenablement, ou bien ils réalisent mais ne peuvent justifier leur action. Certaines disciplines ont tendance à solliciter plus la formalisation dans l'énoncé du cours et à valoriser la réalisation lors des évaluations. D'où la nécessité de travailler à un niveau intermédiaire par les schémas et les plans de travail, la mise en correspondance du savoir et de son utilisation pratique (à ne pas confondre avec son utilité).

° Cela entraîne que le savoir doit être présenté de façon opératoire: ce n'est ni une recette ni un contenu vide de sens.

o o o o o o o o o o

III - LES STYLES COGNITIFS

Au delà des différences de situation et de problèmes, malgré des degrés de maturité variés, chaque individu tend à utiliser ces trois fonctions d'une manière qui lui est propre. On peut reconnaître le "style" d'un apprenant à la façon dont il reçoit la consigne, identifie le problème, se représente les buts à atteindre, les erreurs à éviter, recourt à ses théories implicites. Son style est reconnaissable non seulement dans ses activités cognitives mais aussi perceptives et d'une façon plus générale dans ses attitudes.

Le critère le plus probant, choisi pour discriminer les styles est la façon dont un sujet se situe dans un contexte donné. Est-il capable de se détacher du contexte d'un problème pour n'en retenir que la structure, ou bien s'attache-t-il aux circonstances, à l'environnement physique ou social, aux aspects circonstanciels des données ? Est-il capable de s'abstraire du contexte et de lui imposer une structure, ou au contraire est-il dépendant du contexte ? Une personne "indépendante à l'égard du champ" (WITKIN) aura tendance à soumettre les données perceptives et cognitives à son propre cadre de référence et à les structurer, tandis qu'une personne "dépendante à l'égard du champ" a plutôt tendance à les prendre telles quelles.

Caractéristiques des styles cognitifs:

<u>dépendance à l'égard du champ</u> (global)	<u>indépendance à l'égard du champ</u> (analytique)
° difficulté à extraire une donnée de son contexte, à structurer problème, à généraliser.	° contrôle l'organisation des perceptions, structure les données.
° intuitions sociales, sensible aux significations sociales, aux relations; sensible aux influences.	° peu attentif aux relations interpersonnelles. peu sensible aux influences
° peu de référents internes	° références internes fortes moi structuré
° représentation globale du corps	° schéma corporel articulé

UTILISATION PEDAGOGIQUE

° Bien qu'ayant une certaine stabilité, les styles cognitifs sont sensibles à l'apprentissage.

° Chaque style a sa valeur adaptative propre, mais l'école française a tendance à valoriser l'indépendance à l'égard du champ.

Caractéristiques pédagogiques

<u>dépendants à l'égard du champ</u>	<u>indépendants à l'égard du champ</u>
° utilisent volontiers des indices sociaux (aide, encouragement)	° sont centrés sur la tâche
° apprentissage facile du matériel social (attitudes)	° peu sensibles aux indices
° ont besoin qu'on leur assigne des buts, que les évaluations produisent des renforcements positifs	° sont capables de s'assigner eux-mêmes des buts, sont efficaces même sans récompense; peuvent s'auto-évaluer
° analysent peu, ne structurent pas, privilégient les intuitions globales, aiment à travailler en groupe;	° peu enclins aux apprentissages socio-affectifs
° mémorisent mieux si le matériel est organisé;	° mémorisent dans n'importe quelle condition
° les media visuels et auditifs favorisent leur apprentissage.	
° Les professeurs appartenant à un style cognitif donné sont perçus positivement par les élèves du même style.	

Il est possible de perfectionner un style et aussi de le compléter par l'acquisition de stratégies relevant de l'autre style.

o o o o o o o o o o o

Des activités mentales aux profils pédagogiques.

Si comprendre est une activité centrale dans l'apprentissage intelligent, les fonctionnements que nous venons d'examiner ne rendent pas compte de la totalité de l'acte d'apprendre. Nous allons envisager deux activités mentales, l'attention et la mémoire qui sont aussi fortement mobilisées.

I - L'ATTENTION (1)

On pense communément qu'être attentif suppose de faire le vide en soi pour être totalement réceptif à l'objet regardé, au son écouté. Or comme le remarque A. de LA GARANDERIE, cet impératif relève du paradoxe:

"Si tu veux regarder quelque chose, commence par ne rien voir";

"Si tu veux écouter quelque chose commence par ne rien entendre".

1 - La différence entre voir et regarder; entendre et écouter

Chacun d'entre nous s'est surpris au moins une fois à voir sans regarder un objet placé devant lui, à entendre sans écouter un son, un bruit de fond. Ce que nous voyons ou entendons dans ces conditions est évacué de notre conscience. Il nous est la plupart du temps impossible d'en parler. Par contre l'objet regardé ou le son écouté sont mémorisés. Ils se détachent sur le fond de ce que nous n'observons pas, le champ des objets vus mais non regardés, le champ des sons entendus mais non écoutés. En fait pour être perçu un objet ou un son a besoin d'apparaître par différenciation, de se détacher comme une figure sur un fond. Pour cela il faut que le fond existe tout en n'étant pas trop prégnant: un équilibre subtil doit exister entre l'objet et le fond sur lequel il se détache.

2 - Le "geste d'attention"

L'attention ne peut se maintenir que grâce à des intermit- tences qui renvoient du regardé au vu, de l'écouté à l'entendu. Tout se passe comme si le geste d'attention avait besoin de

se ressourcer et de se reposer dans l'inattention. Il est nécessaire qu'il y ait perception inattentive pour que l'attention puisse naître. Il n'y a donc pas lieu d'aseptiser l'environnement pour éviter à l'élève de trouver des prétextes à sa distraction.

Le geste d'attention est porté par le projet de retenir mentalement l'information recueillie. Il s'agit de transformer la perception de l'objet ou du son en images visuelles ou auditives. Ces images sont de véritables médiations entre la perception et la mémoire.

Outre la nécessaire alternance décrite plus haut, le geste d'attention doit comporter un acte volontaire: l'élève pour être véritablement attentif doit non seulement pouvoir faire exister une image mentale mais aussi savoir que là est l'activité que l'on attend de lui.

3 - L'attention et l'intérêt; l'attention et la mémoire

L'attention et l'intérêt sont différents: je puis être fort intéressé par un sujet et être incapable de concentrer mon attention dessus. L'intérêt ne crée pas l'attention, il n'en est même pas la condition. Pour être attentif il faut faire "passer le réel perçu présenté en réel mental représenté" (2).

En ce qui concerne les rapports entre attention et mémoire, la première différence tient au fait que l'attention s'exerce en présence de l'objet, tandis que la mémoire n'intervient que lorsque l'objet est absent. Encore faut-il remarquer que la mémoire est très rapidement sollicitée par l'attention aux sons du fait même du caractère fugace de ceux-ci. Pour faciliter le travail d'attention aux sons, il faut que l'émission de ceux-ci soit suffisamment redondante. Mais un lien très fort existe entre attention et mémoire: la première est soutenue par le projet d'alimenter la seconde en passant par un même processus d'intériorisation, d'élaboration d'images mentales.

L'ensemble de ces activités est nécessaire pour que la compréhension ait lieu. On n'opère pas sur des informations brutes mais sur des représentations formées à partir de ces informations. La compréhension a besoin d'un matériau déjà élaboré. La plupart du temps nous n'en avons pas conscience mais dans les cas les plus difficiles nous déclenchons délibérément cette activité préalable d'élaboration de l'information en vue de la rendre utilisable.

USAGE PEDAGOGIQUE

°L'exhortation à l'attention est inefficace. Au mieux elle conduit l'enfant à se concentrer sur sa volonté d'être attentif, en aucun cas sur l'objet. De même épurer l'environnement tend à rendre triste le cadre scolaire sans entraîner de gain significatif sur le plan de la concentration.

°Il vaut mieux indiquer à l'enfant comment s'y prendre pour être attentif: écouter, regarder avec le projet de redire ou de revoir.

°Ménager des moments pour que l'intériorisation de l'information se fasse, particulièrement lorsque celle-ci est complexe ou très importante.

°Faire reformuler, parce que la reformulation concrétise le projet de redire mais aussi parce que l'enseignant peut ainsi s'assurer que le geste mental a été fait et bien fait.

°Varier les supports d'information et laisser des traces permanentes de l'information la plus importante pour multiplier les occasions d'alternance du geste mental sous ses deux aspects, auditif et visuel.

°Si les élèves persistent dans l'échec, plusieurs hypothèses sont à envisager:

- inadaptation des moyens utilisés par le professeur aux modalités personnelles de l'attention de l'élève.
- trouble de la perception (audition, vision).
- impossibilité à gérer les représentations nécessaires; ici nous sommes ramenés à des cas déjà examinés de formation des concepts et d'obstacles épistémologiques.

II - LES ACTIVITES DE MEMORISATION

La considération du rôle de la mémoire dans les activités intellectuelles suscite des prises de position contradictoires: les uns en font un usage immodéré et lui attribuent une place centrale dans l'évaluation en tant qu'indicateur quasi exclusif des performances cognitives (par la défense systématique de recourir aux notes de cours et aux documents dans les contrôles on privilégie la mémorisation par rapport aux autres activités mentales), les autres la dévalorisent systématiquement, considérant qu'elle est un moyen d'enregistrement passif de l'information. Nous n'adopterons ni l'une ni l'autre attitude, considérant que la mémorisation est nécessaire aux comportements intel-

ligents mais qu'elle ne peut à elle seule rendre compte de la totalité des activités mentales.

1 - Les types de mémoire (3)

On peut décrire la mémoire de deux points de vue: soit par rapport à sa structure, soit par rapport à la tâche qu'elle permet d'accomplir.

- mémoire à court terme: c'est le registre de la mémoire où les informations sont les plus labiles; une grande quantité d'informations y circule et disparaît rapidement si elle ne subit pas un traitement particulier qui lui permet d'être stockée dans la mémoire à long terme. Les informations de la mémoire à court terme sont faciles à retrouver.

- mémoire à long terme: ce registre de la mémoire est plus sélectif car il suppose un codage préalable. Sa capacité est fort grande et le stockage y est durable. Cependant l'information qui s'y trouve n'est pas inerte et il n'est pas rare d'observer des interférences. De plus il peut s'avérer difficile de récupérer un souvenir stocké.

- mémoire opérationnelle: ce registre de mémoire se définit par rapport à sa fonctionnalité; il conserve l'information nécessaire à la réalisation d'une tâche. Il est remis à jour en fonction des besoins de celle-ci et les informations n'y sont conservées que tant qu'elles sont utiles (ex: les consignes de travail, les données du problème).

- mémoire de travail: ce registre fonctionnel a également une capacité limitée pour laquelle les autres activités cognitives entrent en compétition. Si leur charge est importante (inférence, contrôle de la tâche, recherche en mémoire à long terme...), le stockage sera faible.

- mémoire permanente: elle désigne les informations de la mémoire à long terme où il est possible de puiser des informations à caractère général qui se révèlent utiles pour réaliser la tâche, bien qu'elles ne lui soient pas directement liées.

Dans la résolution de problème toutes les formes de mémoire sont impliquées mais de manière différente.

2 - Les caractéristiques de la mémoire à court terme

On suppose que la capacité limitée de la mémoire à court terme et la concurrence de la mémoire opérationnelle avec les autres activités mentales tient au fait que pour maintenir une information labile dans ce registre, le sujet doit se livrer à une sorte de récapitulation et de répétition mentale. Si l'

activité cognitive concurrente ne le permet pas, alors l'information disparaît. On a mis en évidence que la capacité de résolution de problème est fortement corrélée avec la capacité de la mémoire à court terme.

La limitation de la capacité de la mémoire à court terme a pour effets:

- que la compréhension d'un énoncé peut être une charge mentale telle qu'elle gêne le codage et le stockage de l'information. Il n'est pas rare que chez un enfant pour qui le déchiffrement est une activité très mobilisatrice, la mémorisation du texte se révèle impossible.

- un défaut de prise en compte de données lorsque le sujet ne sélectionne pas bien l'information et dépasse la capacité de sa mémoire.

- la perte du contrôle d'une action qui met en oeuvre un algorithme long et complexe.

USAGE PEDAGOGIQUE

° On peut aider efficacement la mémoire à court terme par des représentations imagées qui permettent d'actualiser facilement l'information. En effet les images sont moins sujettes à compétition avec les autres activités cognitives que la parole qui elle-même fait appel à la mémoire à court terme.

3 - Les conditions de mémorisation de la mémoire à long terme

Deux opérations distinctes caractérisent la mémoire à long terme: le stockage de l'information, et sa recherche. On observe que chez les jeunes enfants c'est la recherche de l'information qui s'avère la plus difficile ^{be} problèmelement parce que celle-ci n'est pas convenablement codée. Les indices qui accompagnent un souvenir ont un rôle essentiel lors de sa recherche. La possibilité de retrouver une information dépend de la différence entre le contexte d'enregistrement et le contexte de rappel. Si le second est trop éloigné du premier, l'information sera difficile à retrouver.

La recherche dans la mémoire se fait dans une sorte de réseau par lequel les informations sont connectées entre elles. Le passage par le code donne l'entrée dans le réseau. On peut se faire une idée de ce processus en le comparant à la recherche documentaire pour laquelle le codage des documents est le passage obligé et la qualité de sa maîtrise le garant de l'efficacité. Certaines situations sont d'emblée perçues comme codées: par exemple quand un élève lit "on enlève" dans l'énoncé d'un

problème, cela agit sur sa mémoire comme un indice évoquant la soustraction. Dans d'autres situations le codage reste à faire. Comme de ce codage dépend la qualité de sa recherche, il est utile de savoir que le contexte influence fortement la capacité à coder.

USAGE PEDAGOGIQUE

° Il est bon que le professeur se souvienne lorsqu'il rédige ses énoncés, que ^{les} éléments de l'énoncé jouent le rôle d'indices par rapport à la recherche mnémonique: les termes utilisés, la différence de contextes peuvent être autant d'obstacles à une mémorisation convenable.

° On peut entraîner les élèves à coder une information par l'habitude de la recherche documentaire, en leur faisant rédiger eux-mêmes des énoncés de problèmes.

La recherche sur le stockage des souvenirs est ancienne et abondante. Nous ne retiendrons que quelques aspects qui nous paraissent directement utiles pédagogiquement.

Les caractéristiques du matériel à mémoriser ont une influence sur le stockage: on mémorise mieux un matériel signifiant, familier et structuré.

On connaît aussi l'influence de l'organisation temporelle du travail de mémorisation: quand l'apprentissage est distribué dans le temps il faut moins d'essais que dans le cas d'un apprentissage massé sauf si les informations risquent peu d'interférer entre elles. La distribution favorise la mémorisation des informations apprises en premier lieu.

En ce qui concerne l'organisation de l'information, on observe que tant que le matériel n'est pas trop long, l'apprentissage en un seul bloc (global) est plus efficace que l'apprentissage partiel. L'apprentissage global convient mieux aux sujets dont le Q.I. est élevé et en début d'apprentissage, il permet de percevoir la structure du matériel à mémoriser.

L'apprentissage que l'on fait sans intention, ou apprentissage incident est peu fiable et sélectif. On sait par ailleurs que des facteurs affectifs ont un poids important dans la mémorisation: la frustration d'une tâche interrompue peut entraîner un meilleur souvenir, tandis que l'anxiété provoque une mauvaise rétention (4).

USAGE PEDAGOGIQUE

° La répétition n'est pas le seul moyen de favoriser la mémorisation: on peut organiser l'apprentissage en jouant sur d'autres

variables comme les caractéristiques de l'information (signification, structuration), l'organisation dans le temps, le découpage, les facteurs affectifs.

° La récitation ou la reformulation ont un effet positif non pas comme contrôle mais comme apprentissage en ce sens qu'elles permettent à l'élève de finaliser son activité de mémorisation (il se voit en train de réciter), d'exercer un autocontrôle, de structurer le matériel par le simple fait du rythme de sa parole et de son accentuation.

III - LES PROFILS PEDAGOGIQUES (5)

Les élèves ne sont pas identiques du point de vue des activités mentales nécessaires au travail intellectuel: ils ont différentes façons d'appréhender la connaissance, de la mémoriser et de l'utiliser. Dans une perspective de différenciation il est souhaitable de permettre à chacun d'utiliser au mieux ses ressources propres et d'en combler les lacunes. Plutôt que d'imposer une méthode de travail uniforme, l'enseignant devra donc mettre à jour ces modalités différentes, conseiller les élèves pour les améliorer. Il lui faudra donc dans un premier temps connaître les méthodes de travail de ses élèves.

Celles-ci résultent d'habitudes précocement acquises et le plus souvent restent insoupçonnées par les enfants et leur entourage. On a peu souvent l'occasion de s'interroger sur elles, qu'elles soient spontanées ou résultat d'une pression de l'entourage, elles finissent par paraître évidentes. Cependant il peut y avoir discordance entre celles de l'élève et celles du professeur. L'enfant se trouve alors systématiquement pénalisé sans que personne en ait conscience. Il est donc intéressant, non seulement de connaître les méthodes de l'élève mais aussi celles du professeur afin qu'il puisse éventuellement les rééquilibrer.

1 - Les images évocatives

Il existe deux types fondamentaux d'évocation intellectuelle: visuelle et auditive. Certains se remémorent une page de livre, un paysage, un objet, d'autres un son, un mot entendu, une voix. Ces habitudes constituent "la langue maternelle" de chacun, la trame des représentations sur lesquelles il exerce son activité intellectuelle.

2 - Les paramètres

Ces langues sont précisées par des références concrètes que l'on a pu mettre en évidence en analysant les images évocatives d'un certain nombre d'élèves. Leur contenu peut être:

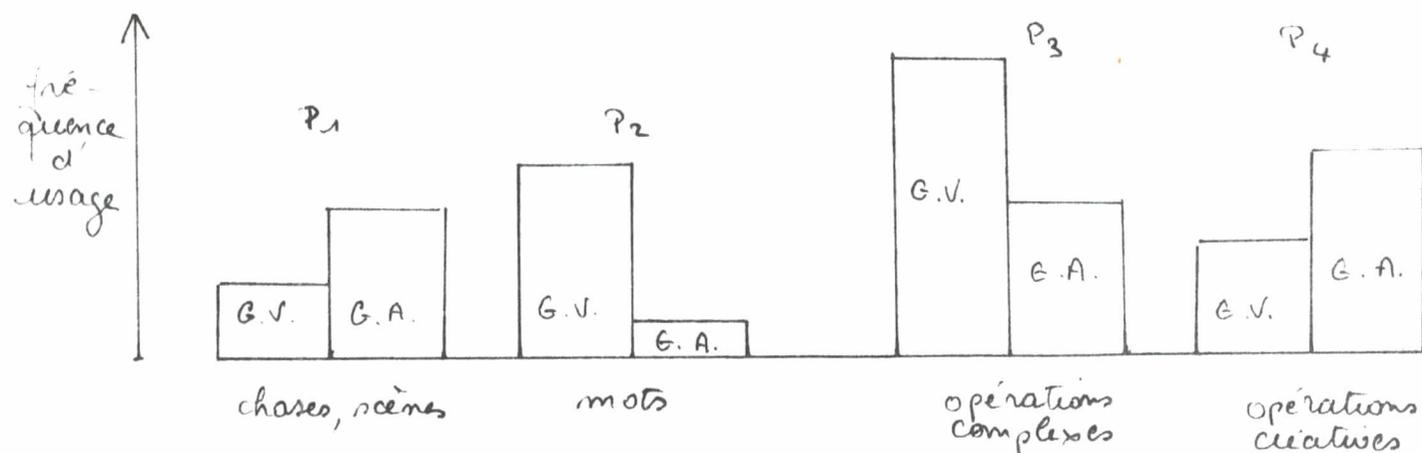
- des perceptions d'objets ou de scènes,
- des indications données par des mots,
- des rapports, des relations entre objets, des lois,
- des idées créatives, des symboles.

