

THIERRY BAUTIER

La polyvalence dans la formation des professeurs d'école

Publications de l'Institut de recherche mathématiques de Rennes, 1999-2000, fascicule 3
« Fascicule de didactique des mathématiques et de l'E.I.A.O. », , exp. n° 4, p. 1-25

http://www.numdam.org/item?id=PSMIR_1999-2000__3_A4_0

© Département de mathématiques et informatique, université de Rennes,
1999-2000, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la série « Publications mathématiques et informatiques de Rennes » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

Séminaire du Laboratoire de Didactique des Mathématiques
17 Novembre 1999

Thierry Bautier, IUFM de Bretagne, site de Vannes
thierry.bautier@bretagne.iufm.fr

LA POLYVALENCE DANS LA FORMATION DES PROFESSEURS D'ECOLE

Introduction :

Il s'agit de présenter une catégorisation nouvelle (en didactique des mathématiques) des manières d'apprendre et des manières d'enseigner les mathématiques. Cette catégorisation est le résultat essentiel du travail d'une équipe INRP qui a regroupé pendant trois ans des formateurs PE de diverses spécialités (Maths, E.P.S., S.S.H, Arts plastiques et Français) sur le site de Vannes de l'IUFM de Bretagne. Le problème que nous étions posés déjà en 1995 lors de l'organisation du séminaire interne « Trans-formation ou poly-valence ? » est celui de la cohérence de la formation PE :

Existe-t-il des « méthodologies didactiques et pédagogiques transférables et généralisables » (extrait du Plan de formation de l'IUFM de Bretagne) au delà des spécialisations disciplinaires ? Existe-t-il une manière « commune » (à la fois partagée et banale) de parler des activités d'enseignement et d'apprentissage ?

Le repérage de ces manières d'enseigner et de ces manières d'apprendre devant fournir aux professeurs-stagiaires un instrument d'élucidation de leur pratique et aussi peut-être un instrument de transfert de compétences professionnelles dans le cadre de la nécessaire polyvalence de son métier (au sens où le PE est un « spécialiste de l'enseignement et de l'apprentissage »).

Le fait de chercher à catégoriser ainsi l'enseignement et l'apprentissage, au delà des cloisonnements disciplinaires et didactiques, m'a convaincu que certaines pratiques d'enseignement sont banales dans certains domaines et bannies dans d'autres. Il ne s'agissait pas dans un premier temps de dévaloriser les « méthodes transmissives » et de louer le bénéfice des « méthodes modernes » (ou l'inverse !) mais d'identifier ces différences dans un espace des possibles exempt de tout jugement de valeur.

Ensuite, ce premier état des lieux fait, une reconstruction de cette catégorisation entièrement contrôlée par le discours (et donc argumentée) a été faite. Elle fait l'objet de la troisième partie de ce texte. Du point de son contenu, cette théorie peut être rapidement décrite comme la version neurobiologique de la Dialectique Outil-Objet de Régine Douady (1986).

Plan :

La première partie est consacrée au repérage des « manières d'apprendre » préconisées par les auteurs de programmes, en 1995 et partiellement en 1999. Bien entendu, il ne s'agit pas d'une lecture naïve du texte officiel mais d'une interprétation personnelle qui doit assumer le point de vue à partir duquel cette analyse a été faite. Afin de contextualiser la présentation de notre modèle de la polyvalence, je me suis astreint à ne pas dévoiler ce point de vue avant la deuxième partie du texte.

La deuxième partie est consacrée à l'étude d'un seul exemple qui nous a occupé un certain temps pendant le séminaire. Il m'a semblé utile de chercher à comprendre pourquoi les participants au séminaire ne partageaient pas avec moi l'idée qu'il y avait (beaucoup) de

bonne géométrie dans cette activité. L'élucidation de cette question a été pour moi une étape essentielle dans la prise de conscience de ce modèle de la polyvalence.

La troisième partie sera consacrée à une présentation de ce modèle de la polyvalence. Ici s'arrête le texte de ce séminaire.

Un prolongement de ce texte sera bientôt disponible à l'adresse suivante :

<http://www.bretagne.iufm.fr/vannes/bautier/index.htm>

Il prolongera les ramifications de ce nouveau modèle de la polyvalence (fin de la troisième partie) et contiendra une quatrième partie inédite :

Les questions relatives aux liens entre « dévolution » et « contextualisation », « dévolution » et « médiation » y sont abordées avec franchise. Les réponses qui sont données à ces questions diffèrent d'ailleurs de celles exprimées lors de mon entretien avec Gérard Perrot (entretien reproduit en annexe et distribué lors de mon séminaire). Tout dépend en effet de l'interprétation que l'on donne du terme « didactique », nécessairement ambiguë, dans le texte de Guy Brousseau (1988) à chacune de ses occurrences (contrat didactique, situation a-didactique, même le terme dédidactification est ambigu comme on le verra).

Il m'a semblé utile de montrer qu'une convergence entre deux points de vue théoriques sur l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques était possible, celui de la Théorie des situations didactiques de Guy Brousseau et celui de ce modèle de la polyvalence du métier de professeur d'école, présenté ici à la communauté des didacticiens des mathématiques, pour la première fois...

Première partie :

Une lecture compréhensive des textes de programmes (1995, 1999).

Il s'agit par ce titre de signifier qu'il ne s'agit pas de « critiquer » un texte institutionnel (de quel point de vue ?) mais seulement de chercher à en comprendre la logique interne, et repérer les tendances originales de cette réflexion approfondie sur l'enseignement des mathématiques en classes primaires, ses différences en particulier avec le programme précédent de 1985.

Pour des personnes peu au fait de l'enseignement primaire, certaines des idées défendues dans ces textes pourront surprendre. C'est pourquoi il m'a semblé utile de prendre le temps de donner les extraits des textes officiels qui illustrent et servent de preuves à nos commentaires.

Nous commençons leur étude par le cycle III pour terminer par le plus original d'entre tous, le texte sur la maternelle.

1.1. Une apparition très progressive de la résolution de problèmes dans les classes : absente en cycle I, « importante » en cycle II, elle ne devient « centrale » qu'en cycle III.

Omniprésente dans les programmes de 1985 (« les élèves découvrent les notions comme réponses à des problèmes ») elle est remplacée en 1991 par une approche essentiellement méthodologique (très suspecte d'ailleurs, cf. S.Coppé, C.Houdement, 2000).