3 - Les profils pédagogiques

En mettant en relation la langue maternelle et les différents paramètres qui la caractérisent on obtient le profil pédagogique d'un apprenant. Celui-ci caractérise son activité mentale. Il a une certaine stabilité dans le temps mais il est sensible à un apprentissage. On peut tracer le portrait d'un élève, déterminer quelles sont ses habitudes évocatives favorites, celles qui lui font défaut. On peut aussi les rapprocher de celles de l'enseignant.

On peut ainsi interpréter certaines erreurs qui sont simplement dues au décalage entre les pratiques de l'enseignant et les besoins de l'élève qui entraîne des difficultés d'attention, une mémorisation défailante, des problèmes de compréhension.

exemple de profil



4 - Les moyens de connaître les profils pédagogiques

On peut enquêter sur les profils pédagogiques des élèves de plusieurs façons:

- Collectivement après une leçon ou un devoir, on peut analyser les solutions trouvées, les démarches mises en oeuvre. Il est utile de comparer les procédures, d'en montrer les avantages, les inconvénients, ce qui les rend possibles, à quelles connaissances elles ont fait appel. Cela peut aller du simple énoncé oral des solutions trouvées, à l'analyse étape par étape avec un support projeté au tableau. Les questions à poser aux élèves visent à remémorer les étapes du travail, analyser

les moments critiques, déterminer ce qui les a aidés à surmonter leurs difficultés. Cette réflexion sera d'autant plus efficace, qu'elle aura été précédée par une recherche en petits groupes ou en duos, où les échanges entre élèves auront amorcé l'analyse. Ce type de correction, bien qu'étant plus long que la correction traditionnelle se révèle plus efficace dès que les élèves y sont entraînés. Non seulement elle leur permet de prendre conscience de leurs méthodes de travail et en informe le professeur, mais elle attire l'attention sur les démarches plutôt que sur les résultats, permettant ainsi aux enfants d'opérationnaliser leurs connaissances.

- Individuellement, la même procédure peut être utilisée dans les cas d'élèves très en difficulté.

- Le questionnaire utilisé périodiquement au cours de l'année par plusieurs professeurs peut permettre de comparer les méthodes de travail dans diverses disciplines et d'étayer une guidance personnalisée. Celle-ci peut se faire aussi bien dans un cadre disciplinaire que non-disciplinaire selon l'objectif que l'on poursuit et les problèmes particuliers de l'enfant.

Les questions peuvent porter sur l'apprentissage des leçons, la réalisation des devoirs, l'écoute en classe. Le but n'est pas de culpabiliser l'élève à propos de ses manques, mais plutôt de caractériser sa façon de travailler.

o o o o o o o o o o

(1) cf. A. de LAGARANDERIE - Pédagogie des moyens d'apprendre - Le Centurion - Paris - 1982.

(2) id. p 29

(3) cf. J-F RICHARD - Mémoire et résolution de problèmes - in Revue française de pédagogie - N° 60 - juillet à septembre 1982 - p 9 à 17.

(4) cf. Traité de psychologie expérimentale sous la direction de P. FRAISSE et J. PIAGET - tome IV Apprentissage et Mémoire PUF - Paris - 1968.

(5) A. de LA GARANDERIE - Les profils pédagogiques - Le Centurion Paris - 1980.

(se reporter aux ANNEXES IX et IX bis).

Au terme de notre analyse il nous reste à examiner de quelle manière un enseignant peut réinvestir l'information recueillie, réutiliser les hypothèses faites dans le diagnostic a priori et le diagnostic a posteriori. Le raisonnement qu'il se tient a à peu près l'allure suivante:

- constat: les élèves la plupart du temps font telle erreur (diagnostic a priori), ou les élèves ont fait telle erreur (diagnostic a posteriori);

- hypothèse: la (ou les) raison(s) la (les) plus probable(s) est (sont) celle(s)-ci;

- proposition d'action: je dois donc agir sur tel aspect du triangle didactique (relation pédagogique, apprentissage, didactique de la discipline) en vue de produire tel effet.

Les erreurs étant de nature différente, entraînent des remédiations variées. On peut distinguer trois sortes d'erreurs (1). Celles qui sont à prévenir. Ce sont en général celles qui sont dues à une mauvaise conception du dispositif pédagogique: mauvaise appréciation des prérequis qui entraîne l'échec massif de la classe, consignes imprécises donc mal comprises... L'outil privilégié qui permet de faire face à ces erreurs est le diagnostic a priori qui se nourrit de l'analyse de l'expérience de l'enseignant. Il existe des erreurs à corriger pour lesquelles le traitement sera curatif. Ce sont les erreurs dues à la mauvaise gestion de l'attention, à une compréhension défaillante, à une mémorisation lacunaire. Le professeur est obligé d'envisager d'autres approches, d'autres formes de travail, d'autres explications. Enfin il existe des erreurs à rectifier progressivement. Ce sont celles qui résultent d'un brouillage de la connaissance par des représentations parasites, par des images affectives, des problèmes relationnels. Ce peuvent être aussi, les erreurs qui résultent d'une mauvaise méthode de travail, d'une gestion inadéquate de l'effort. Ces problèmes ne peuvent être réglés une fois pour toute. Ils sont l'accompagnement inévitable de tout processus de formation. L'enseignant sera attentif à les détecter et les traitera au fur et à mesure de leur apparition.

Il nous reste à évoquer les limites de la remédiation. On ne peut s'attendre à un effet magique. Même correctement con-

CONCLUSION

cue et menée, elle peut se révéler inopérante. Les processus mentaux sont complexes et ce qui en affleure dans la performance ne peut être tenu pour totalement représentatif. WALLON souligne à quel point la conduite d'un enfant peut être déstructurée avant qu'un progrès ne se fasse. On admet bien que le petit enfant qui commence à marcher passe par une période de grande maladresse où il semble avoir oublié des schèmes moteurs élémentaires. C'est qu'on se représente l'énorme changement que produit en lui la découverte de ses nouvelles possibilités. Toute proportion gardée, un progrès dans le développement cognitif peut produire des changements aussi importants. Il nous faut donc bien admettre qu'un enfant semble régresser, échoue avant de réussir à tous coups. L'"acharnement pédagogique", la volonté de remédier à tout prix n'est pas forcément efficace. L'acte pédagogique se déroule dans le temps. Ce qui n'est pas appris aujourd'hui le sera peut-être demain avec beaucoup de facilité. De fait chaque enseignant se fixe une marge de tolérance concernant l'échec, marge variable selon l'importance de l'apprentissage, la nature de l'erreur faite, la personnalité des élèves en cause, le temps dont il dispose. Cette marge fait partie de la compétence d'expert qu'acquiert l'enseignant par son expérience quotidienne. Encore faut-il qu'il se donne les moyens de la connaître et de la gérer.

o o o o o o o o o o

(1) d'après un exposé de P. BARANGER sur Les activités de remédiation - Module d'approfondissement pour les collèges rénovés: "Le diagnostic d'erreur" le 21-01-87.

ANNEXES

ANNEXE IMathématique et épistémologie (1)

D'où parle le mathématicien ? D'où vient-il ? Il n'est pas du Ciel, puisque son dire n'est jamais tout entier déjà dit. Il n'est pas de la Terre qui nous tient d'autres discours: nous "rencontrons" des cailloux et des arbres. Mais **trois** cailloux, **deux** arbres ? Jamais. Pour les voir, il y faut déjà quelque opération.

On a beau enterrer Pythagore. Le sol qui le reçoit ne portera pas spontanément le fruit mathématique. Quel est donc ce lieu où s'inscrit le texte selon lequel naît la strictr parole mathématique ? ...

On sait que la langue mathématique peut, en droit, être entièrement formalisée. On sait aussi que le projet de n'écrire d'autres textes mathématiques qu'entièrement formalisés est, humainement, irréalisable. Ecrire " $1+0=1$ " exigerait quelques centaines de milliers de signes. De tels textes ne pourraient ni être écrits, ni être lus. On sait aussi qu'aujourd'hui les machines peuvent accomplir ce dont les hommes sont incapables.

Imaginons donc une machine qui, pouvant lire et écrire des textes mathématiques entièrement formalisés, pourrait de plus, en utilisant ces assemblages de signes que sont les axiomes et les règles de dérivation, fabriquer des théorèmes et écrire leurs démonstrations. Supposons qu'une telle machine puisse fonctionner toute seule indéfiniment et qu'on l'enferme dans un sous-sol où on l'oublierait pendant, par exemple vingt ans. Au bout de vingt ans, la machine aura produit un nombre incalculable d'énoncés. Aura-t-elle **produit des mathématiques** ? La chose est peu probable. Les suites d'énoncés seront produites au hasard. Et il est bien possible que dans l'espace de vingt ans, la machine écrive un ensemble de théorèmes dont aucun ne sera plus intéressant que " $1+0=1$ ". Il est possible aussi qu'elle produise quelques énoncés intéressants, mais cette répartition sera elle-même le fait du hasard. Pour qu'une machine puisse "faire des mathématiques", il faudrait la construire de telle sorte qu'elle puisse en engendrer d'autres: des machines selectives qui classeraient les espèces de théorèmes, programmeraient toute une stratégie de créativité, garderaient en réserve pour les utiliser un jour les énoncés jugés peu intéressants en fonction des programmes choisis. Bref

la machine devrait, si l'on nous permet ce barbarisme, "s'historialiser" elle-même; se donner des traditions, accomplir ses révolutions, définir sa "politique".

C'est l'objet de l'épistémologie de reconnaître et de dessiner, à travers le champ à la limite du formalisable des objets mathématiques, les sous-univers, les espaces épais dont l'enchaînement et les connexions constituent le domaine en devenir où vit et se fait la mathématique effective...

extrait de "Les idéalités mathématiques" de Jean T. DESANTI
Seuil - Paris - 1968 - Avant-propos p I et VII.

(1) ce titre n'est pas de l'auteur.

extrait de :

Mathématiques vides et mathématiques significatives de
J. DIEUDONNE in Penser les mathématiques - Séminaire de philoso-
phie et mathématiques de l'Ecole Normale Supérieure - Seuil

Paris - 1982 - P 21 à 31.

tas de questions qui vont foisonner et donner des résultats souvent très remarquables. Il ne fait aucun doute que toute la théorie des équations fonctionnelles, des équations différentielles aux dérivées partielles, intégrales, intégral-différentielles, etc., a été depuis trois cents ans une source d'inspiration constante pour les mathématiciens, et cela non seulement par les problèmes auxquels elle donne lieu, mais quelquefois par ses méthodes. Les physiciens ont en effet des idées à eux sur les problèmes qu'ils posent. Comme ils connaissent leur science beaucoup mieux que nous, ils ont des raisons de croire que c'est à certaines lois, par exemple à des principes de maxima et de minima, que les phénomènes physiques doivent satisfaire. Cela inspire alors le mathématicien qui se dit : « Pour trouver une solution prenons une fonction qui donne un minimum; peut-être est-ce la solution. » Ce procédé, qui réussit effectivement dans beaucoup de cas, fournit un exemple typique où la physique, en quelque sorte, inspire les mathématiques, non seulement par les problèmes, mais même par les méthodes, révélant ainsi un lien extrêmement étroit des mathématiques avec la physique et les applications. En outre, depuis, disons, une cinquantaine ou une centaine d'années, sont apparus les statistiques, les ordinateurs; et l'algèbre ainsi que la théorie des probabilités sont devenues à leur tour immédiatement applicables à des quantités de questions où autrefois les mathématiques n'intervenaient pas. Tout cela pour reconnaître qu'il serait ridicule de dire que les mathématiques actuelles n'ont aucun rapport avec la réalité. Mais l'inverse est tout aussi ridicule. Dire que le reste des mathématiques n'a pas d'importance et n'a jamais été intéressant en quoi que ce soit est complètement contredit par toute l'histoire.

Quelquefois on vous dit : « Si ce ne sont pas les applications qui ont suscité les mathématiques, qu'est-ce donc ? » Certains invoquent des raisons sociologiques. Je veux bien, mais je n'ai jamais rien vu de très convaincant dans ce sens-là. Il est évident — et tellement banal — qu'on ne peut pas faire de mathématiques quand le niveau social ne laisse pas un certain loisir et une certaine position sociale à ceux qui ont besoin de beaucoup de temps pour réfléchir et pour résoudre leurs problèmes. Il faut donc procurer aux mathématiciens en puissance un certain niveau de vie qui leur permette de consacrer énormément d'efforts et de concentration à leur recherche, sans être toujours occupés par la question de savoir s'ils mangeront

dans trois jours ou dans deux heures. Mais, à affirmer cela, on n'a rien expliqué du tout. C'est une de ces banalités qu'on ose à peine reformuler. Voici un petit problème pour ceux que cela intéresse : en 1796, le jeune Gauss, qui avait à l'époque dix-huit ou dix-neuf ans, s'est mis en tête de trouver une construction, par la règle et le compas, du polygone régulier à dix-sept côtés. Celui qui m'expliquera pourquoi le milieu social des petites cours allemandes du XVIII^e siècle où vivait Gauss devait inévitablement le conduire à s'occuper de la construction du polygone régulier à dix-sept côtés, eh bien, je lui donnerai une médaille en chocolat. Mais tâchons d'être sérieux et revenons à la question de savoir ce qui fait démarrer les mathématiques. Je crois qu'on ne veut pas envisager quelque chose de tout à fait trivial et visible partout autour de nous : j'ai eu des enfants et des petits-enfants, et je vois les gosses passer leur temps à vous poser des devinettes, à exercer leur sagacité et leur curiosité en se précipitant sur les énigmes, les puzzles et les mots croisés avec une joie sans mélange. C'est un fait universel qu'on observe dans tous les pays et à toutes les époques : il y a une espèce de curiosité innée et naturelle de l'être humain à résoudre des devinettes. Ne cherchez pas plus loin, les neuf dixièmes des mathématiques, en dehors de celles qui ont été suscitées par des besoins pratiques, sont des résolutions de devinettes. Si vous ne le croyez pas, voici quelques exemples :

D'abord, avant 1700 environ, personne n'aurait jamais osé soutenir cette croyance un peu stupide que seule la technique est à l'origine des mathématiques. Les Grecs étaient exactement de l'avis opposé. Des textes de Platon et d'Archimède foudroient de mépris les malheureux qui font servir les mathématiques à de viles besognes de calcul ou de mesure⁽⁷⁾. Archimède lui-même dit — c'est Plutarque qui le rapporte⁽⁸⁾ — qu'il était honteux des fameuses machines qu'il avait construites pour le siège de Syracuse, qu'il n'aurait jamais osé y consacrer un article parce que c'était de l'application et qu'il méprisait profondément ceux qui étaient assez vils pour s'occuper de choses pareilles. Aucun doute donc : l'idée que les mathématiques proviennent de besoins techniques est extrêmement récente et — comme je vous l'ai dit — tout à fait fautive. Commençons par des exemples tirés de l'Antiquité, parce que, justement, les Grecs ont commencé dès le V^e siècle avant Jésus-Christ, et même avant, avec Pythagore, à se poser des problèmes dont il est visiblement impossible d'assigner les éventuelles origines pratiques. La

.../...

2. Origine des théories mathématiques

Un deuxième point sur lequel il faut peut-être s'étendre un petit peu, c'est la question de l'utilité, de l'applicabilité, etc., des mathématiques pures vis-à-vis des mathématiques appliquées. On a dit à ce sujet énormément de bêtises dans les deux sens et je voudrais tout de même essayer de mettre les choses au point, toujours en restant sur un plan aussi objectif que possible. Que voyons-nous en regardant les mathématiques et leurs applications actuelles?

D'abord, il ne fait aucun doute que, historiquement, les mathématiques ont à leur origine des problèmes d'ordre pratique : numérations, mensurations de figures... Une foule de documents attestent l'origine des mathématiques dans le réel. Absurde est l'attitude de ceux qui prétendent qu'il n'y a jamais eu dans les mathématiques d'autres motivations que l'application à des problèmes variés du monde réel, de la science appliquée, de la technique, de la science pure; là il est aussi absurde de nier que d'affirmer sans nuances.

Depuis la Renaissance et surtout depuis le calcul infinitésimal, une partie très importante des mathématiques a des applications directes aux sciences de la nature, surtout à la physique. C'est la science qui est vraiment adaptée à l'application des mathématiques⁽⁸⁾. Ces applications, très nombreuses et très variées, posent des problèmes constants aux mathématiciens; elles en ont posé sans arrêt, elles continuent d'en poser et elles jouent un rôle considérable dans le développement des mathématiques pures. Pourquoi? Parce qu'un mathématicien qui reçoit un problème d'un collègue des sciences de la nature essaie d'abord de le formuler de façon à le comprendre (ce qui n'est pas toujours le cas). Ensuite, quand il l'a compris et mis sous une forme purement mathématique, il cherche à le résoudre, ce qui pose des

la plupart des problèmes sur les nombres nous sont connus par le traité de Diophante, qui est tardif (¹). Je n'entrerai pas dans les détails historiques — Diophante représente une tradition un peu hétérodoxe —, mais voici deux de ses problèmes (il y en a entre cent et deux cents, tous du même acabit) qui illustrent le genre de questions auxquelles les Grecs s'intéressaient :

1^o Trouver trois nombres x_1, x_2 et x_3 tels que $x_1 x_2 + x_1 + x_2$ soit un carré, et ceci pour les trois combinaisons possibles de deux nombres (par « nombres », Diophante entend toujours « nombres rationnels », non nécessairement entiers, mais surtout non irrationnels; il sait ce que c'est, mais ne veut pas en entendre parler).

2^o Trouver un triangle rectangle, de côtés a, b, c (a est l'hypoténuse), tel que $a - b$ et $a - c$ soient des cubes.

Vous serez convaincus, je pense, que les possibilités d'une origine technique de ces deux problèmes sont absolument impensables. Ce sont des devinettes qui se perpétuent dans des branches des mathématiques actuelles telles que la théorie des nombres, la combinatoire, la théorie des groupes. La résolution de tous ces problèmes exige d'ailleurs en général une énorme ingéniosité. Le mathématicien hongrois Paul Erdős est vraiment le roi des problèmes ingénieux et difficiles : il en a résolu plus d'un millier dans son existence. Voici deux exemples tirés de ses œuvres :

Le premier n'est pas de lui; c'est un problème que Sylvester avait posé et n'avait pas su résoudre, et qui a été résolu par un ami d'Erdős : dans le plan, on donne au hasard n points, pas tous situés sur une même droite. Il faut montrer qu'il y a toujours une droite qui passe exactement par deux de ces points.

Autre problème de ce genre : dans un disque de rayon 2, combien pouvez-vous placer de points de telle sorte qu'un point soit au centre, les autres n importe où, à condition que les distances mutuelles de deux points soient toujours plus grandes que 1? Réponse, d'Erdős cette fois-ci : vingt. Essayez de le démontrer. Ce n'est sûrement pas facile. Rien de ce que fait Erdős n'est facile, c'est toujours extrêmement astucieux.

En conclusion, les problèmes mathématiques ont une double origine : d'une part, les problèmes issus de problèmes techniques — on les pose au mathématicien qui les résout le mieux qu'il peut ou ne les résout pas —, de l'autre, les problèmes de pure curiosité, les devinettes.

3. Typologies des théories mathématiques

L'essentiel de ma conférence consista maintenant, en me fondant sur des textes historiques, à vous expliquer ce qui arrive à ces problèmes une fois qu'ils sont posés. Il y a plusieurs possibilités.

D'abord, il y a les problèmes qui n'évoluent pas, c'est-à-dire qui restent posés. Disons que ce sont les mort-nés (provisaires). Ils sont posés, on a essayé de les résoudre, on ne le sait pas et on continue à ne pas le savoir, parfois pendant des millénaires. Un problème célèbre de cette catégorie, qui nous vient des Grecs, a trait aux nombres parfaits. Un nombre parfait est un nombre qui est égal à la somme de tous ses diviseurs autres que lui-même. On connaît très bien tous les nombres parfaits pairs — c'est Euclide qui a donné un très beau théorème à ce sujet —, mais, depuis Euclide, on se demande en vain s'il y a des nombres parfaits impairs. On n'en a jamais trouvé un et on n'a jamais montré qu'il n'y en avait pas. On est au point mort.

Autre exemple : les fameux nombres de Fermat, de la forme $2^{2^n} + 1$; ils interviennent dans la division du cercle et c'est l'un d'eux, 17, que Gauss considéra dans son étude de la construction d'un polygone à dix-sept côtés.

Fermat avait calculé les quatre premiers nombres et s'était aperçu qu'ils étaient tous premiers; il avait alors affirmé qu'ils devaient être tous premiers. Malheur! Vous savez que même les très grands mathématiciens quelquefois, comme disent les Américains, *talk through their hat*, c'est-à-dire qu'ils disent des sottises. Un siècle après, Euler calcula le cinquième et constata qu'il n'est pas premier. Depuis, le problème est resté ouvert : pour $n \geq 5$, n y a-t-il aucun de ces nombres qui soit premier? Y en a-t-il un nombre fini? Y en a-t-il une infinité? On n'en sait rien. Je ne suis même pas sûr qu'on en ait calculé beaucoup depuis Euler.

Situation analogue pour les nombres de Mersenne de la forme $2^p - 1$, avec p premier. Ici, il y en a pas mal qui sont premiers. On ne sait toujours pas s'il y en a une infinité (¹²).

Autre problème : la constante d'Euler, dont on s'est toujours demandé depuis Euler lui-même si c'est un nombre rationnel, irrationnel, transcendant. On n'en sait rien (¹³).

Deuxième possibilité : le problème est résolu, mais il n'a pas de suite. Donc quelqu'un arrive, prend le problème et le résout au moyen d'une idée ingénieuse, mais ensuite on en reste là. Les cinq cent cinquante exemples d'Erdős sont à peu près tous à ranger dans cette catégorie. Cela témoigne d'une ingéniosité ahurissante — et je ne crois pas qu'il y ait un seul mathématicien vivant actuellement qui ait cette facilité d'inventer à chaque instant un nouveau truc pour résoudre un problème. L'embêtant, c'est qu'une fois le problème résolu, il ira enrichir les œuvres complètes de l'auteur et puis... c'est tout. Personne n'en fait rien; on ne voit absolument rien dans la solution qui puisse servir à résoudre un autre problème. Quelquefois, il y a des gens qui s'aperçoivent brusquement qu'au fond il y avait là une idée et que personne n'avait encore été assez astucieux pour la creuser; ils la créusent et en tirent quelque chose. Mais enfin l'énorme majorité des problèmes s'arrêtent pile, comme par exemple ceux du genre de Diophante.

La troisième possibilité présente déjà une petite amélioration. C'est ce qu'on appelle la découverte d'une méthode. Un mathématicien résout le problème et l'on s'aperçoit que les artifices utilisés peuvent servir à résoudre un autre problème. Mais encore un autre et, finalement, on comprend que toute une classe de problèmes, dépendant parfois de paramètres, est justiciable de la méthode qu'il vient de trouver. Mais d'où cette méthode sort-elle et pourquoi réussit-elle si bien? Même l'inventeur n'en sait rien. Tout ce qu'on peut faire, c'est la raffiner, l'améliorer, la diversifier... mais on ne comprend toujours pas.

La théorie des nombres regorge de méthodes de ce genre inventées par des mathématiciens géniaux qui ont réussi à fabriquer des méthodes, des moyens de raisonnement applicables à des quantités de problèmes. La plus ancienne, je crois, est la fameuse méthode de descente infinie, inventée par Fermat pour démontrer que l'équation $x^4 = y^4 + z^4$ n'a pas de solution entière (c'est un cas particulier du fameux problème de Fermat). Voici, en bref, l'astuce de Fermat : par un certain nombre de manipulations d'arithmétique, il arrive à montrer que, s'il y a une solution, il y en a une plus petite, c'est-à-dire qu'il y a au moins un des nombres de la nouvelle solution qui est plus petit que les nombres de l'ancienne. Ce procédé ne peut pas continuer indéfiniment, car on arrive forcément à un minimum, ce qui est manifestement impossible. Voilà une belle astuce qui a été

généralisée et appliquée à d'innombrables situations, un des chevaux de bataille des spécialistes de la théorie des nombres, mais pour laquelle on ne sait toujours pas pourquoi, au fond, ça marche⁽¹⁴⁾.

Toutes les méthodes qui ont réussi à prouver la transcendance des nombres (la première méthode d'Hermite par exemple; Hermite a démontré que le nombre e , base des logarithmes népériens, est transcendant) sont de ce type. En les raffinant et en les appliquant de mieux en mieux, on a obtenu l'irrationalité de π et de quantité d'autres nombres, tout en continuant à ignorer la raison profonde de ces succès⁽¹⁵⁾.

Finalement, nous arrivons au paradis des mathématiciens: ce sont ces problèmes qui, à force de réflexion, ont engendré des idées nouvelles qui, souvent, dépassent de façon incommensurable le problème qui leur a donné naissance. Non seulement il s'agit de méthodes, d'astuces de plus en plus raffinées, mais, nous, mathématiciens, nous avons l'impression qu'en analysant le problème et les nouvelles idées qu'il a suscitées, nous comprenons ce qui se passe. C'est là le but de tout homme de science: arriver à comprendre ce qui se passe dans le sujet qu'il étudie. C'est là, bien sûr, une simple impression, que la génération suivante comprendra encore beaucoup mieux que nous, et nous traitera d'imbéciles. Cela fait partie de l'évolution naturelle des sciences, mais en tout cas il ne fait aucun doute qu'il y a un gain en compréhension formelle. Les exemples typiques sont les fameux problèmes que se sont posés les analystes et les algébristes à partir du XVII^e siècle. Du point de vue de ceux qui prétendent que seule la technique compte, ces problèmes étaient idiots. Voici pourquoi.

Le premier problème, fameux, qui remonte aux Babyloniens, est celui de la résolution des équations par radicaux. Vous savez qu'on empoisonne les élèves des classes du secondaire avec la fameuse formule qui résout l'équation du second degré. Pendant très longtemps, on n'a disposé que de celle-là. Alors, on s'est dit: « Pourquoi pas pour le troisième degré et pour les autres? » Effectivement, au début du XVI^e siècle, un Italien, Scipione del Ferro, a trouvé une formule analogue pour le troisième degré⁽¹⁶⁾. Merveille! Une trentaine d'années après, Ferrari, un élève de Cardan, a encore trouvé une formule analogue pour le quatrième degré. De plus en plus merveilleux! A ce moment-là, on s'est dit: « Ça y est, nous y sommes, il y a des formules de résolution pour tous les degrés! » Et l'on s'est mis à chercher des

tas de formules, sans succès, malheureusement. Sur ces entrefaites, on découvre le calcul infinitésimal dont une des retombées permet justement, en un nombre fini de pas, de déterminer les racines de n'importe quelle équation avec autant de décimales qu'on veut (mettons vingt). C'est une méthode standard, bien connue depuis Newton, et qui, sur ordinateur, donne le résultat très rapidement, en quelques secondes, alors qu'autrefois il fallait trois ou quatre jours de gros travail. Par conséquent, il n'y a aucun doute que la méthode était parfaite pour les utilisateurs et pour les techniques. Pourquoi ces imbéciles de mathématiciens ont-ils continué à chercher des solutions par des radicaux, alors qu'ainsi celles-ci sont en général beaucoup plus difficiles à calculer que par les méthodes d'approximation? Essayez une fois les formules de Cardan; vous m'en direz des nouvelles! Voilà donc un problème idiot qui continua tout de même à occuper les mathématiciens pendant un siècle et demi.

Situation analogue pour les intégrales et le calcul de la longueur d'un arc d'ellipse. Ce problème s'est posé au début du calcul différentiel, vers 1750, alors qu'on savait calculer les longueurs d'un certain nombre de courbes et qu'on attaquait l'ellipse, apparemment la courbe la plus facile après le cercle et la spirale. En fait, elle donne naissance à une intégrale qu'on ne savait pas évaluer de la même manière, en l'exprimant par d'autres fonctions connues. Mais là aussi on dispose des méthodes d'approximation d'une intégrale. Si un ingénieur vous demande quelle est la longueur de cet arc d'ellipse-là, votre ordinateur vous donne la réponse en quelques secondes, parce qu'il a une méthode standard pour calculer toutes ces intégrales, quelles qu'elles soient. Là encore, le problème est idiot. Pourtant, ces deux problèmes idiots ont ouvert deux des chambres du paradis des mathématiciens d'aujourd'hui.

On a travaillé longtemps sur le problème de la résolution des équations par des radicaux. Même Euler, l'un des plus grands mathématiciens de cette époque-là, a fait d'innombrables essais pour trouver des formules, sans jamais arriver à rien. Un peu plus tard, Lagrange fut le premier à poser cette question: « Pourquoi toutes ces formules marchent-elles? Qu'y a-t-il là-dessous? » Ce qu'il y a de plus remarquable, c'est qu'il y a répondu, pas complètement, mais il a été le premier sur le chemin qui devait aboutir. Vous savez que le nombre des racines d'une équation polynomiale est en général égal à son degré, que

l'on peut permuer ces racines et que certaines fonctions sont alors invariantes. En analysant cette idée, Lagrange a fini par s'apercevoir que le succès des méthodes de Cardan et d'autres pour la résolution de l'équation du troisième et du quatrième degré résidait dans l'existence de certaines fonctions invariantes par permutations. De fil en aiguille et petit à petit, la question centrale des préoccupations de ces algébristes a été la suivante: que se passe-t-il quand on permute les racines d'une équation? Au cours d'une période d'environ soixante ans, cela a donné naissance à ce qu'on appelle la théorie des groupes, parce que c'est la première fois qu'on a commencé à penser à une opération. Il est très difficile de penser à une opération, car c'est quelque chose d'assez abstrait, qui ne se voit pas sur le tableau, qui ne peut pas se représenter. Actuellement, on essaie de faire entrer dans la conscience des enfants, le plus tôt possible, l'idée qu'une opération est aussi un objet, bien qu'elle ne se voie pas (on la représente par des flèches). Mais cette idée-là a mis un temps invraisemblable à être conçue par les mathématiciens et, à partir de cette idée d'opération, puis de composition d'opérations, d'inversion d'opérations, on en est venu insensiblement au concept de groupe. Il a encore fallu presque une centaine d'années pour que ce concept prenne sa véritable nature, c'est-à-dire abandonne l'origine fortuite de l'opération, de la transformation, pour devenir une opération que l'on fait sur les objets d'un ensemble. Et ce fut la matière d'un élargissement prodigieux de toutes les mathématiques, parce qu'on s'est aperçu progressivement qu'il y avait des groupes partout, depuis l'arithmétique la plus abstraite jusqu'à la théorie des quanta, la relativité et toute l'analyse, pour ne pas parler de la géométrie, etc. Et chaque fois qu'on a découvert un nouveau groupe dans une théorie mathématique, celle-ci a fait un grand bond en avant. Le groupe est une de ces notions premières qui se trouvent partout et que nous, mathématiciens, nous cherchons dans tous les domaines.

La même chose s'est passée pour les intégrales elliptiques. Grâce à des mathématiciens comme Abel, Jacobi, Weierstrass et surtout Riemann, est née la géométrie algébrique. Elle aussi est une discipline qui envahit progressivement presque toutes les mathématiques.

Voilà donc deux exemples typiques de problèmes — même de problèmes un peu stupides, un peu futiles en apparence — qui,

étant creusés et analysés amplement, ont révélé des possibilités complètement insoupçonnées et ont ouvert la voie à des applications tout aussi insoupçonnées.

Combien de ces paradis des mathématiques y a-t-il? Malheureusement pas beaucoup; alors qu'il y a des milliers de problèmes de ce genre, je ne sais pas si on arriverait à en trouver une douzaine qui aient donné naissance à des théories aussi grandioses, aussi fondamentales et aussi profondes — parce qu'elles font comprendre le sens des choses — que celles dont je viens de parler. Donc c'est vraiment l'exception et non la règle.

Que se passe-t-il ensuite? Eh bien, il faut un temps énorme, un ou deux siècles en général, pour débrouiller toutes les idées et mettre sous une forme assimilable par tout le monde ce que les génies ont vu très en avance sur leur temps. (Certains textes de Galois et de Riemann n'ont presque pas été compris pendant cinquante ans. Ces mathématiciens étaient des espèces de visionnaires, jouissant d'une vue beaucoup plus étendue que leurs contemporains, réduits à une lecture mécanique et à des tentatives d'analyse vouées à l'échec.) Puis, progressivement, on réussit à saisir ce que les génies avaient voulu dire et, quand on arrive à assimiler leurs idées, à les enseigner et à les utiliser partout, c'est qu'on est vraiment entré au paradis. Toutefois, ce paradis évolue encore pour engendrer ce qu'on appelle les structures. Les mathématiciens savent aujourd'hui dire d'une manière tout à fait technique ce qu'est une structure. Il y en a une bonne vingtaine de fondamentales (structures de groupe, d'espace vectoriel, d'algèbre...), puis beaucoup d'autres par combinaison. Si l'on veut savoir utiliser tout ce que l'étude des grands problèmes révèle, il est indispensable d'étudier ces structures et d'apprendre à les manier de mieux en mieux, ce qui entraîne, inévitablement, une abstraction grandissante.

Actuellement, par exemple, ce qui est important, ce n'est pas de savoir si tel groupe est un groupe de permutations ou un groupe de transformations d'un cube ou le groupe des entiers rationnels, mais plutôt de savoir s'il est fini, commutatif, simple, etc.

Alors quand, après de longues années de patientes études, on arrive enfin à une théorie bien faite, bien enseignable, bien utilisable, il semble que les choses devraient s'arrêter là. Mais non! Cela ne s'arrête pas, parce que certaines gens, pour des raisons variées, sociologiques ou autres, se disent : « Que se passerait-il si l'on modifiait l'un des axiomes de cette théorie? »

Et les voilà à modifier l'axiome trente-six *bis*, ce qui, à la fin, produit une nouvelle théorie. Quand on leur en demande les raisons, ils répondent : « Comme ça! Pour écrire un papier. » Si j'ai parlé de raisons sociologiques, c'est qu'il y a des pays, et il y en a de plus en plus, où la promotion d'un universitaire se fait au poids du papier. Alors, bien entendu, il faut en produire, et, quand il n'y en a pas, on se met à modifier l'axiome trente-six *bis*. Quoi qu'il en soit, voilà ce qui se passe. C'est ce qu'on peut appeler les mathématiques non motivées ou le délayage. On m'objectera que, peut-être, l'axiome trente-six *bis* modifié sera un jour aussi fondamental que la notion de groupe. Effectivement, ce n'est pas exclu, et j'ai vu dans ma vie deux ou trois cas où une théorie considérée comme absolument dénuée d'intérêt s'est brusquement trouvée accrochée à quelque chose qui vous faisait comprendre le fond des choses. Mais c'est tout à fait exceptionnel et le reste n'est que du délayage qui s'accumule dans les innombrables papiers qu'on écrit, qu'on publie, dont on fait même des comptes rendus et dont personne, par la suite, ne parle plus jamais, sauf ceux, bien entendu, qui délayent ces délayages, ce qui, apparemment, se prolonge indéfiniment.

Enfin, il existe des théories qui s'étiolent progressivement, qui se meurent tout doucement, non pas que les mathématiciens deviennent moins ingénieux — au contraire, ils le sont peut-être plus —, mais parce que les problèmes traités s'amenuisent, deviennent de plus en plus spéciaux, s'isolent et finissent par ne plus avoir de relation qu'avec la théorie elle-même. Alors que ce qui excite beaucoup les mathématiciens, c'est le fait qu'un problème ait des relations avec d'autres théories.

4. Les mathématiques bourbachiques

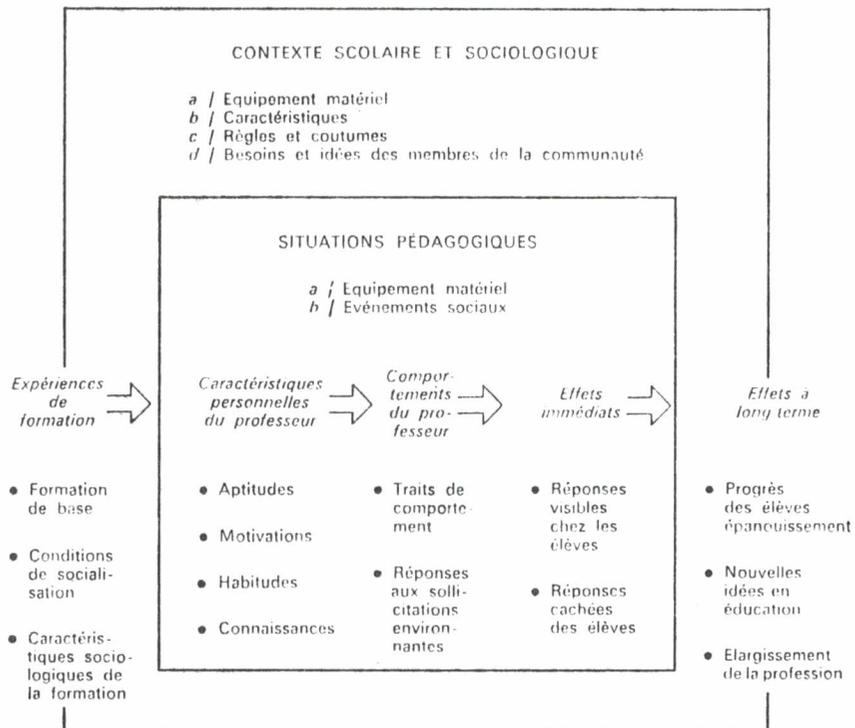
Après avoir essayé de vous rendre compte de la façon dont les problèmes de mathématiques évoluent, je peux maintenant très facilement vous dire ce que sont les mathématiques bourbachiques. Ce sont, essentiellement, celles qui touchent aux théories vivantes, reposant sur une structure et, jusqu'à un certain point, celles qui dépendent d'une méthode. L'épithète *bourbachiques* veut dire que ce sont des théories qui sont exposées dans le

Séminaire Bourbaki. Ce séminaire est une institution, créée en 1948, et qui se présente de la manière suivante : trois fois par an, on expose six mémoires au cours de six séances qui se tiennent à Paris le samedi, le dimanche et le lundi⁽¹⁷⁾. Ces mémoires sont choisis par un groupe de membres de l'équipe Bourbaki (je n'ai jamais participé au choix des textes, je peux donc en parler en toute impartialité); ils sont distribués à des bénévoles qui ont envie de les exposer, ils sont exposés dans le séminaire et ensuite diffusés; pendant longtemps, la diffusion a été assurée par Benjamin, maintenant par Springer dans les « Lecture Notes in Mathematics »⁽¹⁸⁾. Actuellement, il existe près de six cents exposés qui couvrent, je pense, pratiquement toutes les mathématiques qui entrent dans ces catégories-là.