La fonction des résolutions de problèmes change radicalement, tout au moins dans les discours : en 1985, les élèves étaient censés avoir un comportement de « petit mathématicien » et découvrir pour eux-mêmes des notions comme si elles n'existaient pas déjà dans la culture, et c'est le succès des « situations-problèmes » introductives à un nouvel apprentissage ; en 1995, elles sont tout au plus un moyen utilisé par l'enseignant pour montrer la nécessité d'un nouvel enseignement, par exemple, de la multiplication lorsque les nombres deviennent trop grands pour être ajoutés un grand nombre de fois.

Un indice de cette évolution dans l'ambition des habitants de la noosphère : la disparition pure et simple, lors de la réédition du livret de compétences en 1995 ¹, de la phrase introductive aux compétences de cycle I, en mathématiques :

« Savoir poser et résoudre un problème ou une situation est le propre de l'activité scientifique et donc de la formation tout au long de la scolarité : c'est une compétence à mettre en œuvre dans toute activité scientifique ».

p.52, 1991

Par quelles nouvelles pratiques, les noosphériens nous invitent-ils à remplacer les nobles « situations problèmes » ?

1.2. En cycle III, la contextualisation des apprentissages ou, la résurgence de la Dialectique Outil-Objet de Régine Douady dans les programmes de 1995.

On trouve dans le texte réglementaire une interprétation, que Régine Douady n'aurait sans doute pas désavouée, de sa Dialectique Outil-Objet. Et c'est la phrase :

« La plupart des notions, dans les domaines numérique, géométrique, ou encore dans celui de la mesure, peuvent être élaborées par les élèves comme outils pertinents pour résoudre des problèmes nouveaux, avant d'être étudiées pour elles-mêmes et réinvesties dans d'autres situations ».

p.62, 1995

Cette phrase est encore assez ambiguë et chacun peut y trouver la confirmation de sa pratique. Tout dépend de la durée qui sépare ces deux phases Outil et Objet dans un enseignement. Une grande précision est apportée sur ce point par un nouveau texte noosphérien, intitulé Mathématiques : articulation école-collège, paru en fin 1996.

« De nombreuses notions figurent à la fois dans les programmes de l'école primaire et de la classe de sixième et peuvent donner l'impression qu'il y a peu de nouveautés en sixième. En réalité, ces notions ne sont pas envisagées de la même manière. Utilisées de façon essentiellement pragmatique, pour résoudre des problèmes particuliers, à l'école primaire, elles sont plus formalisées au collège, donnant lieu progressivement à des connaissances de portée plus générale, même si leur signification reste d'abord liée aux problèmes qu'elles permettent de traiter.

Ce changement de rapport aux objets mathématiques doit faire l'objet d'une attention particulière de la part des enseignants ».

p.2947, 1996

Je vais donner de ce texte une interprétation que certains pourront trouver extrémiste, mais elle précise un peu le sens que je donne à l'expression de contextualisation des apprentissages :

On peut voir dans l'indication donnée du temps long d'apprentissage d'un objet mathématique (de l'ordre d'un cycle), l'idée que l'apprentissage des mathématiques « doit » rester en école élémentaire de nature pratique, limité à son efficacité à résoudre des problèmes particuliers, sans souci de généralisation et, en particulier, de reconnaissance de la connaissance mathématique en jeu²

En ce qui concerne la proportionnalité, mais aussi les fractions ou les décimaux, la géométrie, l'apprentissage « doit » se limiter à la réalisation d'une expérience pratique chez tous les

¹ C'est la seule différence entre les deux textes, mais elle me paraît significative de la fin de cette époque héroïque (car chacun des élèves devait triompher de son aventure mathématique) où « l'élève est au cœur des apprentissages ». Slogan indiscutable que je remplacerais si j'en avais le pouvoir par cet autre slogan, tout autant indiscutable « l'enseignant est au cœur de l'apprentissage ».

² Il est clair qu'il s'agit là d'une interprétation du texte et non pas d'un avis sur les pratiques, ce qu'elles sont, ce qu'elles devraient être...

élèves, expérience dont les élèves ne sauront rien en termes de savoirs mathématiques, mais qui servira de terreau aux décontextualisations ultérieures³ du collège.

Cette interprétation est clairement en contradiction avec la compétence relative à la proportionnalité, dans le livret de compétences :

« reconnaître une situation de proportionnalité et la traiter par les moyens de son choix (utilisation de graphiques, de tableaux de nombres) ».

p.109, 1995.

Ceci ne dément pas l'interprétation précédente mais montre que ces textes reflètent des luttes entre des tendances opposées, l'une l'emportant sur un texte, l'autre sur un autre. Seules les tendances nouvelles d'un texte sont sans doute significatives et doivent être prises en compte.

Dans le texte de 1996, on trouve donc l'idée de la contextualisation des apprentissages chère à Régine Douady, en particulier l'idée de revaloriser dans l'enseignement des mathématiques, la pratique pour elle-même (Bautier, 2000), indépendamment des savoirs qui pourraient, du point de vue d'un enseignant, la fonder.

Cette contextualisation des apprentissages apparaît tout de même comme assez marginale dans le texte de Cycle III, mais elle est la norme pour d'autres domaines d'enseignement et d'autres niveaux d'apprentissage. Et c'est la suite des « activités » et des « pratiques » dans les trois Educations (Civique, Artistique, Physique et sportive) en cycle II et III. Nous pouvons mettre au compte des législateurs de 1995 d'avoir voulu promouvoir la contextualisation des apprentissages, à rebours des pratiques d'enseignement le plus vite et le plus souvent entièrement décontextualisées.

Qu'en est-il de la maternelle ? Une surprise nous y attend.

1.3. En cycle I, la disparition pure et simple de la discipline mathématique⁴ : des domaines d'activités et des instruments pour apprendre.

Nous retrouvons, dans les discours des programmes, cette « didactique dédidactifiée », au sens où l'enseignant doit faire le deuil d'enseigner un savoir décontextualisé pendant un temps long, de l'ordre d'un cycle. Ce sont les Domaines d'activités.

En ce qui concerne, feu les mathématiques, on trouve des pratiques mathématiques dans les activités suivantes : exploration de la classe, de l'école ; jeux collectifs, jeux organisés, jeux de règles à la rubrique Vivre ensemble ; Exploration d'un milieu proche ou plus lointain ; prise de repères dans l'espace et dans le temps, appréciation des distances dans la rubrique Agir dans le monde ; jeux de construction, fabrication d'objets ; appréciation progressive des durées, utilisation et fabrication de calendriers dans la rubrique Découvrir le monde⁵.

Toutes les disciplines sont ainsi contextualisées dans des activités. Un extrait de la rubrique Apprendre à parler et à construire son langage, s'initier au monde de l'écrit, permet de percevoir la conception fine que se fait l'auteur des textes de cette contextualisation :

³ Cette formulation est clairement excessive, mais l'inverse que l'on trouve dans les manuels l'est tout autant : et c'est la génération spontanée du savoir, la proportionnalité en deux séances, la fraction en 15 minutes.

⁴ en contradiction avec les compétences de fin de cycle I qui y font encore référence.

⁵ Bien entendu, les mathématiques sont partout denses dans les activités humaines, il ne s'agissait ici que de donner des exemples de telles activités où des notions abstraites de mathématiques, allaient pouvoir être rencontrées, en situation. On verra dans la troisième partie, ce que signifie pour nous cette « première rencontre » entre un élève et une idée mathématique.

« Ces activités <d'expression orale> gardent leurs propres finalités, en dehors de l'acquisition linguistique proprement dite et, pour être efficaces dans ce domaine aussi, elles doivent conserver cette orientation »

p.23, 1995

Le deuxième chapitre de ce programme de l'école maternelle s'intitule Des instruments pour apprendre. Il est tout aussi original que le précédent, tout en étant en quelque sorte son inverse.

Mon interprétation de ce texte est qu'il s'agit ici, pour les élèves de s'approprier par des activités ad-hoc, les instruments de la culture : le graphisme, le classement, le rangement, le nombre, la description géométrique des formes, le repérage dans l'espace et dans le temps.

Après une appropriation dans le milieu familial des premiers instruments de l'intelligence (l'attention, la mémoire, l'observation, la représentation par le langage), l'école doit fournir le lieu d'une deuxième série d'apprentissages instrumentaux. Le moyen de cet apprentissage est donné sans détour :

« L'entraînement est ici décisif... <Ces> autres instruments de l'activité intellectuelle supposent des apprentissages construits que, souvent, l'école seule permet ».

p.32, 1995

On peut noter que le recours au terme d'instrument est ici particulièrement justifié et fait sans doute référence à la théorie culturaliste de Vygotsky (1936) des instruments sémiotiques de l'intelligence. Il est utilisé comme synonyme de technique mais son usage est plus général puisqu'il englobe également le langage.

Le rôle dévolu à l'enseignant dans ces séances est nettement défini. C'est le modèle : il montre ce qu'il faut faire (écriture) ou dire (vocabulaire), il dit aussi ce qu'il faut faire (en donnant des « consignes strictes »). Il prend aussi le rôle de l'enseignant contextualisant pour que l'élève « découvre les fonctions du nombre ». L'élève s'approprie ces instruments de connaissance dans des activités signifiantes que nous n'appellerons plus cette fois des pratiques (car l'élève sait exactement ce qu'il fait) mais des techniques (des savoir-faire).

Le schéma général de tous ces apprentissages techniques semble unique : l'enseignant dit à l'élève quoi faire ; l'élève sait ce qu'il doit faire même s'il ne sait pas encore le faire ; le fait de savoir ce qu'il faut faire peut d'ailleurs ne l'aider en rien à faire ce qu'il faut faire (par exemple, faire une boucle est d'une toute autre nature que de savoir ce qu'est une boucle).

A la rubrique Approche du nombre, on trouve la phrase : « Progressivement, il apprend à construire un certain nombre de procédures et d'outils pour dénombrer les collections d'objets » (p.34, 1995). Ces procédures sont d'après le texte, l'estimation qualitative, la perception instantanée des petites collections, la mémorisation des constellations et des doigts, la mémorisation de la comptine parlée, le comptage.

L'expression « apprend à construire » me paraît particulièrement bien choisie. Elle exprime, à mon avis, exactement, le dépassement de l'opposition stérile entre méthode transmissive et méthode active dans l'enseignement :

Selon cette orientation ministérielle, le nombre n'a plus à être redécouvert par les élèves comme mémoire de la quantité, il fonctionne comme tel dans des activités de dénombrement ; les solutions à ce problème de dénombrement n'ont plus non plus à être redécouvertes par tous les enfants, ces éléments de la culture mathématique peuvent être apportés par l'enseignant mais chaque élève doit se les approprier dans l'action, les reconstruire donc. Cette technicisation de l'enseignement n'est pas un recul, à mon avis, par rapport à l'époque

précédente mais une meilleure adaptation des démarches aux contenus d'enseignement (pour une justification théorique, cf. 3.)

Cette interprétation du texte a été confirmée par Gérard Perrot, auteur de cette partie du programme⁶.

1.4. Quelques nouvelles tendances du texte « Projets de documents d'application des programmes de l'école élémentaire » (paru en Août 1999).

L'approche technique instrumentale qui avait fait une entrée remarquée en Maternelle en 1995, est généralisée aux deux autres cycles en 1999 et c'est la revalorisation des activités systématiques et de la mémorisation.

L'expression (très problématique quant à son sens) de résolution de problèmes, disparaît tout simplement dans ce nouvel écrit pour être remplacé par celui de « recherche » encore plus général ou de « problème » avec une connotation née 50, très curieuse. Seule une phrase perdue dans la rubrique Nombres décimaux, sous-rubrique Problème du chapitre consacré au cycle III garde la trace de la période héroïque de 1985 où tous les élèves, de la petite section de maternelle au CM2 « découvrent et construisent » le monde mathématique :

« se confronter à des problèmes est une activité essentielle en mathématiques, en particulier pour percevoir le besoin d'outils nouveaux ».

p.20b 1999

La contextualisation des apprentissages qui était explicite dans le texte de 1996, disparaît de celui de 1999⁷ en cycles II et III. Par exemple « *L'objectif prioritaire est d'apprendre à identifier les situations de proportionnalité* » (p.21b 1999). Le texte pour la maternelle n'a pas été remanié, nous avons vu que la contextualisation y était omniprésente dans les Domaines d'activités.

Globalement donc, c'est sans doute vers une vision équilibrée entre contextualisation et technicisation des apprentissages que tendent les auteurs noosphériens dans ce texte.

Si le texte du programme de mathématiques n'évoque pas l'enseignant, il n'en est pas de même dans d'autres parties du même texte. On trouve réaffirmé le rôle de guidance du maître, voire même, son propre pouvoir d'explication :

« Dans les autres cas, c'est à l'enseignant de guider l'observation et de proposer des connaissances, sans prétendre les faire artificiellement réinventer par la classe ».

p.24, encadré, 1999

« Il est bon que les élèves découvrent par eux-mêmes ce qui est à leur portée, mais il est vain de prétendre leur faire réinventer par de longs détours ce qu'ils ne peuvent bien saisir qu'avec le soutien d'un adulte compétent ».

p.50a, 1999

Il y a là la trace d'une tension mal résolue entre deux fonctions assurées classiquement par l'enseignant : enseigner, c'est-à-dire transmettre par les signes de la culture des savoirs et, aider les élèves à apprendre, c'est-à-dire les aider à donner un sens personnel à leur action (cf. la troisième partie).