Il ne faut pas confondre le Séminaire Bourbaki avec le traité de Bourbaki qui a un tout autre objet, à savoir un exposé de la partie élémentaire des structures, la partie que doit connaître tout mathématicien qui veut faire des mathématiques sérieuses. Mais les grandes applications ne figurent pas dans le traité, elles sont justement exposées dans les mémoires du séminaire; elles sont absentes du traité tout simplement parce qu'elles sont beaucoup trop difficiles à exposer dans des livres qui sont destinés, plus ou moins, à l'enseignement — à l'enseignement d'un certain niveau, mais tout de même à l'enseignement. Le livre de Bourbaki contient les rudiments de ce que sont les mathématiques bourbachiques, les mathématiques bourbachiques étant celles qui sont exposées dans le séminaire. On peut faire une classification de ces mathématiques en les ordonnant suivant la densité bourbachique. La densité bourbachique d'une théorie est, *grasso modo*, le rapport du nombre d'exposés au nombre de travaux publiés sur cette théorie. Certaines théories ont une densité très grande : la topologie algébrique et différentielle, la théorie des groupes de Lie et de leurs représentations de dimension infinie, la géométrie algébrique, la géométrie analytique (c'est-à-dire la théorie des fonctions de plusieurs variables complexes), la théorie des nombres. Viennent ensuite des théories qui ont une densité bourbachique moindre : l'analyse harmonique commutative, l'algèbre homologique, la théorie des algèbres de von Neumann. On parle un peu de logique et de probabilités, mais pas énormément. Puis arrivent des théories dont on parle très peu : l'algèbre commutative par exemple, les espaces vectoriels topologiques (je crois qu'on en a parlé deux fois en vingt ans). D'algèbre générale, de la théorie des ensembles ordonnés, des cardinaux et des ordinaux, de tout cela il n'est jamais question⁽¹⁹⁾.

Voilà le panorama que j'ai voulu esquisser ici et que vous trouverez abondamment développé dans mon ouvrage. .../...

ANNEXE II

Les variables de la compétence pédagogique

in M. POSTIC - Observation et formation des enseignants - PUF
Paris - 1977 - p 33.

ANNEXE IILes fonctions qui caractérisent la compétence pédagogiqueI - Fonction d'encadrement1 - organisation des activités:

(conception, préparation matérielle, réalisation)

choix des moyens pédagogiques et des processus d'apprentissage, (détermination des objectifs, fixation des étapes, procédures et rythmes de travail);

modalités d'organisation: type de contrat didactique (1), documents pédagogiques, consignes, tâches, organisation du groupe-classe (grand groupe, sous-groupes, individualisation), gestion du temps.

2 - régulation et fonctionnement du groupe-classe

observation des élèves, du groupe-classe, des phénomènes et de la dynamique du groupe (leadership, phénomènes de rejet, réseaux de communication spontanés);

élaboration et application d'un code de fonctionnement de la vie de groupe: code implicite ou explicite, fixé par le professeur seul ou en collaboration avec les élèves (2);

attitude du professeur(3): suggestion, évaluation, aide, encouragement, approfondissement, interprétation, compréhension non-directive;

type d'animation: non-directive sur la forme et/ou sur le fond, directive;

fonction du professeur par rapport au contenu: fonction de production, par rapport à la tâche du groupe: fonction de facilitation, par rapport au groupe: fonction de régulation (4);

réseau de communication établi et entretenu par le professeur: centré sur lui ou favorisant les interactions entre élèves(5).

3 - contrôle du travail

type de renforcement utilisé: positif ou négatif;

évaluation des élèves: porte sur les aptitudes et les performances soit individuelles soit collectives; (choix des indicateurs, des critères, du barème; diagnostic opéré à partir des erreurs; type d'évaluation, (formative, sommative, critériée, normative)(6)

évaluation du dispositif pédagogique: des méthodes de travail, des processus d'apprentissage, des effets;

contrôle du processus pédagogique (7): veiller à l'adéquation

du processus pédagogique à l'évolution des élèves;
 conduite du processus pédagogique (7): veiller à maintenir la cohérence entre le procès pédagogique et l'ensemble du processus de formation (objectifs finaux assignés à la scolarisation, organisation globale des cursus).

II - Fonction d'information

1 - maîtrise personnelle du savoir à transmettre:

connaissance des schèmes mentaux auxquels ce savoir fait appel, connaissance de son mode d'organisation propre (épistémologie), de son organisation didactique;

2 - faire acquérir des schèmes opératoires (8) et des raisonnements: (logique de l'action, logique formelle)

déterminer les schèmes opératoires nécessaires (prérequis, à acquérir) dans l'apprentissage envisagé; concevoir l'activité de l'élève permettant soit de découvrir soit d'activer ce schème; établir convenablement et mettre en correspondance le niveau opératoire requis par l'apprentissage et celui effectivement atteint par l'élève;

poser des problèmes, conceptualiser, orienter une recherche; définir des concepts, établir des lois, décrire des algorithmes;

3 - faire acquérir des modes opératoires et des méthodes de travail:

présenter les conventions, les symboles, identifier les principes apprendre à identifier, comprendre, appliquer, analyser, synthétiser, juger, évaluer les résultats (9);

apprendre à raisonner, prouver: induire, déduire, raisonnement analogique, interpréter, argumenter (dialectique);

apprendre des démarches scientifiques: problématiser, observer, expérimenter, poser des hypothèses, vérifier, classer, démontrer conclure;

apprendre des méthodes de travail: rechercher l'information, la traiter, planifier son action (organiser son temps, maîtriser les outils matériels et conceptuels); produire seul ou en groupe;

4 - transmettre l'information:

traduire les notions avec précision et clarté tout en restant compréhensible par des enfants;

utiliser les différents supports: auditifs (parole, son, musique) visuels (schémas, graphiques, tableaux, écrits, images);

formuler et présenter les connaissances: par imposition, faire découvrir, résumer, formaliser, reformuler;

utiliser des feed-back, faire reformuler les connaissances par les élèves, faire appliquer.

III - Fonction d'éveil

1 - favoriser l'adhésion à l'apprentissage:

utiliser un matériel didactique adapté, des techniques de présentation maniables et adaptées;

resituer l'apprentissage dans une perspective d'action (finaliser), de transformation personnelle (faire émerger les projets personnels des élèves, en tenir compte, y faire référence);

donner des significations aux situations pédagogiques, proposer des objectifs, identifier les problèmes à résoudre...

équilibrer les situations pédagogiques du double point de vue des ressources de l'élève (aptitudes, intérêts, facilités) et des besoins qu'il manifeste (lacunes, difficultés) (10).

2 - permettre la prise de conscience des apprentissages:

favoriser la prise de conscience de ses ressources et de ses lacunes; aider à fixer l'attention et à mémoriser; utiliser les supports convenables, reformuler, faire des synthèses, utiliser des modes de transmission de l'information redondants, expliciter les objectifs, faire reformuler;

aider à anticiper sur les résultats, à éviter les faux-buts; évaluer le degré de pertinence d'un résultat, de la cohérence d'une démarche, expliciter les critères de l'évaluation:

3 - valoriser

stimuler, encourager, engager à agir;

favoriser l'initiative individuelle et collective;

clarifier les valeurs du groupe-classe.

4 - gérer les relations dans le groupe-classe:

faciliter le travail du groupe: faire respecter le sujet, le plan de travail, faire le point, formuler les conclusions;

faire respecter le contrat pédagogique explicite ou implicite (tour de parole, répartition des tâches, règles communes);

tenir compte des particularités individuelles et des ressources de chacun par rapport à la tâche;

maintenir la cohésion du groupe;

équilibrer le rythme du travail, les différentes formes de groupe (individuel, collectif, impositif, interactif, découverte...) (11).

5 - ajuster les stratégies à l'évolution des élèves:

se donner un dispositif d'observation du processus pédagogique;

interpréter les informations recueillies (diagnostic pédagogique)

réajuster sa stratégie et prévoir des remédiations.

- (1) contrat didactique: il fixe implicitement ou explicitement la part de contenu que chaque acteur, professeur, élève, a à gérer, comment il la gère et comment il en sera comptable devant l'autre - cf G. BROUSSEAU - Les objets de la didactique des mathématiques - Actes de la 2^e école d'été de didactique des mathématiques - IREM d'Orléans - 1982.
- (2) contrat pédagogique: cf J. FILLoux - Du contrat pédagogique Dunod - Paris - 1974.
- (3) d'après PORTER in D. ANZIEU et J-Y MARTIN - La dynamique ds groupes restreints - PUF - Paris - 1971 - p 198.
- (4) - id. p 244 à 251.
- (5) id. p 142 à 151.
- (6) évaluation sommative: bilan et constat final;
évaluation formative: informe l'élève et le maître du degré de compétence atteint par l'élève, met en évidence les difficultés d'apprentissage, permet le réajustement des stratégies;
évaluation normative: comparer la performance d'un individu avec celle d'un groupe de référence;
évaluation critériée: établir le niveau d'apprentissage par rapport aux objectifs poursuivis;
- (7) cf M. LESNE - Lire les pratiques de formation d'adultes - Edilig - Paris - 1984 - p 60 à 63.
- (8) schème opératoire: voir plus loin "Le développement cognitif"; modèle d'action intériorisé sur lequel s'appuie un sujet pour résoudre un problème (ex. la conservation des mesures).
- (9) cf la taxonomie du domaine cognitif de BLOOM.
- (10) cf. P. MEIRIEU - L'école, mode d'emploi - ESF - Paris - 1985 - p 131.
- (11) id. p 111.

• *Sur le plan sociologique*, les élèves, nous l'avons déjà noté, sont de plus en plus hétérogènes. La scolarité obligatoire a joué, dans ce domaine, un rôle déterminant ; malheureusement, elle n'a pas toujours été accompagnée d'une révision des attitudes des enseignants et ceux-ci continuent trop souvent à n'utiliser que les outils et les situations qui étaient à peu près adaptés à la minorité scolaire du début du siècle. Car, on ne saurait trop le souligner, aucune méthode pédagogique n'est socialement neutre et le choix de l'outil comme celui de la situation tracent dans la classe des frontières invisibles et déterminent, pour une part, la réussite des apprentissages.

La diversité des codes sociaux imposerait, ici, une analyse longue et détaillée ; contentons-nous de souligner par quelques exemples l'importance du phénomène. Le rapport que chacun entretient avec les différents outils utilisés à l'École est, en effet, très largement déterminé par l'usage dont cet outil est l'objet dans la classe sociale à laquelle il appartient : ainsi, a-t-on eu raison de souligner à quel point l'utilisation systématique de l'écriture dans les exercices d'évaluation¹ sélectionnait ceux qui entretenaient avec elles des rapports de familiarité, au point d'être à l'aise dans des questions très ouvertes (Que pensez-vous de ?... Faites l'analyse de... Comment comprenez-vous ?). En revanche, les élèves qui ont effectué un réel apprentissage et seraient capables d'en manifester les preuves dans un exercice où interviendrait la manipulation ou qui feraient appel à moins de maîtrise du langage (comme les questionnaires à choix multiples, les associations de termes, les phrases à compléter) se trouvent ici injustement en situation d'échec. Car, on l'ignore trop, dans nombre de familles, la lecture et l'écriture sont des actes tout à fait exceptionnels, réservés à quelques circonstances précises (en particulier la gestion du budget familial) dont l'École voudrait faire des actes naturels, pratiqués quotidiennement sans aucune difficulté. Chez les familles modestes elles-mêmes, la correspondance, jadis encore pratiquée régulièrement, est tombée en désuétude sous la pression du téléphone... et l'on voudrait faire comme si tout cela n'existait pas !

Il est clair aussi que le rapport entretenu avec les nouvelles technologies éducatives est lié avec leur degré de pénétration et leur mode d'utilisation dans le milieu familial. On ne regarde pas partout la télévision de la même façon : il est des familles où le récepteur, allumé en permanence, déverse un flot indifférencié d'images et d'informations que l'on ne saisit que de manière très segmentée au gré des chocs visuels et des activités ménagères, en changeant de chaîne en cours d'émission ; dans d'autres familles, en revanche, l'on consulte le programme, l'on

choisit et l'on suit les émissions de bout en bout ; l'on en parle ensuite ensemble². Il est évident que ces comportements, très largement conditionnés par le niveau socio-culturel, se répercutent sur l'attitude en classe : les outils à caractère linéaire et irréversible, qui requièrent une attention soutenue en permanence et interdisent le retour en arrière (comme l'exposé oral ou le film) sélectionnent ceux qui, parmi les élèves, ont été habitués à une appréhension en continu ; en revanche, les outils susceptibles d'être utilisés de manière plus souple, disposant de mécanismes de rappel quand l'attention se relâche, peuvent être utilisés opportunément avec des enfants dont la perception spontanée est particulièrement segmentée. C'est sans doute pourquoi les premières expériences effectuées avec des programmes informatisés semblent indiquer qu'ils apportent une aide appréciable aux élèves en situation d'échec ; de même, l'on a pu constater que des machines à traitement de texte peuvent contribuer à débloquer des enfants par rapport à l'écriture, et il ne faut pas trop vite dénoncer le caractère ludique de ces outils tant que l'on n'en a pas exploré toutes les possibilités.

Enfin, il est des outils comme le corps, la voix, le regard, dont l'usage est, en quelque sorte si banalisé qu'ils semblent être devenus transparents : c'est oublier que, sur ces plans, les codes sociaux jouent de manière aussi massive qu'invisible... N'entend-on pas encore trop souvent des enseignants traiter des enfants maghrébins d'« hypocrites et de sournois, qui, par leur regard fuyant, manifestent bien qu'ils sont coupables de quelque méfait » ; ils ignorent que, dans leur culture, regarder quelqu'un en face, dans les yeux, est un signe d'insolence inacceptable. Et, tout compte fait, de tels malentendus sont encore assez faciles à dissiper car la culture arabe est reconnue comme telle et l'on peut en repérer les codes... Mais il est des cultures dont les caractères sont plus diffus et qui, n'étaient pas reconnues, font l'objet d'incompréhensions bien moins repérables : les professeurs des collèges ruraux perçoivent-ils toujours le rapport au langage, aux objets, qu'entretiennent les enfants auxquels ils enseignent ? Et que dire de la situation invraisemblable de certains collègues de banlieue dont aucun membre du corps enseignant n'habite dans le secteur scolaire ? Comment espérer alors dissiper toutes les équivoques qui encombrant l'acte pédagogique ?

1. C. NOIZET et J.P. CAVERNI, *Psychologie de l'évaluation scolaire*, P.U.F., Paris, 1978.

2. Cf. J. PIVETEAU, *L'extase de la télévision*, INSEP, Paris, 1984.

Si l'on a reconnu assez vite que les outils d'apprentissage n'étaient pas socialement neutres, au moins pensait-on pouvoir pallier cette difficulté en agissant sur les situations d'apprentissage : la diminution des effets, l'individualisation des procédures étaient présentées comme des moyens efficaces de lutte contre la ségrégation scolaire. Or, dans l'état actuel des pratiques pédagogiques, les choses apparaissent plus complexes : il n'est pas certain que des groupes plus petits, des classes dialoguées où la relation joue de manière décisive, bénéficient aux élèves issus des milieux sociaux moins favorisés ; peut-être même s'y sentent-ils moins à l'aise ? Paradoxalement, l'on découvre que les situations positives collectives créent une distance qui sécurise en quelque sorte les enfants effrayés par le contact direct avec l'enseignant. C'est certainement la raison pour laquelle des étudiants issus de milieu ouvrier avouent souvent préférer les grands groupes où jouent moins facilement les phénomènes de complicité culturelle. Bien évidemment, on peut légitimement espérer qu'une clarification des objectifs et une rationalisation des démarches pourrnt, à terme, rendre caduques de telles observations. Il faut pourtant, en attendant, en tenir compte et être attentif à ce que des situations d'individualisation n'aboutissent pas aux résultats inverses de ceux qu'elles visent. Et il en est de même pour les travaux de groupe : l'on doit être attentif à ce que chaque élève n'y joue pas un rôle que ses origines sociales détermineraient ; l'on sait le poids des attentes réciproques dans l'interaction sociale et l'on mesure les dangers d'un travail collectif où chacun serait amené à reproduire ce que, en raison de critères esthétiques, il serait censé savoir faire... Une certaine aisance conduirait alors à se voir confier des tâches de concepteur, tandis qu'un rapport plus difficile avec le langage cantonnerait certains dans des tâches d'exécution ou les renverrait au chômage. Là encore, la rigueur du dispositif peut être un bon atout ; elle ne doit pourtant jamais empêcher de prendre ce phénomène en considération.

Les règles explicites de comportement ou les habitudes implicites spécifiques à telle ou telle situation de la vie quotidienne de la famille, ont été considérées comme les organisateurs élémentaires de l'environnement familial. Reliant tel événement à tel autre, tel fait à telle conséquence, ces régularités rendent le milieu familial prévisible, du moins dans une certaine mesure. Au-delà du caractère spécifique de chacun de ces organisateurs élémentaires, il est possible de dégager des caractéristiques communes à la plupart d'entre eux. Le choix de ces caractéristiques communes ne s'impose pas à l'observateur ; il a été guidé par les hypothèses sur le rôle du milieu dans le développement cognitif tirées de la théorie de Piaget. Le rapport entre perturbations et régularités a paru constituer un des ingrédients de base du processus d'équilibration des structures cognitives décrit par Piaget : un environnement présentant à la fois les perturbations capables de susciter des déséquilibres et les régularités capables de permettre les rééquilibrations semble plus favorable au processus de construction de structures nouvelles que des environnements riches en régularités mais pauvres en perturbations, ou riches en perturbations, mais pauvres en régularités. Ce rapport entre perturbations et régularités a permis de décrire l'environnement familial, et plus précisément l'ensemble des règles et habitudes qui en sont les organisateurs élémentaires. Les milieux dans lesquels règles ou habitudes sont modulées par les circonstances (souplement structurés), présentent conjointement régularités et perturbations, et sont donc par hypothèse plus favorables au développement cognitif que ceux qui ne présentent pas de régularités (faiblement struc-

turés) ou ceux qui sont le siège de régularités immuables (rigidement structurés). Dans cette optique, ce n'est pas le contenu de telle règle ou habitude spécifique à une situation qui importe, mais la forme d'ensemble qui se dégage de ces organisateurs élémentaires. Le type de structuration, qui exprime cette forme d'ensemble peut, de ce fait, être considéré comme un organisateur de second ordre.

Ce n'est cependant pas le seul organisateur de second ordre qui puisse décrire les propriétés formelles de l'environnement familial. Les observations empiriques ont conduit à mettre l'accent sur le rôle organisateur du système de valeurs. L'étude des relations entre le choix des valeurs et le statut social a permis de dégager les caractéristiques communes à chacun de deux ensembles de valeurs. Le système α valorise la soumission de l'enfant et place le contrôle de son comportement à l'extérieur de lui, tandis que le système γ valorise l'activité dont l'enfant a l'initiative tout en cherchant à lui faire interioriser le contrôle de son propre comportement.

La forme linguistique est peut-être un autre organisateur de second ordre du milieu familial, c'est du moins ce que nous ont suggéré certains rapprochements avec les travaux de Bernstein. Toutefois, les observations recueillies dans cette recherche n'incitent pas à attribuer aux formes linguistiques le rôle prépondérant que leur accorde Bernstein dans la relation entre la classe sociale et l'orientation cognitive. Elles apparaissent plutôt comme un des éléments d'un système plus général.

Les techniques de discipline, qui sont souvent l'objet d'étude privilégié des travaux sur les pratiques éducatives, n'ont pas été envisagées dans cette recherche. C'est que nous ne les considérons pas comme des organisateurs ; elles sont du domaine des moyens. Une même organisation peut être mise en place par des techniques de discipline différentes, même s'il est vrai qu'une relation statistique existe entre tel type d'organisation et tel type de technique de discipline.

L'ensemble des organisateurs de second ordre définit le système éducatif familial, qui peut être caractérisé par les relations qu'entretiennent ses différents éléments (le type de structuration et le système de valeurs sont les deux seuls éléments du système éducatif familial qui aient été étudiés dans cette recherche).

Les éléments du système éducatif familial ont d'abord été mis en relation avec le statut social. Le type de structuration souple devient plus fréquent lorsque le niveau socioculturel s'élève, tandis que le type de structuration rigide varie en sens inverse. La fréquence des réponses indiquant l'absence de règle spécifique à telle ou telle situation remonte aux deux extrémités de la hiérarchie sociale, mais il ne semble pas que ce phénomène ait le même sens dans les deux cas. Si la rareté des règles spécifiques paraît bien être l'indice d'une faible structuration dans les milieux populaires, elle paraît être plus souvent la conséquence cohérente de l'organisation du comportement à un autre niveau dans les familles de statut social plus élevé.

Les valeurs sont elles aussi liées au statut social. Le système α , qui nous a paru valoriser la soumission de l'enfant aux adultes et placer à l'extérieur de lui le contrôle de son comportement, est plus fréquent dans les milieux populaires, tandis que le système γ , qui valorise l'initiative et vise à faire intérioriser le contrôle du comportement, devient plus fréquent lorsque le statut social s'élève. En somme, le système α domine chez ceux dont l'activité professionnelle consiste souvent à exécuter des tâches conçues par d'autres et directement soumises au contrôle d'un supérieur hiérarchique, tandis que le système γ est plus répandu chez ceux qui ont à prendre des initiatives et sont, à des degrés divers, responsables de l'organisation de leur travail. Ce rapprochement incite à penser que les valeurs en jeu dans l'éducation des enfants sont largement déterminées par le rôle des parents dans le système de production.

D'autre part, l'analyse des explications fournies par les parents lors de l'interview pour justifier telle règle de comportement ou habitude spécifique à telle situation de la vie quotidienne a conduit à mettre l'accent sur le rôle joué par les conditions de vie. L'espace disponible (à l'intérieur comme à l'extérieur de l'appartement), la marge de latitude dans l'organisation de l'emploi du temps, les moyens matériels semblent contribuer à déterminer la forme du système de règles. Lorsque la cellule familiale est soumise à de fortes nécessités, les règles de vie tendent généralement à se rigidifier et, plus rarement, on peut observer une sorte de destruction de l'environnement familial. Lorsque, au contraire, l'importance et la diversité des moyens augmentent, le système de règles tend à s'assouplir,

chaque règle pouvant être modulée par diverses considérations relatives à son contexte.

La relation statistique entre le système de valeurs et le type de structuration peut dès lors s'expliquer en partie par la convergence des influences dues aux conditions de vie et aux conditions de travail : ce sont généralement les mêmes individus qui ont les conditions de travail et les conditions de vie les plus contraignantes. Le niveau de contrainte associé à la position occupée dans les rapports sociaux apparaît comme une sorte de noyau commun aux expériences de la vie professionnelle et de la vie privée et, de ce fait, constitue sans doute une des sources de la cohérence du système éducatif.

Toutefois, le fait que la relation entre type de structuration et système de valeurs soit d'autant plus forte que ces organisateurs sont plus rares dans le milieu considéré, ne peut être expliqué par des déterminations d'origine sociale. Ce phénomène témoigne de l'existence d'une autre source de cohérence, probablement à chercher dans les mécanismes intégrateurs de la personnalité. La forme particulière prise par le système éducatif dans une famille serait donc le résultat des interactions entre deux sources de cohérence, l'une tenant à la position des parents dans les rapports sociaux, l'autre à la personnalité des différents membres de la cellule familiale ou, si l'on préfère, à la particularité des mécanismes par lesquels chacun intègre ses expériences.

Les éléments du système éducatif familial ont ensuite été mis en relation avec le développement cognitif de l'enfant. Conformément aux hypothèses, les enfants élevés dans des milieux socialement structurés ont de meilleures performances intellectuelles que ceux élevés dans des milieux faiblement ou rigidelement structurés. Cette différence de réussite paraît explicable par une différence d'attitude face aux perturbations cognitives : les sujets élevés dans un environnement socialement structuré auraient moins de résistances à prendre les perturbations cognitives en considération et seraient ainsi plus fréquemment conduits à la construction de structures cognitives nouvelles.

Le système de valeurs est également associé à la performance intellectuelle. Le système γ , qui met l'accent sur l'initiative

de l'enfant, est associé à une meilleure performance que le système x qui valorise la soumission aux adultes. Ce fait peut être expliqué par le rôle moteur que joue l'activité propre de l'enfant dans le développement cognitif.

Par des mécanismes différents, le type de structuration et le système de valeurs interviennent donc tous deux sur le développement cognitif de l'enfant en suscitant son activité face à son environnement (soit en la valorisant directement, soit en la suscitant indirectement par le jeu du rapport entre perturbations et régularités). Ce réglage du comportement relève avant tout du système de valeurs dans les milieux les plus favorisés et du type de structuration dans les milieux populaires.

Si l'on admet ce schéma interprétatif, le système éducatif familial peut être considéré comme une variable intermédiaire dans la relation entre la classe sociale et le développement cognitif de l'enfant¹.

Il ne faut voir là aucun fatalisme sociologique qui prendrait le relais de la fatalité héréditaire dans l'explication des différences de développement cognitif entre enfants de milieux sociaux différents. Le fatalisme sociologique consisterait à se borner à la constatation du fait, et à admettre sans plus qu'il est dans la nature de la société. Le refus du fatalisme passe par la recherche des mécanismes de ce phénomène et non par l'évacuation des faits qui gênent. Les biais culturels inhérents à l'évaluation des capacités intellectuelles ne suffisent pas à expliquer les différences observées entre enfants de milieux sociaux différents. Le développement cognitif ne se fait pas par génération spontanée. Il ne se fait pas non plus dans la simple interaction de l'enfant avec un monde physique qui s'imposerait de manière identique à tous. Le monde des objets lui-même se présente à l'enfant à travers un « emballage » social qui influence la forme de ses expériences. A côté de contenus culturels, son environnement familial lui transmet une forme de relation au monde. Les attitudes pré-cognitives

1. Là encore, cette proposition ne va pas de soi, car la variabilité du système éducatif familial sur laquelle s'est appuyée l'étude des effets sur le développement cognitif est celle qui existe à l'intérieur de chaque classe sociale. Or, la variabilité du système éducatif entre classes sociales n'a de toute évidence pas les mêmes causes. Ceci ne nous paraît cependant pas pouvoir constituer une objection puisque les hypothèses portent sur l'effet du système éducatif familial et restent valables quelles qu'en soient les déterminations.

qui en résultent ne peuvent être considérées comme des artefacts qu'il faudrait neutraliser pour avoir accès à une hypothétique intelligence « pure ». Elles font partie intégrante du processus de construction des structures cognitives.

Le refus du fatalisme passe par l'explication, car seule la connaissance des mécanismes par lesquels l'origine sociale influence le développement cognitif peut fonder une action efficace. Les actions à entreprendre ne relèvent évidemment pas que du domaine de la psychologie, nous y reviendrons. Cependant, même si la psychologie ne peut prétendre apporter seule une solution à ce problème, elle peut y contribuer, à son niveau.

Signalons d'abord, pour les écarter, les mesures éducatives compensatoires qui ne visent qu'à substituer certains contenus culturels à d'autres (vocabulaire, habitudes linguistiques, etc.). En considérant les caractéristiques culturelles des enfants des milieux populaires comme un handicap à faire disparaître plutôt que comme un acquis sur lequel une activité de connaissance pourrait se greffer, ces mesures sont avant tout normatives et laissent l'essentiel de côté. C'est sans doute une des raisons de l'échec des vastes programmes d'éducation compensatoire lancés aux Etats-Unis dans les années 60.

A première vue, les mesures qui visent à compenser les déficits instrumentaux se justifient mieux. L'entraînement des capacités de discrimination perceptive ou l'apprentissage de structures opératoires dont on sait qu'elles facilitent les acquisitions fondamentales se situent sans doute plus près des racines du problème. Mais quel gain peut-on attendre de la généralisation de mesures de ce genre par rapport à leur coût ? S'il est exact que le fonctionnement cognitif est modelé quotidiennement et dès la petite enfance par les conditions d'existence de la cellule familiale, que peuvent peser une heure ou deux d'entraînements plus ou moins spécifiques en face de cette imprégnation globale ?

Les données recueillies au cours de cette recherche ont conduit à faire l'hypothèse que les différences observées au niveau des structures cognitives, entre enfants élevés dans des environnements différents, étaient la conséquence de différences de fonctionnement cognitif. Ceci conduit à penser que, pour réduire les inégalités observées au niveau des structures cognitives, le moyen le plus efficace n'est pas d'agir directement

sur elles par des apprentissages ou des entraînements, mais d'intervenir en amont sur le fonctionnement cognitif lui-même. Amener des enfants qui n'en ont pas l'habitude à adopter une attitude active devant la nouveauté n'est certes pas aussi simple qu'il y paraît. Il ne suffit pas d'expliquer à l'enfant qu'il doit être actif, ou de le laisser faire n'importe quoi. Si la perturbation est bien le moteur de l'activité de connaissance, tout le problème consiste dans un premier temps à placer l'enfant dans des situations qui peuvent être sources de perturbations cognitives et, dans un second temps, à faire en sorte que ces perturbations enclenchent effectivement une activité de construction cognitive. Le premier temps de la démarche suppose la connaissance de l'état initial du sujet, puisque la perturbation ne peut se définir que par rapport au sujet. Il faut ensuite organiser les situations dans lesquelles les sujets sont placés de telle sorte qu'elles soient source de conflit cognitif. Le second temps de la démarche consiste à faire en sorte que les résistances des sujets à prendre en compte les faits perturbateurs soient peu à peu levées. Il faut sans doute pour cela faire ressortir les aspects positifs de la perturbation, qui se manifeste généralement comme une erreur dans la prévision ou une contradiction. Il faut en somme aider l'enfant à lire l'erreur comme un signe susceptible de le mettre sur la piste de la solution correcte. La rotation de la plaquette est une perturbation pour celui qui prévoyait une translation, mais en même temps, elle le renseigne sur les propriétés de l'objet qu'il avait négligées, et lui indique par là la solution du problème. Ce deuxième temps de la démarche conduit à un renversement de perspective de 180° par rapport au statut entièrement négatif généralement donné à l'erreur. Cette action éducative sur le fonctionnement cognitif ne nécessite d'ailleurs pas que les enfants auxquels elle s'adresse plus particulièrement soient séparés des autres. Profitable à tous, elle devrait l'être davantage à ceux auxquels ce genre d'expérience a le plus manqué, et jouer de ce fait un rôle compensatoire¹.

1. Un des résultats d'A. N. PERRET-CLERMONT (1978) pourrait être interprété dans ce sens. Dans des expériences où elle provoque l'interaction d'enfants de niveaux opératoires différents impliqués dans une même situation, A. N. PERRET-CLERMONT montre que les conflits « sorbi-cognitifs » qui en résultent sont générateurs de progrès opératoires. Ces progrès sont plus fréquents chez les enfants d'ouvriers que chez les enfants de cadres.

Les connaissances psychologiques sur les mécanismes par lesquels les inégalités sociales se reflètent dans le développement cognitif peuvent donc guider une action d'éducation compensatoire. Mais on ne peut se dissimuler que, pour l'essentiel, les actions à entreprendre ne relèvent pas de la psychologie. Entreprendre des actions d'éducation compensatoire sans que rien soit changé aux conditions d'existence des familles les plus défavorisées revient à essayer d'écopier avec une petite cuiller une barque que d'autres coulent à pleins seaux. La seule action sensée à entreprendre auprès de cette mère qui écrivait : « Nous vivons à 7 dans 24 m² » (cf. p. 137) ne consiste pas à lui expliquer qu'elle doit assouplir l'organisation de la vie familiale et encore moins à faire bénéficier son fils de mesures éducatives compensatoires, mais à lui trouver un logement plus grand, ce qui échappe à l'évidence aux compétences de la psychologie. Un observateur naïf qui se pencherait sur les mécanismes de notre organisation sociale trouverait fort irrationnel un système qui fabrique d'une main des inégalités dont il prétend de l'autre réduire les conséquences par des procédures qui seraient fort coûteuses si elles étaient généralisées. Il jugerait probablement plus rationnel de consacrer les efforts à supprimer la source des inégalités plutôt qu'à remédier à leurs conséquences (confirmant par là sa grande naïveté).

Des mesures éducatives compensatoires peuvent certes atténuer les conséquences des inégalités sociales sur le développement cognitif des enfants, et elles le feront de manière d'autant plus efficace qu'elles seront mieux fondées théoriquement, mais il vaut mieux savoir que les actions de compensation, d'enrichissement, de soutien, etc., n'auront pas d'effet décisif tant qu'on ne s'attaque pas dans le même temps aux inégalités sociales elles-mêmes.

ANNEXE IV

P. PERRENOUD - Des différences culturelles aux inégalités scolaires: l'évaluation et la norme dans un enseignement différencié - in L'évaluation formative dans un enseignement différencié

P. Lang - Berne - 1981 - p 21, 22, 24, 25, 34, 35, 44, 45.

L'inégalité sociale devant le même enseignement joue cependant un rôle crucial au cours de la carrière scolaire :

- au cours des dernières années de scolarité obligatoire et des études postobligatoires, à l'intérieur de la même filière, il subsiste d'importantes différences : d'une part tous les étudiants n'achèvent pas les études commencées, ou n'obtiennent pas le diplôme final, d'autre part les porteurs d'un même diplôme issus d'une même génération maîtrisent très inégalement les savoirs et savoir-faire qu'est censé certifier leur titre ;

- on sait par ailleurs que la répartition des élèves entre les différentes filières secondaires s'opère pour une large part sur la base de la valeur scolaire que se reconnaît l'enfant ou l'adolescent ou que lui attribuent l'école ou sa famille. Ainsi, s'il y a une inégalité sociale devant la sélection scolaire à l'entrée de certaines filières, c'est pour une bonne part parce qu'il y a eu auparavant inégalité sociale devant un même enseignement, autrement dit assimilation inégale d'un même programme. Sans être à eux seuls déterminants, les acquis scolaires antérieurs, réels ou supposés, pèsent fortement sur la première orientation à l'entrée de l'enseignement secondaire, par le double jeu de la sélection instituée par l'école et de l'auto-sélection souvent pratiquée par les individus ou les familles. Le processus se répète à l'intérieur des filières de l'enseignement secondaire, soit pour commander des transferts individuels vers d'autres filières, soit pour fonder, à l'issue d'un cycle d'études, une orientation plus fine entre des voies plus spécialisées.

Sous l'angle de l'inégalité sociale devant l'école, l'inégale assimilation d'un même programme présente donc généralement une double face :

- c'est d'une part une inégalité actuelle de compétences réelles ou de compétences reconnues (par l'élève, par ses proches, par l'école), inégalité qui peut porter comme telle des conséquences indépendamment de la carrière scolaire ultérieure. Ainsi, savoir ou non lire correctement et couramment au terme de la scolarité primaire implique-t-il toute une série de conséquences immédiates, par exemple sur la part de la lecture dans les loisirs. Dans la mesure où la scolarité ultérieure ne corrige pas les différences, les conséquences se manifestent aussi à plus long terme, par exemple dans la vie d'adulte ;

- c'est d'autre part une inégalité potentielle de compétences un, cinq ou dix ans plus tard dans la mesure où l'inégalité actuelle commande des destins scolaires distincts : celui qui ne maîtrise pas suffisamment la lecture sera orienté vers des filières dans lesquelles la littérature ou la linguistique sont des composantes marginales de l'enseignement de la langue maternelle ou des langues étrangères, où l'on apprend à rédiger ou à déchiffrer des textes simples, à des fins essentiellement pratiques, et pendant peu d'années. Ne pas savoir bien lire à douze ans exclut donc d'un ensemble d'enseignements que suivront au contraire ceux qui lisent bien. De sorte que l'inégalité de maîtrise en lecture contient en germe bien d'autres inégalités, dont certaines portent sur des savoirs tout à fait étrangers à la langue, par exemple en mathématique.

.../...

L'INEGALITE SOCIALE DEVANT LE MEME ENSEIGNEMENT

A 18 ou 20 ans, les individus d'une même génération n'ont pas la même formation scolaire, et on observe une forte association statistique entre formation et origine sociale.

Le constat est banal. Au détail des tableaux près, on le retrouve dans toutes les statistiques disponibles sur le niveau et le type de formation d'une génération. Il manifeste ce qu'on appelle généralement une inégalité sociale de formation. Mon propos n'est pas de rappeler les statistiques. On se reportera, pour Genève par exemple, aux publications récentes qui donnent le niveau de formation à 19 ans d'une génération issue du système d'enseignement genevois (Amos, 1977; Huttmacher, 1977). Deux remarques cependant à propos du fait de l'inégalité :

a) on sait très mal ce que recouvrent en termes d'acquis réels les différences observées au moyen d'indicateurs tels que le diplôme obtenu, le nombre d'années d'études, les degrés, les degrés et cursus fréquentés. Car on se réfère pour une part aux enseignements suivis (niveau, contenu, durée), pour déduire de leurs différences - souvent saisies de façon intuitive - des différences portant sur ce que les individus sont censés avoir appris, donc (?) sur ce qu'ils savent effectivement au terme de leurs études. Même lorsqu'on prend pour indicateur le diplôme qui, en principe, certifie à l'usage de tiers la maîtrise de certains savoirs et savoir-faire, il faut bien reconnaître que les porteurs du même diplôme présentent des degrés inégaux de maîtrise, et que l'interprétation même du contenu du diplôme et des exigences peut varier d'un établissement ou d'une région à l'autre. Il s'ensuit qu'on ne connaît pas très bien les différences de formation réelles, ce qui n'est pas sans incidence sur la façon de les expliquer. Dans ce sens, la généralisation de "surveys pédagogiques" au terme de la carrière scolaire ne peut qu'accroître notre connaissance des différences réelles et de leurs liens avec l'origine sociale (si elle est mesurée, ce qui ne va pas de soi).

b) lorsqu'on traite les différences de formation comme des inégalités, on introduit à l'évidence des jugements de valeur ou d'utilité. L'observateur n'a pas à les reprendre à son compte : ces jugements ont cours dans la société concrète du travail. Ils se fondent en bonne partie sur la représentation des privilèges sociaux inégaux auxquels conduisent - en moyenne - des formations différentes : revenu inégal, prestige, intérêt de la profession, vie culturelle, participation sociale et politique. .../...

... Il y a plus de dix ans, Pierre Bourdieu écrivait : "Pour que soient favorisés les plus favorisés et défavorisés les plus défavorisés, il faut et il suffit que l'école ignore dans le contenu de l'enseignement transmis, dans les méthodes et les techniques de transmission et dans les critères de jugement, les inégalités culturelles entre les enfants des différentes classes sociales : autrement dit, en traitant tous les enseignés, si inégaux soient-ils en fait, comme égaux en droits et en devoirs, le système scolaire est conduit à donner en fait sa sanction aux inégalités initiales devant la culture" (Bourdieu, 1966, p. 366).