⁶ L'intégralité de ce dialogue est donnée en annexe. Il reprend quelques-uns des points soulevés dans cette étude.

⁷ En ce qui concerne les mathématiques tout au moins. On trouve en beaucoup d'autres endroits du texte des mises en garde sur le temps long nécessaire pour que les apprentissages se fassent (par exemple « *donner les cadres, les attitudes...qui...permettront d'en aborder la présentation méthodique en collège* », p.4.b)

Deuxième partie : Le sens de la pratique. Un exemple en géométrie.

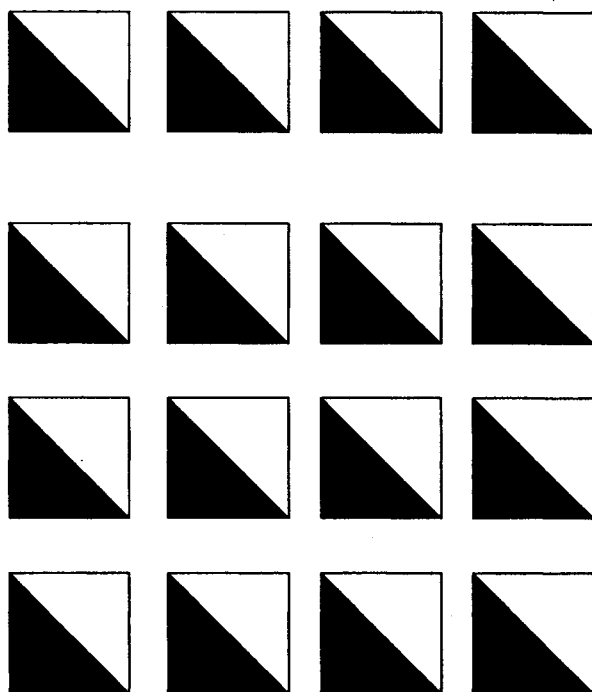
2.1. Une activité de collage

L'activité se déroule au CP en Février. 16 carrés identiques bicolores ainsi qu'un grand carré 4x4 sont distribués à chacun des enfants de cet atelier (ou 8 carrés identiques et 8 autres en inversant le noir et le blanc, comme dans l'exemple donné ci-après). La consigne est très ouverte puisqu'il s'agit d'assembler les petits carrés afin de recouvrir le grand carré et *que ce soit joli*.

Lorsque l'enseignant a vérifié que les carrés étaient bien disposés (ils doivent bien se superposer aux lignes du quadrillage) l'élève peut coller ses carrés sur leur fond (en faisant toujours très attention) et afficher sa production au tableau.

On retrouve dans cette simple activité le principe générique de toutes les contextualisations.

Pour l'élève, le but est de faire un joli dessin, le moyen pour y parvenir est d'être soigneux dans sa réalisation et de recourir aux symétries du carré et du quadrillage (on verra comment ensuite).



Une collection de 16 petits carrés

Pour l'enseignant, c'est exactement le contraire : le but de cette activité est de développer des compétences méthodologiques et géométriques (on verra lesquelles plus loin) et le moyen pour y parvenir, c'est cette activité de décoration.

L'enseignant par son attitude, le vocabulaire employé, les questions posées doit conserver à cette activité son orientation pratique. Il s'agit pour chaque enfant de « faire quelque chose » et non pas de « dire quelque chose sur ce qu'on a fait », a fortiori de « savoir quelque chose sur ce qu'on a fait » : que ce dessin est symétrique, que les hélices ne tournent pas dans le même sens...

Plus tard, au moment d'un regroupement, l'enseignant pourra demander aux élèves de la classe de « parler de » ces productions, les classer, les décrire, etc... Et là encore la contextualisation de cette nouvelle activité doit jouer à plein. Ceci signifie que les formulations des enfants n'iront pas plus loin qu'une certaine forme d'expression et, sauf à rompre le contrat établi entre l'enseignant et ses élèves, il y a fort à parier que ce ne soit pas

les expressions que l'enseignant aurait utilisées à leur place. Il y aura donc toujours, dans la contextualisation d'un apprentissage, un écart entre ce qu'attend l'enseignant et ce que produisent les élèves.

On va voir maintenant qu'il ne s'agit pas vraiment d'un écart à la norme, mais d'une différence de nature entre ce que peuvent produire des élèves (des pratiques gestuelles ou orales) et ce que l'enseignant attend (des connaissances explicites, des savoirs).

2.2. Expliciter la notion d' « implicite »

Quelle est la nature exacte de l'activité de l'élève qui pose deux carrés côte à côte mais de manière « symétrique » ? Manifeste-t-il une connaissance « implicite » de la symétrie axiale ? et que signifie exactement ce terme si souvent utilisé dans notre communauté (modèle implicite d'action de Guy Brousseau, Objet implicite de Régine Douady).

La définition donnée par le Petit Robert (Grand Format) de la Langue Française maintient l'ambiguïté du sens de ce mot (cf. ci-après) : ce contenu « implicite » est-il de nature linguistique ou non ? est-il formulable par la personne, ou seulement par un tiers ?

IMPLICITE [ɛplisit] adj. — 1488 relig. ; lat. *implicitus*, de *implicare* → impliquer ♦ Qui est virtuellement contenu dans une proposition, un fait, sans être formellement exprimé, et peut en être tiré par déduction, induction. *Condition implicite* Volonté implicite, non formulée mais que la conduite de la personne permet de supposer. ⇒ tacite. — N. m. *L'implicite* : ce qui est sous-entendu, non formulé, présupposé. ⇒ non-dit. ♦ CONTR. Explicite, i. exprès, formel.

Dans un cas, l'explicitation serait facilitée par la nature déjà linguistique de cet implicite et l'on peut se demander ce qui retient cet implicite langagier d'accéder à la conscience du sujet ?

Dans l'autre, l'explicitation viendrait du tiers, au besoin intériorisé par le sujet (c'est la thèse défendue par L.S.Vygotsky quant à la pensée intérieure) et l'on doit se demander de quelle nature est cet implicite non langagier ?

Le détour par un épisode bien connu de la Didactique de Français va permettre d'avancer avec quelque sécurité une réponse à ces difficiles questions. Les mêmes questions se posent en effet à nos collègues didacticiens du Français lorsqu'ils parlent de grammaire « implicite ».

Il est clair, me semble-t-il, qu'il ne s'agit nullement pour l'élève d'une connaissance (même en-actes) des règles de la grammaire française mais du résultat intériorisé de leur pratique effective et quotidienne de la langue.