Ces quelques lignes décrivent parfaitement l'un des principaux mécanismes générateurs d'inégalité d'apprentissage et de réussite dans le cadre d'un enseignement collectif. Il ne s'agit plus alors d'une inégalité de traitement pédagogique, mais d'un traitement uniforme qui produit des effets dissimulés par le seul fait qu'il s'adresse à des élèves inégalement préparés à assimiler l'enseignement qu'ils reçoivent. C'est une banalité à dire que l'action pédagogique atteindra d'autant mieux son but que l'élève saisit le sens et l'utilité de l'apprentissage, a envie de travailler, parvient à décoder le message pédagogique et à communiquer avec le maître, dispose des acquis préalables qui lui permettent d'intégrer des notions ou des informations nouvelles en restructurant à un palier supérieur son organisation cognitive. Le développement, l'apprentissage, comme l'action, sont toujours le produit de l'interaction entre un sujet et une situation, étant entendu que le sujet ne subit pas passivement des influences formatrices, mais se transforme à travers son activité propre d'organisation de l'expérience.

Faut-il dire que l'ensemble des différences génératrices d'inégalité d'apprentissage sont culturelles ? C'est en partie affaire de langage et l'on peut convenir que toutes les dimensions de différenciation des individus sont d'une manière ou d'une autre culturellement marquées. Il importe simplement de ne pas exclure les différences de personnalité, de développement intellectuel, de modes pratiques de fonctionnement mental et social, toutes choses qui ne figurent pas toujours dans la représentation de la culture, trop souvent entendue comme un ensemble de valeurs ou de connaissances. En ce sens, le concept d'habitus cultivé, développé par Bourdieu, présente moins de risques de réduction aux contenus, puisqu'il s'agit du système des schèmes de perception, de pensée d'évaluation et d'action que tout individu doit à son passé, en particulier à son expérience au sein de la famille (Bourdieu, 1972).

Il est presque tautologique d'énoncer que des élèves inégalement préparés à suivre le même enseignement en tirent inégalement parti. La question n'est donc pas tant de savoir comment, devant un enseignement indifférencié, les différences de culture, de développement, de personnalité, de maîtrise des acquis scolaires préalables, sont transformées en inégalités d'apprentissage et de réussite. Ce qui est beaucoup plus troublant, c'est la persistance très généralisée de cette forme d'enseignement collectif faiblement différencié. La question est de savoir dans quelle mesure entre les élèves ont conscience des différences qui existent entre les élèves qu'ils reçoivent en début d'année. S'ils n'en ont pas ou faiblement conscience, on se demandera comment ils préservent l'illusion de l'homogénéité de leur groupe alors que l'hétérogénéité saute aux yeux de l'observateur extérieur. Si les enseignants ont conscience des différences, on se demandera comment ils peuvent fonctionner quotidiennement dans un système qui leur donne de très faibles moyens d'ajuster l'action pédagogique aux caractéristiques individuelles. Dans un cas comme dans l'autre, on bute sur l'évaluation.../...

... Dans l'immédiat, je voudrais discuter rapidement quelques aspects de l'inégalité de traitement, en particulier sous l'angle de l'évaluation. De quelle nature sont les inégalités de traitement génératrices d'inégalité de réussite scolaire ?

Il y a d'abord la discrimination déléguée en fonction de l'appartenance sociale de l'élève. Sans exclure cette éventualité, on peut la tenir pour marginale dans la plupart des écoles. A mon avis, très rares sont les enseignants qui décident de privilégier délibérément les enfants d'une classe sociale. Et lorsque cela se produit, je tiendrai à croire que c'est plutôt en faveur des élèves des classes populaires, dans le sens d'une "compensation sauvage".

L'inégalité de traitement ne naît pas dans sa forme la plus générale d'une volonté de discrimination, mais du fait que placé devant un groupe de vingt à trente élèves, un maître seul ne peut les traiter tout à fait uniformément. Il accordera à certains plus d'attention, plus de temps, plus de considération. Et ni les encouragements ni les railleries ne seront équitablement partagés. Cela tient au fait qu'un groupe de vingt-cinq, s'il permet difficilement l'individualisation de l'action pédagogique comme telle, ou même de l'évaluation scolaire proprement dite, n'exclut nullement au contraire une perception individualisée de la personnalité de chaque élève, de son mode de participation en classe, de son attitude envers le maître, ou ses camarades, de l'intérêt qu'il porte à l'école, de sa vivacité d'esprit, de sa facilité de répartie, etc. Dans toute interaction sociale, chaque acteur ne cesse d'évaluer la compétence, le savoir-vivre, l'à-propos, la loyauté, l'élégance des autres acteurs. Pourquoi en irait-il autrement dans les interactions en classe ? Le maître, comme chacun dans sa vie sociale quotidienne, est bien loin d'avoir une conscience claire, des jugements de valeur, des impressions plus ou moins favorables, des mouvements d'attraction ou de rejet qui traversent son esprit. Et il ne maîtrise pas davantage la mesure dans laquelle ses impressions fugitives ou réfléchies se reflètent sa conduite, sa relation avec chaque élève, la façon dont il sourit, dont il communique, dont il blâme ou encourage, etc.

Ces phénomènes sont-ils générateurs d'inégalité sociale devant l'enseignement ? Oui, dans la mesure où les subtiles différences de traitement qui viennent d'être évoquées :

- sont liées à l'appartenance de classe des élèves ;
- influencent leur travail scolaire et leur réussite.

La seconde hypothèse semblera d'autant plus fondée que l'on croit à l'interaction comme moteur de l'apprentissage et qu'on accorde aux éléments affectifs et relationnels une place considérable dans la progression scolaire des élèves.

Quant à la seconde hypothèse, elle se fonde sur l'idée que l'attitude d'un maître envers les élèves, la manière dont il communique avec eux, les juge, les stimule, etc. dépend :

- d'une part de leur valeur scolaire, autrement dit de la maîtrise qu'ils manifestent déjà en mathématique, en langue maternelle, etc. ; or cette maîtrise est précisément liée statistiquement à leur origine sociale ;
- d'autre part de la facilité de contact de ces élèves, de leur présence en classe, de leur participation active, de leur politesse, de leur façon d'entrer dans le jeu du maître, toutes attitudes qu'on peut supposer liées aux modes de relation et aux habitudes éducatives qui ont cours dans les familles des classes moyennes et supérieures. .../...

ANNEXE V

L. LEGRAND - La différenciation de la pédagogie - Scarabée -
CEMEA - 1986 - p 88 et 89.

Le problème posé par l'enseignement des mathématiques est plus complexe encore. La prolongation de la scolarité obligatoire jusqu'à 16 ans et le report après cet âge de la formation pratique justifie en un sens la secondarisation généralisée de cette discipline. Les mathématiques appliquées, le calcul « utile », ne correspondent plus à aucune exigence immédiate d'insertion sociale. Les mathématiques se sont ainsi trouvées libérées des lourdeurs propres à une exigence pragmatique. En ce sens les programmes issus de la commission Lichnerovicz étaient parfaitement justifiés. La mathématique prenait ainsi le relai du latin défaillant comme entraînement mental à l'abstraction et au raisonnement pur. Mais, chemin faisant, cette discipline a décroché des possibilités psychologiques d'un grand nombre d'élèves. Les mathématiques sont devenues un impitoyable moyen de sélection. Il y aura donc à s'interroger sur la possibilité de conserver aux mathématiques leur caractère spécifiquement gratuit et formel tout en les adaptant aux possibilités génétiques des apprenants ?.

Français et mathématiques comme disciplines communes de base sont donc à réétudier en fonction de leur utilité sociale. La prolongation de la scolarité obligatoire les a libérées de toute contrainte utilitaire. Mais chemin faisant sont apparues d'autres contraintes relevant cette fois de la diversité des publics. Les facteurs socio-économiques cèdent le pas aux facteurs proprement psychologiques. Par ailleurs, les préoccupations culturelles au sens contemporain du terme doivent conduire à réétudier les objectifs de l'enseignement du français.

ANNEXE VI

Classes d'activités d'après les travaux de R. GRAS.

in Objectifs de l'enseignement et pratique enseignante dans le 1° cycle - IREM de Rennes - juillet 1980.

- 1 - heuristique: recouvre tout ce qui est lié aux séquences de recherche, à vocation de découverte par l'élève.
- 2 - traductif: recouvre les activités de passage d'un langage dans un autre langage (langue maternelle, dessin, tableau, graphique).
- 3 - classificatoire: recouvre les activités de classement selon un critère, activités supposant éventuellement une perte d'information en faveur d'une identification classifiante.
- 4 - calculatoire: recouvre toutes les activités algorithmiques, portant essentiellement, en 1° cycle sur les nombres, ce qui ne sera pas toujours le cas ultérieurement.
- 5 - logique: recouvre les activités de type hypothético-déductif. Le développement des qualités de raisonnement y est visé.
- 6 - technique: recouvre les capacités où soin, minutie, précision, persévérance sont fortement sollicitées.
- 7 - réinvestissement: recouvre toutes les activités dites d'application où les champs de représentation peuvent être différents: on y passe en général, d'un modèle au réel où l'on utilise les résultats établis dans le modèle.
- 8 - créatif: recouvre les activités où fonctionne l'imagination, l'aptitude de la pensée divergente à construire un exemple personnel ou une situation différente de celle de l'apprentissage.
- 9 - critique: recouvre les activités où s'exerce l'esprit critique, la comparaison d'un résultat par rapport à un référentiel ou un présumé.
- 10 -prédicatif: recouvre, enfin les activités tournées vers l'extérieur du champ perçu et prospecté, activités qui mettent en oeuvre les facultés inductives de l'apprenant.

P. MEIRIEU - Apprendre en groupe - Chronique sociale - Lyon
1984 - t. 2 - p 13 à 15.

deuxième caractéristique du groupe d'apprentissage : les matériaux de travail, informations, éléments ou données nécessaires à l'élaboration du projet, doivent être distribués de manière à ce que sa réalisation requière en elle-même la participation de chacun.

Cela n'est cependant pas suffisant pour garantir le groupe contre la spécification de ses membres et la division du travail : le fait que tout participant doive collaborer à l'activité collective n'implique pas, en effet, qu'il y réalise la même qualité d'acquisition. Il faut y ajouter la définition du rôle qu'il doit tenir dans le groupe et qui exprime le rapport des matériaux dont il dispose au projet commun auquel il contribue. Car, en réalité, c'est seulement la manière dont chacun participe à l'ensemble qui détermine l'apprentissage qu'il y effectue. Aussi devons-nous avancer un troisième caractéristique du groupe d'apprentissage : **il y est proposé un mode de fonctionnement impliquant chacun à la tâche commune, de telle façon que cette implication soit un moyen d'accès à l'objectif que l'on se propose d'atteindre.** Cette troisième caractéristique nous ramène à la définition de l'objectif, qui préside à l'organisation de l'apprentissage en même temps qu'elle permet d'en évaluer les effets.

Nous pouvons alors proposer un tableau récapitulatif qui, opposant les caractéristiques des "pédagogies de groupe" au "groupe d'apprentissage", nous permet d'en mesurer l'écart :

Pédagogie de groupe	Groupe d'apprentissage
Autorisation de relations plurielles d'échange entre les membres du groupe.	Instauration d'un réseau de communication homogène entre les participants.
Retour au réel, sous la forme de la fabrication d'un objet ou de la considération du vécu du groupe comme réalité dernière.	Distribution des matériaux aux participants de telle manière que la réalisation du projet requière la participation de chacun.
Evacuation progressive de l'autorité du maître.	Organisation d'un mode de fonctionnement impliquant chacun à la tâche commune en fonction de l'objectif que l'on entend lui faire atteindre.

Sans revenir à la "caverne scolaire", l'on voit que le groupe d'apprentissage se détache des "pédagogies de groupe" en ce qu'il suppose la maîtrise par l'éducateur de la définition du projet, de la répartition des tâches et du mode de fonctionnement du groupe. Il doit être tenu pour une "méthode active", car il sollicite l'activité de l'élève qui, dans des conditions données, élaborées par le maître, réalise lui-même une découverte. Il peut être aussi considéré comme non-directif si l'on pose, comme L. Brunelle, que la non-directivité "c'est ce qui place le pédagogue au cœur du paradoxe pédagogique : rien n'est acquis que spontanément, mais rien de spontané ne se développe sans la sollicitation du milieu" (1976, p. 72). Mais il est également très directif, puisque c'est le maître qui en définit l'objectif et en contrôle les modalités.

Les caractéristiques du groupe d'apprentissage

Ainsi se profile le modèle d'un groupe centré sur le développement cognitif de chacun de ses membres : pour bien en comprendre l'originalité, il nous faut nous souvenir à quel point les "pédagogies de groupe" hésitent entre le primat du projet et sa suppression totale au profit du vécu relationnel ; cette présence / absence, dont nous avons montré le caractère dialectique, engage le groupe dans un mode de fonctionnement qui s'appuie sur les différences de potentiel existantes en son sein pour produire un objet ou une abstraction dans lesquels il croit trouver son unité. Par opposition, le groupe d'apprentissage n'a sa raison d'être qu'en tant qu'il est occasion, pour chaque participant, d'atteindre un objectif donné. Il s'intéresse moins au projet qu'à la contribution de chacun à sa réalisation, car c'est dans cette opération que s'effectue l'acquisition. Il est donc indispensable que son fonctionnement garantisse l'égalité des collaborations et, pour cela, l'on ne peut raisonnablement s'en tenir ni à l'exhortation confiante du maître conjurant chacun "d'y mettre du sien", ni à l'affirmation théorique de cette égalité. Il faut, en revanche, rechercher les caractéristiques de ce que L. Brunelle nomme un "modèle pédagogique homogène" (ibid., p. 11), reprenant le concept élaboré par C. Flament :

"Le modèle homogène (se caractérise par le fait que) chaque membre du groupe centralise pour son compte les informations initiales et en déduit la solution" (1965, p. 64).

Or, pour réaliser cela, c'est au plan de la communication qu'il convient de faire porter l'attention : l'on sait, en effet, que celle-ci peut être organisée autour de certains individus et en exclure d'autres, qu'elle peut fonctionner de façon unilatérale et permettre à quelques uns de capter l'attention, tandis que la majorité se trouve privée de toute initiative. La première exigence doit donc être située à ce niveau et il nous faut alors poser que, corollairement, la première caractéristique du groupe d'apprentissage est l'**instauration d'un réseau de communication homogène** dans lequel chaque participant soit tenu d'échanger avec tous les autres.

Mais, si l'on comprend l'intérêt d'un tel principe, l'on mesure également ses difficultés d'application : comment, en effet, le mettre en pratique sans l'accompagner d'un très lourd dispositif de contrôle et de répression ? La seule manière de garantir la participation égale et effective de chacun est de répartir également les matériaux de travail entre les différents membres du groupe, de telle façon que, seule, la mise en commun de ces matériaux rende possible l'activité collective. Dans ces conditions, chacun est sollicité pour participer à la tâche commune et doit tenir compte de l'apport de tous les autres participants. Car, pour reprendre la terminologie de C. Flament, le réseau de communication n'est que "l'ensemble des communications directes possibles" (ibid., p. 64) et il convient de chercher le "modèle de la tâche" (idem) qui rendra ces communications nécessaires. En d'autres termes, c'est seulement à partir du moment où une tâche est proposée, qui contraint le groupe à fonctionner de façon homogène, que le réseau de communication pourra véritablement exister : ce sont les rapports structuraux entre la tâche et le réseau qui rendront la première accessible tout en incarnant le second. L'organisation optimale du groupe correspondra alors à l'isomorphisme entre ces deux éléments ; ce qui nous amène ainsi à définir la

Les pratiques de groupe représentent un moyen précieux de différenciation ; associées à des situations individualisées (travail par fiche, E.A.O., plan individuel de travail, etc.) et à des temps d'apports magistraux, elles peuvent compléter opportunément le répertoire méthodologique de l'enseignant. Cependant, elles sont souvent invalidées par l'imprécision de leurs objectifs et de leur mode de fonctionnement : les élèves ne savent pas toujours, en effet, ce que l'on attend d'eux et de nombreux groupes s'épuisent en conflits stériles sur ce qu'il convient vraiment de faire ensemble ; c'est ainsi qu'émergent différents leaders qui incarnent chacun différentes « hypothèses de base » (1)... Un élève défendra d'abord la qualité de la production, tandis qu'un autre militera pour l'apprentissage, et un troisième demandera surtout au groupe d'être un cadre chaleureux de réconciliation, etc.

Il importe donc de **spécifier les différents usages du groupe** et d'informer clairement les participants de ce que l'on attend d'eux. De manière fort schématique, on peut retenir quatre grands types de groupes :

1. Le groupe de monitorat

Il ne s'agit pas, à proprement parler ici, de s'appuyer sur l'interaction entre les membres, mais bien plutôt d'organiser une structure de relais où **un élève prend provisoirement la place du maître**. Cette « classe en miniature » est souvent efficace dans la mesure où un pair sera parfois capable de trouver l'image, la métaphore, le terme qui a manqué au maître et qui sera décisif pour la compréhension d'une notion. Mais encore faut-il que le « moniteur » soit clairement investi d'une fonction de « transmission » ? Or, trop souvent, en même temps qu'on le sollicite pour cela, on le culpabilise quelque peu en laissant entendre que la fonction du groupe est de « trouver ensemble » ce qu'il est seul à pouvoir expliquer. Il ne s'agit bien sûr pas de réduire toutes les pratiques de groupe au monitorat, mais de le pratiquer, selon les opportunités, avec clarté et conscience de ses richesses et de ses limites.

2. Le groupe à dominante productive

Dans cette forme de travail, l'on donne à un groupe d'élèves un objectif de production en insistant sur la qualité du produit qui doit être fabriqué... Ce sera, selon les cas, un panneau, une maquette, un journal, une scène de théâtre, une expérience scientifique, un objet quelconque, etc. Les élèves s'organisent alors naturellement, en fonction de l'efficacité qui leur est demandée, sans toutefois parvenir à neutraliser, dans la plupart des cas, les jeux de pouvoir et d'influence qui s'exercent entre eux. Mais la caractéristique essentielle de cette situation est, bien évidemment, la division du travail : les tâches sont confiées à ceux qui sont perçus, à tort ou à raison, comme étant le

mieux susceptibles de les effectuer ; les élèves incompetents sont marginalisés et acceptent cette marginalisation, dans la mesure même où elle contribue à la qualité de la production collective. Chacun voit son activité limitée à un domaine précis dans lequel il peut se perfectionner, mais se voit écarté d'activités nouvelles, avec lesquelles il est peu familier et où il aurait besoin précisément de s'investir. Paradoxalement, il n'y a véritablement apprentissage que dans le cas d'erreurs d'affectations effectuées sous la pression, et donc terriblement aléatoires.

Est-ce à dire que cette forme de groupe doit être abandonnée ? Certainement pas ! Mais il s'agit simplement de réajuster ses objectifs en fonction de ses possibilités. Il serait naïf d'en faire un groupe d'apprentissage spontané où l'interaction entre les individus serait automatique et au service de la promotion de chacun... En revanche, **il peut être introduit, à un moment donné d'une démarche, pour faire émerger de la pratique un certain nombre de règles et d'exigences**. Le « travail vrai » a ici une fonction heuristique s'il permet de découvrir, par exemple, l'exigence orthographique comme une nécessité de la communication, la précision des mesures comme une exigence de la fabrication d'un meuble, tel type de classement comme une condition du traitement de l'information, etc. Bien évidemment, il reviendra au maître de spécifier en l'isolant cette découverte et d'engager des travaux personnels en garantissant la réappropriation par chacun. Seule cette réappropriation individuelle de ce que le groupe centré sur la production a découvert légitime sa pratique.