Pourquoi savons-nous que l'on dit « j'ai pris » et non pas « j'ai prendre » (règle pratique de substitution pour savoir écrire « j'ai chanté ») : est-ce par une analyse grammaticale qui justement fait défaut pour choisir entre « j'ai chanté » et « j'ai chanter »⁸, ou bien, est-ce par l'écoute continue des sons émis par nos congénères et l'identification progressive de formes invariantes du bien parler dont ce « j'ai pris » qui sonne bien à notre oreille au contraire de ce « j'ai prendre » qui nous choque.

Si j'ai développé cet exemple, c'est parce qu'il me paraît de nature à comprendre un phénomène très général, manifesté ici avec beaucoup de simplicité :

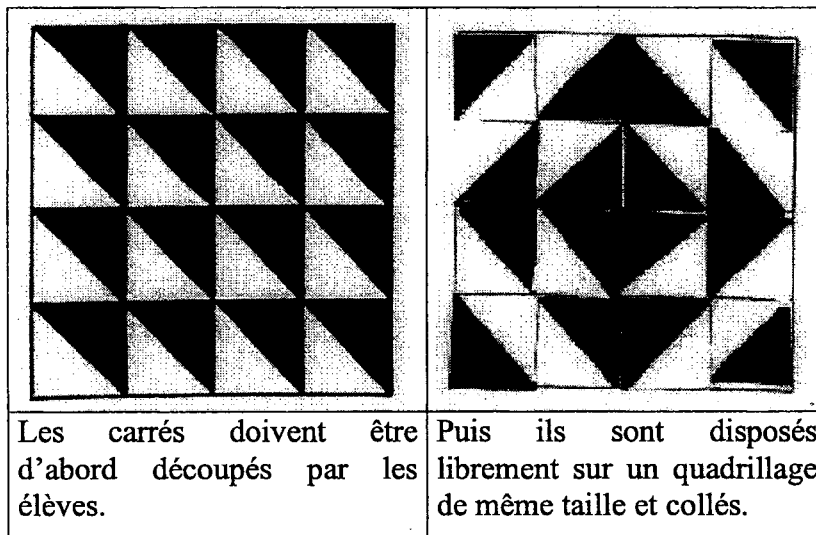
⁸ Une analyse grammaticale automatisée de surcroît et donc non consciente, ce qui fait beaucoup d'hypothèses sur le fonctionnement de notre cerveau...

L'élève, par définition, ne sait pas ce que l'enseignant veut lui enseigner (ici, la forme du passé composé). Sinon, pour cet objet de savoir ou de pratique, il serait à lui-même son propre enseignant au sens où il aurait intériorisé cette règle de grammaire auparavant enseignée et saurait au besoin se la rappeler à lui-même avant de se demander à lui-même de l'appliquer à l'écriture d'une phrase particulière...

Avant un tel enseignement⁹, l'élève ne peut que développer des pratiques, des routines incarnées extraites de son expérience personnelle du contexte considéré (ici, l'exercice de l'écoute de la parole de l'autre). Signalons enfin que cette pratique est incommunicable du fait de son incarnation (le corps au contraire des idées, ne se partage pas !).

Comment l'expérience incarnée de l'élève et la culture de l'enseignant peuvent-ils alors se rencontrer ? Car il faut bien que l'élève apprenne¹⁰... Comment cette première rencontre entre un élève et un élément de la culture peut-elle se faire ?

Nous répondrons à ces questions dans la troisième partie.



2.3. Retour à l'activité de géométrie

Précisons maintenant les compétences¹¹ mises en œuvre dans cette activité (un exemple de production d'élève est donné dans l'encadré).

Non consciemment, les élèves semblent recourir à beaucoup de propriétés de géométrie :

⁹ redéfini à la fin de 1. comme transmission d'un élément de la culture, d'une personne à une autre.

¹⁰ c'est-à-dire, de notre point de vue, s'approprie cet élément de culture qui lui est étranger.

¹¹ Le mot compétence ne me semble pas avoir bonne presse dans notre communauté et il est certain qu'il a connu certains excès de formulation (« choisir les données nécessaires à leur résolution » n'est certainement pas une compétence, même méthodologique, elle est évidemment toujours contextualisée, c'est-à-dire actualisée dans certains contextes et pas dans d'autres). Cf. Rey (1996).

Mais il a l'immense mérite de chercher à nous déprendre de cette habitude que nous avons d'analyser les comportements des élèves en termes de connaissances (même en-actes ou implicites) pour nous « inviter » à ne regarder que ce que « fait » l'élève, les observables de sa pratique.

La notion de compétence appartient au paradigme instrumental (et médiologique, cf. R.Debray, 1994) que nous cherchons à mettre en place, à l'intérieur du champ de la didactique des mathématiques (Bautier, 1999, 1993a). Cf. aussi (Y.Chevallard, 1999) et P.Rabardel (1999).

- les symétries diagonales, horizontale ou verticale (en conservant ou en inversant les couleurs).
- les quatre orientations du carré bicolore.
- la notion de ligne droite (comme prolongement idéal des côtés des carrés ou de leurs diagonales).
- la notion de surface carrée (comme réunion de quatre triangles rectangles de même couleur et comme empilement de ces surfaces ou comme ensemble formé par quatre segments perpendiculaires de même longueur).
- la notion additive d'angle de 90°, 45° et 180° (comme assemblage de surfaces de même couleur).

Mais en fait, pour les élèves, les compétences exercées dans cette activité sont toutes incarnées, elles ne s'expriment pas dans les termes de ces notions mathématiques. Ce ne sont pas des connaissances implicites (si l'on conserve au terme de connaissance une nature langagière¹²), mais des pratiques indicibles :

L'enfant oriente et déplace un carré pour qu'il vienne exactement se placer dans une case du quadrillage. Il vise, il s'arrête et observe, tourne la feuille pour que les carrés déjà placés ne changent pas de position, pointe du doigt une surface pour un déplacement minime et surtout, il n'est pas possible d'affirmer avec certitude que l'objet final produit préexistait idéalement dans la tête de cet enfant¹³.

A l'opposé de l'attitude technique où anticipation du produit et production sont nettement séparées dans le temps, nous observons là une démarche plastique qui, sans être artistique peut-être, conserve les caractères essentiels de la « pratique réflexive » chère aux didacticiens de l'Art plastique : le produit émerge d'une confrontation imprévue entre un sujet et une matière qui résiste et dévoile au sujet ses possibilités au fur et à mesure de l'avancement du processus d'élaboration.