3. Le groupe à dominante affective

Il s'agit ici de proposer aux élèves des activités dont l'objectif est de mobiliser leur intérêt pour opérer une « réconciliation » à caractère essentiellement affectif. La qualité de la production, aussi bien que celle de l'apprentissage, sont alors très clairement secondes. On peut tout à fait se satisfaire d'une réalisation médiocre, de même que l'on peut accepter que certains élèves soient cantonnés dans des tâches subalternes où l'apprentissage sera limité, voire exclu. **L'essentiel est que chacun « trouve une place », se sente « reconnu » et « utile »** ; l'essentiel est de garantir l'intégration de chacun à la communauté de la classe, de lutter contre les exclusions et les solitudes.

Certes, l'on voit bien que, en situation scolaire, ce type de fonctionnement de groupe ne peut être systématisé. L'école n'a pas pour objectif de résoudre prioritairement les problèmes affectifs, tout au moins pour ceux des élèves pour qui ces problèmes ne sont pas totalement inhibiteurs. De plus, ces pratiques entretiennent inopportunistement les réactions souvent agressives de la part des tenants de « l'instruction avant tout ». Cependant, il peut arriver qu'un maître considère légitimement que, dans sa démarche, il y aura

problèmes de type relationnel, et que l'impasse sur ces questions compromettrait gravement les apprentissages ultérieurs. Mais, en toute rigueur, l'intérêt et la portée de ce temps doivent être mesurés à la qualité des apprentissages qu'ils permettront d'effectuer et, en aucun cas, à la seule satisfaction affective momentanée. Malgré les difficultés et les frustrations que cela risque de faire naître, le maître doit être garant ici de la rigueur pédagogique, en référant systématiquement ses pratiques à ses objectifs d'apprentissage.

4. Le groupe à dominante apprentissage

Il s'agit d'une forme de travail où **l'on s'appuie délibérément sur l'interaction cognitive entre les membres, pour leur permettre de réaliser des apprentissages précisément identifiés**. Comme toutes les situations d'apprentissage (un cours magistral, une fiche individualisée, un programme informatisé, etc.), il demande à être organisé et contrôlé par le maître. Pour que le « conflit socio-cognitif » (2) soit efficace, trois conditions sont requises :

- que soit distingué vigoureusement le projet à fabriquer collectivement (s'il existe) de l'objectif à atteindre individuellement. C'est l'objectif individuel qui doit faire l'objet de l'évaluation et jamais le projet qui devient ici une simple médiation.
- que l'on s'assure d'une homogénéité des capacités permettant aux individus de communiquer sur le plan où ils doivent collaborer (l'absence d'outils de communication maîtrisés par tous compromet toujours l'interaction).
- que l'on s'assure de l'hétérogénéité des compétences, c'est-à-dire que l'on garantisse la participation de chacun en le dotant de matériaux spécifiques qui sont absolument requis pour le travail collectif (cette complémentarité des compétences — qui requiert, on le voit, un travail individuel préalable — se concrétisera par la définition du « mode de fonctionnement » du groupe).

Dans ce sens, le « groupe d'apprentissage » joue à la fois et en permanence sur l'homogénéité et l'hétérogénéité des participants ; il promeut la différence et fournit le contrepoint unitaire qui lui permet d'être féconde.

Concrètement, on peut envisager de très nombreuses modalités de ce fonctionnement : cela peut être **le groupe d'inter-évaluation** (où les recherches préalables étant identiques, elles sont passées au crible des interrogations d'autrui), **le groupe de découverte** (où chaque participant étant en possession d'une partie seulement d'un ensemble de faits ou de documents, est amené à articuler son apport à ceux d'autrui pour accéder à la compréhension de l'ensemble, de la loi ou du concept). Cela peut être **le groupe de confrontation** (où chacun doit, à tour de rôle, incarner une position ou une donnée pour en découvrir la logique et la spécificité).

cité), ou, enfin, **le groupe de création** (dans lequel on s'appuie sur une interaction dynamique que l'on stimule et favorise par des procédés adéquats ; il s'agit ici d'ouvrir des perspectives, d'inventorier des solutions, sans souci de réalisation immédiate...).



Il est clair que la typologie que nous venons de présenter est fort sommaire et il conviendrait de s'interroger sur les situations intermédiaires, les évolutions lentes ou rapides qui font basculer un type d'organisation de groupe dans un autre. Dans la réalité de la classe, les choses sont moins tranchées que nous venons de le dire. Reste que la spécification des fonctionnements groupaux en fonction des objectifs que l'on s'assigne est, de toute évidence, fort utile pour « différencier la pédagogie ».

Philippe Meirieu

(1) L'expression est empruntée à W. R. Bion, **Recherches sur les petits groupes**, P.U.F., Paris, 1976 ; toutefois l'usage que je fais de ce concept est plus large que celui de Bion.
(2) L'éucidation de ce conflit et de ses conditions d'efficacité se trouve particulièrement bien formulée dans l'ouvrage d'A. N. Perret-Clermont, **La construction de l'intelligence dans l'interaction sociale**, Peter Lang, Berne et Francfort, 1979.

Différencier la pédagogie :
pourquoi ? comment ? - CRDP - Lyon
1986.

ANNEXE VI ter
P. MEIRIEU - L'école mode d'emploi -
ESF - Paris - 1985 - p 158

CONTRAT

date :

NOM DE L'ÉLÈVE : NOM DE L'ÉDUCATEUR avec lequel est passé le contrat :	
DIFFUSION DU CONTRAT :	ÉCHEANCE DU CONTRAT :
Compte tenu des éléments suivants : * réussites antérieures	POINTS D'APPUI * besoins * centres d'intérêts
ENGAGEMENTS	
Il est convenu qu'au terme du contrat les objectifs suivants seront atteints :	
MOYENS MIS EN ŒUVRE PAR L'ÉLÈVE	MOYENS MIS EN ŒUVRE PAR L'ÉDUCATEUR
L'élève : Lu et approuvé	L'éducateur : Lu et approuvé
EVALUATION	
L'exécution du contrat sera évaluée par :	
En cas de non-exécution du contrat, il est prévu le dispositif suivant :	

CONTRAT	DOMAINE : expression écrite
ENTREDupont Jojo 3è 9 ET ... Mme Josette Mouchabeuf (lettres) Mr Robert Dumanglou (maths)	
POUR LA PÉRIODE DU : 15 oct. au 15 janv.	
ÉTANT DONNÉ QUE ...Jojo ▶ aime bien travailler en équipe ▶ aimerait écrire mieux ▶ est apprécié pour ses mimes (théâtre etc ...)	
ET QU'IL VOUDRAIT ÊTRE A L'AISE DANS ... ▶ les règles d'accord (participe passé, adjectif) ▶ la ponctuation ▶ la façon d'écrire les mots usuels	
IL A CHOISI POUR Y PARVENIR, PARMI LES ACTIVITÉS PROPOSÉES PAR ... Mme Mouchabeuf et M. Dumanglou : ▶ le travail en équipe ▶ les fichiers ▶ les sketches ▶ cahier avec autocorrection ▶ micro-informatique A RAISON DE ... 2 heures par semaine	
DANS CETTE ACTIVITÉ ... IL POURRA FAIRE APPEL A ... ▶ un copain volontaire pour travailler avec lui (Nitrique Alcide) ▶ la documentaliste, Mme Thésaurus ▶ le conseiller d'orientation M. Parici ▶ la secrétaire de M. le Principal, Mme Polly-Copie ▶ un autre enseignant (en accord avec Mme Mouchabeuf et M. Dumanglou)	
POUR FAIRE LE POINT (REPÉRER CE QUI VA BIEN, DIRE CE QUI RESTE DIFFICILE, ÉVENTUELLEMENT MODIFIER LES TERMES DU CONTRAT, ... Jojo, Mme Mouchabeuf et M. Dumanglou ... tous les 15 jours SIGNATURES :	SE RENCONTRERONT ... (éventuellement avec les autres partenaires) POUR ÉVALUER ENSEMBLE

ANNEXE VIIFONCTION PEDAGOGIQUE DE L'ERREURPourquoi réfléchir sur l'erreur ?

Loin de considérer l'erreur comme un échec de l'apprentissage, elle nous est apparue comme son accompagnement normal. En effet il ne sert à rien de nier la réalité et de rêver à d'impossibles parcours sans faute: tout apprenant à un moment ou à un autre, sur un apprentissage ou l'autre commet une erreur. Au lieu de rejeter ce fait, il nous a paru plus opérant de nous interroger sur sa signification.

En outre ce processus normal a une valeur pédagogique très grande puisqu' il constitue l'un des rares indices que possède le pédagogue des procédures mentales de l'apprenant. C'est donc en tant qu'OUTIL PEDAGOGIQUE que nous nous référons à l'erreur.

L'erreur comme résultat d'un jugement de valeur

On peut se borner à constater l'erreur, la sanctionner puis tenter de l'oublier. On peut aussi, comme BACHELARD, la considérer comme "la distraction d'un esprit fatigué", une sorte d'acte manqué qui échappe dans un moment de moindre vigilance de l'esprit. On peut enfin penser qu'elle est le signe du tâtonnement et de la recherche, le signe que la pensée est en marche.

C'est finalement la façon dont on la juge qui définit l'erreur. Elle est relative à l'état du savoir auquel on la rapporte et résulte d'un jugement qui la désigne comme telle. Tant que Copernic n'avait pas élaboré son modèle du système solaire, placer la Terre au centre des planètes n'était pas une erreur. Cela ne vise pas à diluer le caractère faux de l'erreur mais montre que l'on aurait tort de se scandaliser de ce produit normal de l'activité de l'esprit humain.

L'erreur et l'échec

Ce qui attire le plus souvent notre attention sur l'erreur est l'échec. C'est parce que notre action a échoué que nous

nous posons le plus souvent, la question: ne me serais-je pas trompé quelque part ? Cependant le registre auquel ils se rapportent est différent: l'erreur se rapporte à la vérité dans le registre de la connaissance, tandis que l'échec se rapporte à la réussite dans l'ordre de l'action. La logique de l'action n'est pas identique à la logique formelle et erreur et échec ne s'impliquent pas de façon réciproque.

Mais comment identifier une erreur si elle ne prend pas corps dans une production ? comment savoir qu'un élève se trompe sans lui demander de fournir une preuve de ce qu'il sait en accomplissant une tâche ? Mais nous savons bien pour l'avoir expérimenté nous mêmes qu'il est possible d'échouer tout en ayant parfaitement compris, simplement parce que l'exécution de la tâche a mobilisé autre chose que la seule compréhension. Et inversement... La question qui est ainsi posée (c'est une des questions centrales de l'évaluation) est la pertinence de la performance demandée à l'élève en tant qu'indice de la compétence qu'il est supposé devoir acquérir.

L'erreur et l'approximation

On désigne parfois, emporté par une exigence de rigueur, une approximation comme une erreur. S'il est vrai que dans un certain nombre de circonstances, on a parfaitement raison de le faire, d'autres circonstances admettent une marge plus ou moins grande d'incertitude et un résultat approché ou une estimation suffisent.

Bien plus, pour résoudre un même problème il existe parfois plusieurs façons de s'y prendre. Les unes seront jugées plus efficaces parce que plus courtes, parce qu'elles sont d'un degré de généralité plus élevé et susceptibles d'être transposées dans beaucoup d'autres cas, d'autres au contraire, seront décriées comme inadéquates parce que trop longues ou trop particulières. Cependant dans l'économie de la recherche d'une solution intervient une considération importante pour le sujet: ajuster sa dépense d'énergie au bénéfice qu'il escompte. Si je pense que ce problème a peu de chance de se présenter à nouveau, si je dispose d'un automatisme tout monté, si le problème me semble dénué de sens..., je n'investirai pas d'énergie pour élaborer une démarche de niveau formel.

Faute de prendre en considération la gestion de l'effort

par l'apprenant, on s'interdit de comprendre par exemple qu'un élève s'entête dans des stratégies lourdes, mal commodes, empiriques, peu généralisables. Sa démarche "bricolée" lui suffit tant qu'il n'éprouve pas par lui-même, la nécessité d'une formalisation.

L'erreur et la mauvaise action

Le langage courant en est témoin: nous avons une représentation morale de l'erreur. Ne parle-t-on pas indifféremment de faute à propos de l'orthographe et de la conduite d'une personne ? Le lien établi par la philosophie grecque, entre le bien et le vrai, marque encore nos esprits. Aussi un professeur de mathématique peut-il exprimer son scandale en marge d'une copie: HORREUR ! (1). De l'erreur à l'horreur, seules deux petites lettres changent. Un autre écrit sur un carnet scolaire: "Courage, travail !"

Pourtant nous savons bien que mérite et réussite scolaire ne vont pas forcément ensemble. Il arrive, au mépris de toute morale, que celui qui travaille le moins soit aussi celui qui comprend le mieux et que celui qui peine laborieusement, ait des moyens limités. On dit alors de l'un qu'il est doué, et à l'autre on adresse des encouragements, espérant vaguement que ses efforts seront un jour couronnés de succès.

Et s'il fallait être cynique et dire une bonne fois que l'erreur n'a rien à voir avec la faute, la compréhension avec le mérite ? Certes nous ne changerons pas les usages linguistiques ni probablement les critères moraux. Mais nous tenterons d'envisager l'aspect positif de l'erreur, nous tenterons de la comprendre. Pour cela nous la re-situerons dans le processus de production de la vérité. Celle-ci n'étant pas donnée toute faite, elle est à produire avec tous les tâtonnements et les errements que cela suppose. Nous poserons par hypothèse que le savoir se construit dans un mouvement dialectique fait d'avancées et de reculs, de contradictions surmontées, de réajustements permanents.

Nous poserons également que le savoir doit être rapporté au contexte dans lequel il s'élabore, contexte historique, social, relationnel. L'erreur est marquée du sceau de son origine dont il faut tenir compte pour la comprendre.

I - FONCTION DE L'ERREUR DANS L'APPRENTISSAGE

Même les conceptions les plus élémentaires de l'apprentissage (le conditionnement par exemple), lui font une place importante. Elle est l'indice qui conduit le sujet à rectifier sa conduite, l'outil de son adaptation progressive.

Pour la psychologie génétique, elle fait partie du processus de développement lui-même. Wallon décrit la constitution de l'intelligence comme un mouvement dialectique, oscillation entre deux pôles:

- la découverte du monde extérieur qui pousse l'enfant dans une exploration des plus en plus complexe et lointaine,

- l'intérêt pour sa personne propre qui inversement, l'amène à se centrer sur lui-même, à découvrir son corps, à affirmer sa personnalité. Bien que chaque moment représente un progrès sur le précédent, une évolution normale n'exclut pas des régressions momentanées, signes que l'enfant pour inventer de nouvelles réponses a besoin de déstructurer ses anciens schèmes devenus périmés. C'est à cette condition qu'il pourra progresser. L'évolution de l'intelligence n'est donc pas une accumulation linéaire, mais elle comporte à la fois des progrès, des régressions, des latences dont ^{on} aurait tort de s'inquiéter. L'erreur ou l'échec peuvent aussi bien dans certains cas, être le signe d'une avancée qui s'élabore obscurément.

De même Piaget décrit le développement de l'intelligence comme un processus infiniment plus complexe qu'une simple accumulation. Il a le sens d'une intériorisation progressive de schèmes de conduite efficaces. Dans le même temps qu'elle se détache des objets, la pensée produit des démarches susceptibles de s'appliquer à un nombre de plus en plus considérable de situations, et non-contradictoires. Chaque grande étape de ce développement ou stade est caractérisé par un type de procédure, les procédures les plus tardives intégrant les précédentes tout en les transformant radicalement. L'échec constaté, l'erreur perçue, mettent en cause un schème de comportement et amènent l'enfant à élaborer une nouvelle conduite, d'un niveau plus élevé. Mais la condition minimale pour qu'il y ait progrès est que l'enfant constate lui-même son erreur. S'il l'admet, comme un effet de l'autorité de l'adulte, il ne fait que se soumettre et ne progresse pas réellement. On sait qu'on ne peut guère accélérer les évolutions: tant qu'il n'est pas sensible à l'aspect contradictoire de son discours, l'enfant ne peut entrer dans le point de vue de l'adulte. A son heure, il pourra faire

le constat attendu de lui et faire sien un point de vue plus général, dépasser cette étape où coexistent des affirmations contradictoires sur une même réalité (équilibre majorante). On voit donc que certaines erreurs ont valeur de butoir dans l'apprentissage et qu'il ne sert à rien d'imposer l'idée juste tant qu'elle ne peut être assimilée par l'enfant. On mesure aussi à quel point le travail sur l'erreur, son analyse, sa confrontation avec d'autres affirmations plus ou moins proches de la vérité, sa réélaboration, sont les conditions d'un apprentissage efficace.

II - FONCTION EPISTEMOLOGIQUE DE L'ERREUR

1 - Les représentations

Le sujet qui apprend a toujours un passé intellectuel aussi éloigné du savoir en cause soit-il, qui interfère avec l'apprentissage actuel. Ce passé est fait d'expérience peu ou pas analysée, d'idées toutes faites, peu critiquées, plus ou moins explicites, plus ou moins liées entre elles. Cet état des connaissances préalables s'accompagne de sentiments variables: de rejets, de désirs, d'images sociales valorisantes ou non, de projets personnels. Cet ensemble complexe forme un pseudo-savoir, empreint d'affectivité, peu sensible à la contradiction, marqué par des conformismes sociaux et qui cependant a une consistance telle qu'il résiste, s'oppose à l'assimilation de la connaissance.

Au présent, le sujet qui apprend n'est pas totalement disponible pour le savoir. Au-delà de sa recherche sur la connaissance, il considère l'utilité pour lui de sa démarche, il est susceptible d'investir une énergie donnée ... Ces caractéristiques personnelles interfèrent avec l'apprentissage, déterminent sa forme d'attention, la qualité de sa mémorisation, sa capacité de transfert.

L'erreur n'est donc pas rien: elle résiste au changement, au questionnement, elle est intimement liée aux structures mentales du sujet. Ce qu'on croit savoir, ce qu'on a besoin de savoir empêche d'apprendre. D'où la nécessité de procéder à une "psychanalyse" visant à destabiliser, déstructurer, ces obstacles qui gênent l'accès à la vérité.

2 - L'erreur dans l'histoire des sciences

Bien qu'il n'y ait pas d'isomorphisme entre l'histoire de l'humanité et celle d'un individu, on peut toutefois remarquer que dans les deux cas l'erreur a un rôle prépondérant. L'histoire

des sciences est l'histoire des erreurs vaincues. Une nouvelle théorie s'élabore à partir du moment où l'ancienne bute sur un contre-exemple, se révèle incapable de rendre compte de tous les phénomènes connus dans son domaine d'application etc. Le nouveau modèle théorique sera plus puissant mais sa validité sera elle aussi provisoire. D'"obstacle épistémologique" en "obstacle épistémologique", la science progresse par rectification d'erreur. Cette rectification n'est pas le fruit d'un travail solitaire, mais celui d'une "communauté savante" où le contrôle mutuel est le garant de l'objectivité.

3 - La vulgarisation

L'entreprise du professeur qui doit exposer à un niveau relativement élémentaire un savoir complexe, présente quelques similitudes avec la vulgarisation. Celle-ci entraîne la simplification des connaissances, oblige à présenter des résultats sans le processus qui les a produit, use d'images et de comparaisons qui se révèlent trompeuses quand on les pousse jusqu'à leur terme. Sa "fonction médiatique" (2), accrocher l'attention, intéresser, mettre en scène le savoir, nuit souvent à son exactitude. Pour retenir l'esprit vagabond de ses élèves, quel professeur n'a pas, une fois ou l'autre sacrifié au pittoresque? Par ailleurs le savoir remplit une "fonction sociale" d'une telle importance qu'on ne peut méconnaître le tri opéré entre les connaissances intensément diffusées dans le grand public et celles qui sont parfaitement méconnues. Du point de vue de la vulgarisation ce n'est pas tant le savoir lui-même qui importe que de s'inscrire dans des évolutions sociales présentées comme irréversibles, urgentes et souhaitables. La pression économique et sociale conduit parfois à des omissions, à des raccourcis, que l'on justifie par la nécessité de toucher le plus grand nombre. Ce savoir amputé, réorganisé par d'autres considérations que celle de la vérité est une source fréquente d'erreurs particulièrement résistantes.