L'élève ne « re »connaîtra peut-être pas un carré dans sa disposition oblique, mais alors il en aura fait un, sans le savoir. Le faire précède la compréhension, nous avait prévenu Piaget (J.Piaget, 1984) pour les enfants jeunes tout au moins. Il nous faut comprendre cette priorité de l'action sur la réflexion et nous proposons simplement de dire que le faire est incarné, indicible et qu'il est nécessaire que les signes de la culture viennent « enrober » ce sens, pour qu'un jour, une telle « re »connaissance dans la culture de ce geste devienne possible. Mais alors le geste est devenu technique.

Cela nous a préparé à aborder la troisième partie de ce texte qui vise à donner un soubassement biologique à ces affirmations.

Troisième partie :

Un bris-collage personnel des théories de Edelman, Tomatis et Vygotsky.

Le point de départ de cette théorie polyvalente de l'apprentissage / enseignement (obuchenie en russe) se trouve dans l'ouvrage de G.M.Edelman, Biologie de la conscience. Seule, sa conception de la « conscience seconde » a été modifiée à partir de la lecture, entre autres, d'un ouvrage de A.Tomatis, L'oreille et le langage.

¹² Ce que ne fait pas F.Conne dans son article (Conne, 1992).

¹³ Allusion à une comparaison célèbre faite par K.Marx entre une abeille et un architecte.

Les arguments de ces deux auteurs nous ont permis de construire un modèle biologique simple, et général, de la conscience qui pourra paraître à certains bien éloigné de l'apprentissage et de l'enseignement. Je crois qu'il n'en est rien.

Edelman oppose en effet deux types de consciences, l'une servira de modèle à l'activité de construction de sens de l'élève qui est à l'œuvre dans tous les apprentissages contextualisés, l'autre servira de modèle à l'activité de partage des signes à l'intérieur d'une même culture entre un enseignant et ses élèves.

La référence à l'œuvre de Vygotsky sera partout présente et c'est à l'exposé d'un soubassement biologique possible de cette théorie psycho-sociologique, que notre lecteur est convié.

3.1. Conscience première et conscience seconde d'après la théorie neurobiologique de Edelman.

Le détail des descriptions organiques que l'on trouve dans (Edelman, 1992) a été systématiquement évité pour se centrer sur le fonctionnement de ces organes, presque tous situés à l'intérieur de la boîte crânienne

Les deux types de conscience sont successivement présentés.

i. La conscience première (primaire selon la traduction française) est généreusement distribuée à l'intérieur de l'évolution des formes vivantes, depuis les mammifères et les oiseaux tout de même. La conscience seconde (ou pensée d'après une traduction libre) serait par contre l'apanage de notre espèce et corrélative de l'acquisition du langage.

ii. Grâce à la conscience première, les formes vivantes qui en sont dotées peuvent essentiellement, dans le court instant (une fraction de seconde) qui sépare l'observation de l'action mobiliser toute l'étendue de leur expérience personnelle et se libérer en partie des conditionnements. On comprend l'avantage sélectif que cette conscience première a pu apporter mais comment cela a-t-il été biologiquement possible ?

Le thalamus reçoit et traite la plupart des signaux sensoriels venus du monde extérieur, en un temps très court (entre quelques millisecondes et quelques secondes). Par comparaison, les fonctionnements du tronc cérébral et du système limbique qui contrôlent nos différents cycles corporels mais aussi des réactions musculaires qui vont au rythme de la circulation sanguine, sont relativement lentes.

C'est comme si nous avions une certaine dilatation du temps, à l'intérieur de notre corps : dans tous le corps hormis la boîte crânienne, le temps s'écoule en secondes ; à l'intérieur de cette boîte crânienne avec des prolongement dans tous le corps jusqu'à nos organes de perception, le temps s'écoule en millisecondes.

Nous avons donc le temps de rassembler nos souvenirs et de prendre tranquillement une décision avant d'agir. Bien entendu nous ne sommes pas conscients de ce processus biologique et cette conscience première edelmanienne s'identifie sans doute à la capacité d'agir en situation, voire à l'être en général si l'on veut effacer de cette interprétation de la conscience première, toute connotation motrice.

iii. La notion de prise de décisions est précisée au point suivant mais il faut parler avant de l'importante notion edelmanienne de « scène mentale ».

Je suis conscient de l'ordinateur qui est devant moi et pourtant je ne me le représente pas dans tous ses détails objectifs. Je m'en fait une scène mentale (qui doit se résumer à bien peu de

choses...) et Edelman insiste dans une Postface critique (très critique...) sur la différence qu'il faut faire entre scène et représentation mentales.

La représentation mentale en psychologie cognitive est le plus souvent entachée, selon lui, d'objectivisme. Elle ne tient pas compte des enjeux de la situation et se limite à conceptualiser les objets selon une logique essentiellement linguistique. C'est le type de performances dont sont capables nos ordinateurs mais pas nos cerveaux humains puisqu'il ne s'y trouve aucun *homonculus calculus* à avoir écrit le programme de ce codage !

Ninio (1996) nous aide peut-être à se représenter cette scène mentale en prenant l'image d'un film de cinéma qui éviterait absolument tout réalisme et jouerait sur les travellings et gros plans de détails pour magnifier ce qui est important, pour le sujet, dans la situation, eu égard aux enjeux.

Par exemple, il est connu maintenant que les variations incessantes d'un visage familier sont systématiquement gommées par le travail cérébral, de même que la diminution perspective de nos mains avec leur éloignement par rapport à notre corps.

Cette scène mentale est finalisée, elle est tendue vers la réalisation d'un but et elle est aussi presque entièrement subjective puisque le sujet ne voit souvent que ce qu'il savait déjà (même si la centration sur le nouveau, une fois l'ancien retrouvé, fait partie des avantages sélectifs que nous donne aussi la conscience première).

iv. Je vais proposer de faire une grande différence entre l'expression « prendre une décision » et l'expression « faire un choix ». Un choix exige pour le sujet d'imaginer d'autres possibles et de trouver ensuite des critères pour les différencier. Or, la scène mentale n'est que la présentation subjective de la « réalité » et, nous rappelle H. Atlan ¹⁴ « *la réalité, c'est ce qui est et ça ne peut pas être ce qui n'est pas* ».

Faire un choix exige une certaine dose de négativité dans la perception des phénomènes, ils sont au moins oppositifs disait J. Piaget et « *la négation est une catégorie de notre esprit, <elle> ne fait pas partie de la réalité du monde* » (H. Atlan) d'après la définition de la réalité qu'il vient juste d'en donner. On comprend alors la différence qui peut être faite entre « prendre une décision » et « faire un choix ».

v.1. La scène mentale que nous nous faisons de la situation présente est subjective, finalisée (intentionnelle) mais aussi positive, ou mieux « naturelle » si l'on pense au premier de tous les ensembles de nombres : les entiers naturels ne sont pas positifs...

Prendre une décision, c'est se situer à l'intérieur de cette scène mentale et, guidé par elle... la décision se prend. Je veux dire par là que le sujet n'a conscience ni de lui-même, ni de son action. Pendant un court instant, il est cette décision qui se prend.

La prise de décision est un geste mental et, comme me le disait ma collègue de l'IUFM Ch. Lerat « lorsque tu fais un geste, tu es ce geste. Tu ne le penses pas ».

La conscience première est une présence au monde, le fameux « ici et maintenant » des psychanalystes et des existentialistes.

v.2. Au contraire, faire un choix, c'est penser, réfléchir, se mettre en dehors de cette présence naturelle au monde.

Ce sera l'exclusivité de la conscience seconde edelmanienne, que de nous permettre de nous déprendre de cette première relation au monde.

¹⁴ A l'occasion d'un entretien radiophonique particulièrement riche donné par Henri Atlan à France-Culture.

vi. On va s'intéresser maintenant à la place du langage à l'intérieur de cette caractérisation biologique de la conscience première.

Edelman prend la peine de nous dire à propos de la conscience première que « *ce genre de généralisation se passe du langage chez des animaux tels que le pigeon* ». La conscience première est donc la capacité à prendre des décisions dans des situations nouvelles, par référence à nos conditionnements mais aussi à notre histoire personnelle, en dehors de toute capacité de représentation symbolique.

Il ne faudrait pas en déduire que toute expression langagière est de l'ordre d'une conscience seconde, pourtant médiatisée par le langage. Dans une situation ordinaire d'interaction sociale, les personnes échangent des paroles qui sont également des gestes mentaux.

Cette expression signifie simplement que les paroles sont des pratiques : nous sommes parfois surpris de ce que nous avons dit dans le vif de la discussion et souvent incapables de redire une phrase que nous venons pourtant de prononcer.

Il n'y a pas de « distance » entre celui qui parle et cette parole. On peut peut-être dire que la parole « est » cette personne pendant le temps de son élocution.

vii. Le cerveau faisant partie du corps, il est possible de dire que toutes ces pratiques, langagières, motrices ou « seulement » contemplatives, tous ces gestes mentaux sont incarnés. Ces prises de décisions, cet état de veille caractéristique de la conscience première, tout acte de parole sont incarnés, c'est-à-dire produits par le corps du sujet, dans son extension quadridimensionnelle (trois d'espace et une de temps).

Nous verrons qu'il n'en est plus de même dans le cas de la conscience seconde d'Edelman.

3.2. Biologie de la culture.

Demandons-nous pour commencer pourquoi Edelman postule l'existence de deux types de conscience et pas trois, quatre ?

Toute la culture s'est répandue dans le réel par ce simple petit « truc » : le sujet dépose une trace matérielle dans l'espace, ce peut être une onde sonore et ce sera une parole, une ligne sur un plan ou un pixel sur un écran d'ordinateur, et ce sera un dessin ou un écrit.

Toutes les limites de ces signes humains proviennent de la faiblesse de cette matérialité. La pensée humaine apparaît ici comme singulièrement limitée mais si l'on parvenait à écrire et à lire en volume ou en surface (et non pas seulement à donner l'illusion de l'espace par des dessins plans digitalisés le plus souvent), alors nous gagnerions plus d'une dimension dans les possibilités d'extériorisation de nos imaginaires personnels, mais aussi dans nos possibilités de communication.

En attendant cet avenir radieux, satisfaisons-nous de ces traces unilinéaires, voire discrètes, déposées dans l'espace, pour une durée très courte (et c'est la parole) ou éternelle (et c'est l'écriture) de la conscience seconde, et essayons de comprendre comment cette symbolisation peut matériellement fonctionner, d'un point de vue biologique donc.

i. Selon Edelman, la conscience seconde fonctionne de manière décrochée par rapport aux stimulations du monde extérieur (extérieur à l'imaginaire du sujet). Elle applique à ses propres états mentaux (en dehors de leur activation à l'occasion d'une scène mentale présente) les recettes biologiques qui ont fait le succès de la conscience première : syncrétisme, combinaisons diverses de ses éléments, finalisation (intentionnalité).

Par la conscience seconde, le sujet devient conscient d'être conscient de même qu'il était, avec la conscience première, conscient du monde qui l'entourait.

Edelman ne dit rien de comment cette réflexivité de la conscience seconde est possible biologiquement, il en cite seulement certaines conditions nécessaires importantes (le langage, les interactions sociales) et en prévoit certains effets (la construction d'un concept de soi et la prise de conscience du temps - passé, futur, réversibilité - au delà donc du « présent remémoré » dans lequel s'était enfermé le sujet de la conscience première).

J'étais donc un peu déçu en sortant de la lecture du chapitre Langage et conscience d'ordre supérieur de son ouvrage de référence. Il n'expliquait aucune de ces fortes affirmations. Il ne disait pas que cette conscience seconde n'est qu'une relation de soi à soi où, à tour de rôle, chacun des pôles occupe la place de l'autre...

ii. Conformément à l'importante thèse formulée par Vygotsky (l'auto-didacte est celui qui apprend par lui-même, qui est son propre enseignant), l'étude biologique de la conscience seconde doit toujours considérer deux pôles et une relation de communication entre ces deux pôles.

Le fait que, dans le cas de la pensée intérieure, ces deux pôles soient successivement occupés par la même personne doit effectivement faciliter cette communication, mais ne pas remettre en cause cette bipolarité de la cognition : sans doute que l'un pose les questions et l'autre y répond, mais seul l'élève a le micro devant lui !!!

iii. Nous n'avons pas encore trouvé le moyen de nous brancher directement sur nos scènes mentales respectives et toute la culture humaine semble s'appuyer sur une « idée » très simple :

Réaliser un événement matériel dans le réel qui va (on va voir comment) remplacer toute ou partie de cette scène mentale et nous permettre de communiquer.

Il faut s'étonner que cette symbolisation fonctionne si bien puisque les éléments matériels qui représentent les états mentaux d'un sujet sont si différents et si élémentaires.

Comment des fréquences, des lignes ou des points pourraient-ils avoir la même valeur que des affects, des impressions, des souvenirs humains ?

La communication étant basée sur un double franchissement du fossé précédent entre cet univers matériel des signes de la culture et cet imaginaire humain particulier, ce sens personnel, c'est dire le grand risque dans lequel nous sommes de ne jamais nous comprendre. Et pourtant, la communication humaine fonctionne plutôt bien. Comment est-ce possible ?

iv. Tomatis montre (1991, p.65-67) comment se fait la première rencontre entre un son émis par l'éloignement simultané de la langue et du palais et leur rapprochement lorsque la bouche se ferme [ma-ma-ma-ma] et le concept pré-linguistique de Maman.