Mais surtout la vulgarisation la plupart du temps n'est que discours. Elle isole arbitrairement le savoir du faire et le transforme en une parole auto-suffisante. Une certaine tradition rhétorique, un sous-équipement scientifique des établissements scolaires produisent parfois les mêmes effets: on parle d'une expérience mais on ne la fait pas. De cette manière, la spécificité de la démarche scientifique est gommée: la vérification est rendue impossible, l'opération sur le réel est

évacuée au profit de l'éloquence.

Plus grave encore est l'inégalité face à la vulgarisation. Pour ceux dont la culture est éloignée de la science, les connaissances ainsi acquises, restent fragmentaires, rhétoriques, invérifiables, impossibles à assimiler. Les autres au contraire pourront se les approprier, combler les lacunes, établir les liens, agir.

III - FONCTION PEDAGOGIQUE DE L'ERREUR

A bien y regarder l'histoire de la pédagogie fait apparaître que les pédagogues n'ont pas toujours eu la même façon d'envisager l'erreur. On pourrait probablement établir des rapports entre leurs attitudes, l'état de développement des connaissances, et la réalité sociale de leur temps. On peut distinguer trois grands moments où une attitude typique l'emporte sur les autres.

1 - L'erreur niée

C'est probablement l'attitude la plus ancienne, dont il perdure encore des traces aujourd'hui: l'erreur n'existe pas, il ne faut pas la laisser dire ni surtout la laisser écrire. L'erreur est un non-être pédagogique. Il ne faut pas en parler de peur que la parole lui donne une existence. La conception du savoir sous-jacente exige que celui-ci soit transmis dans son état achevé à un apprenant totalement réceptif. L'idéal serait de prendre l'enfant à la naissance (car après un certain âge, tout est censé être déjà joué, il est contaminé) et de l'isoler des mauvaises influences cognitives et sociales (3). Cette représentation ne tient pas compte de la réalité: la science n'a que des états provisoires et l'enfant dès sa naissance est actif sur le plan cognitif. Il se construit une idée du monde à partir de son expérience propre qui résistera à ce que le maître veut lui inculquer. Méconnaître ses pensées n'est pas les éliminer.

2 - L'erreur réduite

Dans cette perspective on n'admet son existence que pour l'escamoter au plus vite. Il faut la combattre, la réprimer, la sanctionner. Au contraire on renforcera par des gratifications adéquates, les bonnes réponses. On conduira le sujet à éliminer par lui-même les mauvaises réponses (4). Cette conception méconnaît la complexité des apprentissages humains qui ne s'expliquent pas par le seul tri du juste et du faux sur

des critères admis une fois pour toutes, parmi des réponses produites au hasard. En fait même lorsqu'il se trompe un sujet obéit à des schèmes mentaux qui n'ont rien à voir avec le hasard. Leur logique est parfois mystérieuse, elle n'en existe pas moins. La sanction ou la punition ne suffisent pas à les déstructurer.

Quant à la gratification elle ne supplée pas à la compréhension. Sans nous attarder sur la considération de l'accumulation des échecs, dont les effets sont bien connus, nous pouvons dire que réussir sans comprendre lasse vite un apprenant. Rien n'empêchera jamais un élève d'expérimenter sa marge de liberté par une erreur judicieuse, plutôt que de se soumettre à l'autorité d'une vérité qu'il ne peut faire sienne.

3 - L'erreur interprétée

Avec la psychologie génétique le statut de l'erreur change encore: il n'est plus question ni de la nier, ni de la réduire mais plutôt de comprendre son rôle dans le développement de l'intelligence. S'il est vrai qu'elle est intimement liée au progrès de la pensée, le problème du pédagogue devient: comment mettre en place des processus d'autorégulation qui aident l'enfant à la dépasser?

Il faut que l'enfant soit actif dans la construction du savoir. Apprendre n'est pas entrer dans un processus d'imposition mais de recherche. L'enfant ne va certes pas redécouvrir la totalité du savoir humain, mais il va construire les schèmes mentaux qui le produisent. On peut à ce propos remarquer qu'une forme subtile de maïeutique, par un questionnement habile, accule l'enfant à dire le vrai sans qu'il ait pris une part véritablement active à sa découverte.

Celà entraîne que l'erreur doit être analysée et comprise non à l'aide des référents de l'adulte mais en s'appuyant sur ceux de l'enfant; que les élèves peuvent s'aider entre eux dans la production du savoir, par la confrontation de leurs idées. D'une manière générale toute situation pédagogique qui vise à prendre conscience des caractères spécifiques des solutions justes, qui favorise la maîtrise des méthodes de travail, aide l'enfant à vaincre l'erreur.

Elle prend valeur d'indice pour l'enseignant, de jalon sur un parcours qui reste pour l'essentiel problématique. Elle est un signe extérieur accessible, le symptôme, non pas d'une maladie mais d'un cheminement. Par elle le pédagogue peut remonter à une réalité qui lui échappe en grande partie. La psychologie bâtit des modèles du fonctionnement mental qui donnent une bon-

ne compréhension générale des phénomènes liés à la pensée. Mais la façon dont tel individu fonctionne dans telles circonstances précises, reste mystérieuse. Non pas que ce soit un domaine inaccessible. Simplement parce qu'il n'existe pas de relation de cause à effet simple entre les caractéristiques personnelles du sujet, les données du problème et le type de solution qu'il va produire. On peut tout au plus inférer quel type de démarche sera plus appropriée. Il restera néanmoins à rendre compte d'une réalité particulière, non statistique.

L'erreur joue là un rôle privilégié en tant qu'elle permet d'émettre des hypothèses a posteriori, de construire une représentation problématique du fonctionnement psychique. Cette approche hypothétique se révèle suffisante pour l'action dans la mesure où les catégories sur lesquelles elle s'appuie sont plus grossières que les concepts scientifiques qui justifient les hypothèses.

o o o o o o o o o o

Pour conclure nous remarquerons que l'erreur est un des régulateurs de l'action pédagogique, à un double titre:

- lorsque l'enseignant conçoit un dispositif pédagogique, il tient compte dans ses anticipations, de façon explicite ou implicite, des erreurs les plus fréquemment commises à propos du contenu qu'il veut faire assimiler (diagnostic a priori).

- pendant ou après la réalisation d'une tâche par l'élève, il interprète l'indice qu'elle constitue, soit d'un point de vue statistique - trop d'enfants se sont trompés, je ne peux considérer l'objectif comme étant atteint -, soit d'un point de vue individuel - un tel a répondu de cette manière, comment est-il parvenu à cette réponse ? -. A chaque fois il tente de remonter au processus le plus probable en raison des données dont il dispose (diagnostic a posteriori) (5).

Si pas plus pour le pédagogue que pour le médecin il n'existe de recette pour établir un bon diagnostic, c'est sur la pertinence de l'information recueillie que se décidera la qualité des conclusions qu'ils tirent, ainsi que sur la justesse des modèles théoriques qui les étayent.

C'est pourquoi nous nous proposons d'étudier plusieurs types d'analyse de l'erreur et des fonctions mentales susceptibles de structurer la collecte d'information et de constituer des

des points d'appui pour l'interprétation.

o o o o o o o o o o

(1) cité par S. BARUK et J.T. DESANTI - Les maths ? à quoi bon?
Les dialogues de France Culture - émission de R. Pillaudin et
J-L Cavalier.

(2) P. ROQUEPLO - Le partage du savoir - Paris - Seuil - 1974

(3) cf. ROUSSEAU et l'éducation d'Emile.

(4) cf les théories de l'apprentissage par renforcement.

(5) cf. P. VERMERSCH - Une application de la théorie opératoire
de l'intelligence de J. PIAGET aux problèmes de formation -
Education permanente n°51 - p.2 à 29

ANNEXE VIII

Comparaisons entre les caractéristiques de la connaissance commune et celles de la connaissance scientifique.UNE RUPTURE EPISTEMOLOGIQUE²*Connaissance commune*

Connaissance fondée sur l'utilité des objets; « Elle traduit des besoins en connaissances. En enseignant les objets par leur utilité, elle s'interdit de les connaître. » (FES, p. 14)

C'est une connaissance qui s'attache plus aux faits qu'aux relations. « De l'enseignement scientifique de l'école, on retient les faits, on oublie les raisons et c'est ainsi que la culture générale est « livrée à l'empirisme de la mémoire » (expérience de l'explosion en chimie). (RA, p. 123)

C'est une connaissance qui ne constitue pas un système cohérent. « L'expérience commune n'est pas vraiment composée; tout au plus, elle est faite d'observations juxtaposées. » (FES, p. 10)
« Connaissance en îlots » Moscovici

C'est une connaissance qui résiste au changement. « Il vient un temps où l'esprit aime mieux ce qui confirme son savoir que ce qui le contredit, où il aime mieux les réponses que les questions. Alors l'instinct conservatif domine. » (FES, p. 15)
Le désir de chercher à savoir se heurte toujours au besoin de se dire qu'on sait déjà.
« Quand il se présente à la culture, l'esprit n'est jamais jeune. Il est même très vieux, car il a l'âge de ses préjugés. » (FES, p. 14)

Connaissance scientifique

La connaissance scientifique est une *construction*. Le réel immédiat est un simple prétexte de pensée scientifique et non plus un objet de connaissance.
Objectivité = processus d'objectivation.
Instruments = théorie matérialisée.

La connaissance scientifique est une connaissance des relations et des effets; ex. : la couleur bleue du ciel.
« En réalité, il n'y a pas de phénomènes simples. Le phénomène est un tissu de relations. » (NES, p. 148)

« La technique des effets caractérise la science moderne au lieu que les faits appartiennent à l'enfance, voire à l'enfantillage de la science. » (Quillet P. : Bachelard - Seghers 1964, p. 36)

La connaissance scientifique est un effort de *systématisation cohérente*.
« Le fait singulier n'est instructeur que s'il se présente dans un contexte de connaissances, permettant de varier ou de préciser des connaissances. » (RA, p. 140)

La connaissance scientifique progresse par *rectifications* (dialectique de l'identifié et du diversifié).
Cf. la fin de la *Formation de l'esprit scientifique* : « C'est au savant moderne que convient plus qu'à tout autre l'austère conseil de Kipling : « si tu peux voir s'écrouler soudain l'ouvrage de ta vie et te remettre au travail, si tu peux souffrir, lutter, mourir sans murmurer, tu seras un homme, mon fils. »

2. Cf. *Recherches pédagogiques*, No 108, p. 71, Tableau constitué d'après l'article de J. Migne, « Les obstacles épistémologiques et la formation des concepts. » In *Education permanente*, No 2, 1969.

Abréviations pour les références : Bachelard (G.) :

- *Le nouvel esprit scientifique*, P.U.F., 1934 : NES

- *La formation de l'esprit scientifique*, Vrin, 1938 : FES

- *Le rationalisme appliqué*, P.U.F., 1949 : RA

ANNEXE IXUn exemple de profil pédagogique

A. de LA GARANDERIE - Les profils pédagogiques - Le Centurion
Paris - 1980.

J. R., 15 ans et 1/2, classe de 4°

Enquête

J.R. note qu'il n'aime pas du tout apprendre par coeur, ni même apprendre pour "redire", pour réciter. Il estime que "tout ça c'est pour la mémoire". Il a autre chose à faire. Il dit qu'il aime ce qui est logique.

Il s'intéresse assez peu aux choses, aux êtres, aux scènes de la vie. Mais il se passionne pour les constructions industrielles, pour "les merveilles de la technique".

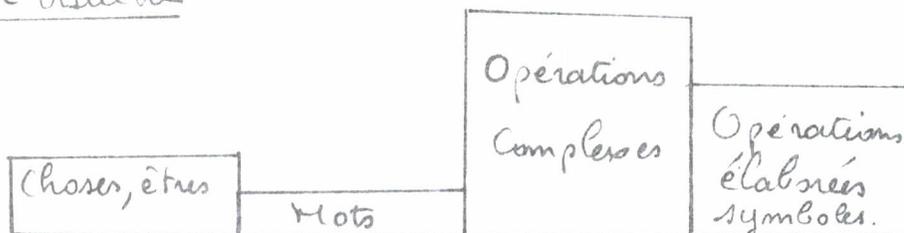
Il fait une réserve au sujet de son dégoût d'apprendre: il dit qu'il se représente très clairement un circuit à parcourir avec ses étapes; tout comme il retrouve à travers les figures de géométrie les démonstrations. Il reconnaît utile d'apprendre "ce qui est susceptible de s'appliquer".

Il n'aime pas lire et ne gère aucunement les mots.

Il n'écrit pas volontiers, mais il se contente d'un dessin, d'un schéma qui lui suffisent pour comprendre.

Profil pédagogique

gestion visuelle

Portrait scolaire

a - Points forts: Les problèmes de mathématiques, surtout ceux de géométrie. Il comprend bien les problèmes de physique. Il trouve vite les solutions. Il est de ces élèves qui lèvent la main quand le maître demande: "Qui a compris ? Qui veut venir au tableau ?". Le schéma d'un exercice qu'on vient de lui expliquer est tout de suite évoqué avec toutes ses articulations. Dans la mesure où certaines règles de grammaire se prêtent à des évocations figurées, il s'en rend immédiatement maître dans l'application.

b - Points moyens. Il donnera des résultats que les professeurs diront "moyens" parce qu'ils seront en fait irréguliers: apte à comprendre une démarche abstraite si elle est figurée, il va en sciences, en grammaire, en géographie, voire en histoire montrer qu'il n'est pas nul et qu'il a des aperçus assez précis dans chacune des disciplines, mais sans qu'on puisse en dire plus.

c - Points faibles. Il est très faible en récitation: il n'a pas de "couleur culturelle", ni de vision concrète des êtres et des choses. En narration, il ne sait pas développer et son style est sec. Dans la conversation, son vocabulaire est pauvre. Il fait de nombreuses fautes d'orthographe pour les mots d'usage, sauf quand il a eu recours à un procédé mnémotechnique pour les apprendre.

Il résoud les problèmes, mais il ne parvient pas à élaborer le raisonnement qui verbalement assure leur conduite. Il méconnaît la loi dont il sait faire l'application. On pourrait dire qu'il ignore la théorie de la pratique, mais il sait la pratique de la théorie.

Commentaire

On rencontre assez fréquemment ce type d'élève. Ceux-ci ont une assez grande sécurité que leur procure une bonne gestion des opérations complexes qu'ils réalisent dans un schéma figuré. Ils sont très portés à se contenter de cette gestion, parce qu'elle leur assure auprès des camarades et des enseignants la réputation d'être intelligents. L'essentiel n'est-il pas d'être "bon en maths" en réussissant les problèmes. Or le malheur veut qu'ils seront vite stoppés dans leurs études par leur manque de connaissances générales.

ANNEXE IX bis

Les cahiers pédagogiques - N° 239 - décembre 1985 - p 14.

Auditif ou visuel ?

1. Quelqu'un vous a été présenté. Vous ne l'avez vu qu'une fois. Vous souvenez-vous le mieux :

- a) de son nom, de sa voix, de ses paroles
- b) de son visage, de sa silhouette, de ses vêtements

2. Vous est-il relativement facile de mémoriser un texte par cœur ?

- a) oui
- b) non

3. Un ami vous a fait visiter un musée, une ville ou une maison. Qu'est-ce qui vous reste le mieux en mémoire ?

- a) ce que vous avez vu
- b) ce qu'il vous a raconté

4. Avez-vous une bonne orthographe d'usage ?

- a) oui
- b) non

5. Vous essayez de vous souvenir d'une règle de grammaire ou d'un théorème. Qu'est-ce qui est le plus facile ?

- a) retrouver le déroulement verbal de l'énoncé ou du théorème
- b) revoir en pensée dans le livre l'emplacement de la règle ou du théorème

6. Vous voulez retrouver une recette de cuisine, vous rappelez-vous davantage

- a) les gestes de la personne qui a fait la démonstration ?
- b) les paroles de la personne qui a fait la démonstration ?

7. Vous avez égaré un objet que vous aviez encore dans les mains quelques minutes plus tôt. Pour le retrouver, vous faites un effort de mémoire :

- a) vous énumérez les actions successives que vous venez de faire ?
- b) vous vous revoyez, en pensée, en train de faire, successivement, un certain nombre d'actions ?

8. Vous rencontrez un mot nouveau. Pouvez-vous le mémoriser

- a) simplement après l'avoir entendu ?
- b) devez-vous, pour le mémoriser, l'avoir vu écrit ?

9. Vous faites appel à un ami bricoleur pour qu'il vous aide à réparer un appareil. Préférez-vous :

- a) qu'il vous montre comment faire ?
- b) qu'il vous explique comment faire ?

10. Un schéma, un graphique sont-ils pour vous une aide à la compréhension ?

- a) oui
- b) non

11. Aimez-vous les jeux de mots ou les sonorités belles ou étranges ?

- a) oui
- b) non

Résultats :

Inscrire vos réponses positives dans l'un ou l'autre de ces deux tableaux. Selon le nombre de croix inscrites dans chacun d'eux, vous pouvez vous considérer plutôt comme un visuel ou plutôt comme un auditif.

Visuel

1b	
3a	
4a	
5b	
6a	
7b	
8b	
9a	
10a	

Auditif

1a	
2a	
3b	
5a	
6b	
7a	
8a	
9b	
11a	



BIBLIOGRAPHIE

G. AUDIBERT - Démarches de pensée et concepts utilisés par les élèves de l'enseignement secondaire en géométrie euclidienne plane - Publication APMEP - 1984 - N° 56 - 2 tomes.

J-M BARBIER - L'évaluation en formation - PUF - Paris - 1985.

J-M DOLLE - Pour comprendre J. Piaget - Privat - Toulouse - 1974.

R. DOUADY et M. ARTIGUE - La didactique des mathématiques en France: émergence d'un champ scientifique - in Revue française de pédagogie - n° 79 - Juillet à septembre 1986 - p 69 à 88.

DREVILLON, HUTEAU, LONGEOT, MOSCATO, OHLMAN - Fonctionnement cognitif et individualité - Mardaga - Bruxelles - 1985.

D. HAMELINE - Les objectifs pédagogiques - ESF - Paris - 1979.

A. de LA GARANDERIE - Les profils pédagogiques - Le Centurion Paris - 1980.

A. de LA GARANDERIE - Pédagogie des moyens d'apprendre - Le Centurion - Paris - 1982.

P. MEIRIEU - Ecole mode d'emploi - ESF - Paris - 1985.

P. MEIRIEU - Apprendre en groupe - Chronique sociale - Lyon 1984 - 2 tomes.

J. PIAGET - La psychologie de l'intelligence - Colin - Paris 1967.

M. POSTIC - La relation éducative - PUF - Paris - 1982.

M. SANNER - Du concept au fantasme - PUF - Paris - 1983.

H. WALLON - L'évolution psychologique de l'enfant - Colin - Paris - 1968.

WITKIN, MOORE, GOUDENOUGH, COX - Les styles cognitifs "dépendant à l'égard du champ", "indépendant à l'égard du champ" et leurs implications éducatives - in L'orientation scolaire et professionnelle - N° 4 - 1978 - p 299.