La mère et son bébé échangent des sons matériels comme de la fausse monnaie : ces sons n'ont aucune valeur en eux-mêmes, seulement la valeur que les deux protagonistes leur donne. Et si c'est la même, alors la communication a fonctionné.

Cette première rencontre linguistique entre une mère et son enfant ressemble beaucoup à la rencontre d'un touriste français et d'un résident chinois : son succès n'est pas principalement une affaire de langage mais plutôt d'intention de communiquer, d'attention portée au contexte et à l'autre, à ses réactions, ses mimiques, à ses questions, même si on ne les comprend pas linguistiquement.

Chacun fait des hypothèses sur la signification du comportement de l'autre (dans sa langue) et lorsque les hypothèses permettent de prévoir ce qui va se passer, c'est que la communication a bien fonctionné.

C'est ainsi que le bébé, dans le secret de son fonctionnement cérébral, observe avec grand intérêt que « *cette première chaîne verbale sait à elle seule, dès qu'elle se manifeste, faire apparaître tant de joie et de sourires sur ce visage qui évolue dans la sphère de la visée* » (Tomatis, 1991). Alors le bébé lance un appel et, si ses premières expériences linguistiques sont couronnées de succès, il entre dans le monde de la communication.

v. On a compris à quel point cet appel sonore jouera un grand rôle dans la prise de conscience de la présence ou de l'absence de la maman, mais aussi dans l'évocation mentale de la mère absente.

Avec la conscience première, l'évocation à l'intérieur d'une scène mentale était sévèrement limitée dans la durée, les concepts (préverbaux selon Edelman) avaient encore besoin d'une stimulation externe directe. Avec la conscience seconde, c'est la trace sonore ou matérielle qui tient lieu de stimulation extérieure. Nous parvenons au phénomène de la permanence des objets (J.Piaget), le premier d'entre eux étant d'ailleurs la maman.

Ces signes apparaissent comme des miroirs objectifs dans lequel se réfléchit pour y être reconnu un état mental particulièrement vital pour le bébé et c'est la constitution d'un couple indissoluble par la suite, formé d'un sens, d'un concept pré-linguistique, d'un élément de l'histoire du sujet et d'un signe culturel plus ou moins arbitraire.

vi. Lorsque le signe matériel fait sens (rencontre d'un son et d'un concept préverbal par exemple), on peut parler de reconnaissance ou « prise de conscience » : auparavant le sujet connaissait l'objet, au sens où il en avait conscience lorsqu'il se présentait à lui dans sa sphère d'appréhension ; maintenant il le reconnaît lorsqu'il se présente à nouveau devant lui ; bientôt, une stimulation réelle ne sera plus nécessaire et le signe à lui tout seul suffira à stimuler le concept mental.

Cette autonomie du concept acquise par le remplacement possible d'un objet réel par son signe, va permettre de nouvelles combinaisons mentales, des scènes mentales qui s'affranchiront de plus en plus du réel pour devenir virtuelles, ou imaginaires.

vii. Le langage en se développant va permettre de s'affranchir de la positivité des événements réels (et c'est l'invention de la négation) mais aussi de l'irréversibilité du temps. Le sujet est alors prêt à développer une nouvelle stratégie pour, à la fin, prendre une décision :

Il imagine tous les possibles, les évalue selon plusieurs critères, prévoit leurs évolutions possibles dans plusieurs cas et finit par choisir l'une des possibilités. Il faut noter à quel point cette stratégie est différente de celle de la décision qui se prend (cf.v.), en chercher les avantages mais aussi les limites.

viii. J.Piaget a montré que l'explicitation d'un modèle d'action (implicite) contient toujours beaucoup de choix.

Par exemple, pour la marche à quatre pattes, il a montré que sa verbalisation exige non seulement sa maîtrise pratique (acquise dans la première année de vie) mais aussi une grande capacité à imaginer d'autres mouvements possibles à partir de leur description linguistique pour finir par les rejeter : ainsi avancer le bras gauche puis le bras droit, la jambe gauche puis la jambe droite doit faire penser au guépard ; la séquence bras gauche, jambe gauche, bras droit, jambe droite à un éléphant.

Pour Piaget, « *l'explicitation est une explication* » (implicite !). Elle deviendra de plus en plus explicite avec les réponses données par les sujets à la question du Pourquoi. Les réponses à cette question allant toujours, selon Piaget, de la périphérie (les conditions de la réussite) au centre (ses raisons).

ix. Tout ce processus de prise de conscience de la marche à quatre pattes, se situe entièrement du côté de la culture, c'est-à-dire des échanges verbaux entre plusieurs locuteurs, chacun occupant par rapport aux autres des rôles qui peuvent être très variables dans le temps. Ainsi, avons-nous quitté définitivement l'univers de la pratique pour passer entièrement dans celui de la culture.

C'est ce même passage qu'il convient de faire dans tout enseignement de mathématiques, mais aussi de manière plus générale de tout enseignement.

Que peut-on dire de ce passage ?

3.3. Un modèle général de l'enseignement / apprentissage. Deux questions de didactique générale.

Une interprétation de ce modèle biologique de la cognition pour l'apprentissage / enseignement est d'abord donnée, puis plusieurs questions de didactique générale sont posées. Les réponses sont données en prenant des exemples en mathématiques.

Une partie essentielle du travail de l'enseignant consiste à contextualiser son apprentissage pour permettre à chacun de ses élèves de se construire sa propre expérience personnelle. Le travail de l'élève est de se mettre en position de trouver la réponse aux problèmes posés mais non pas de fournir une déclaration mathématique (décontextualisée) autour de cette pratique.

Dans les cas où les élèves ont développé des pratiques incarnées, non conscientes et indicibles, la question de la formulation posée par l'enseignant n'a aucun sens. Une première question se pose alors.

i. Comment l'élève peut-t-il s'approprier certains signes de la culture mathématique, alors qu'il en possède le sens, l'expérience pratique ?

Une réponse s'impose à moi : par l'imitation du modèle fourni par ceux qui savent, en premier lieu l'enseignant.

La disposition des chiffres à l'intérieur d'une opération ne s'invente pas, elle s'approprie par l'exercice et la répétition.

L'utilité de nommer les points dans une figure pour faciliter sa description ne s'invente pas non plus, elle s'enseigne et son efficacité se juge dans la pratique de la description et puis dans la réflexion sur cette pratique (cf. Optimaths CM1, de A.Descaves et R.Eiler)

ii. Etudions un instant le principe d'une situation de formulation.

Si l'enseignant contextualise la formulation par une situation effective de communication et si cette communication n'est pas décodée par les élèves comme un artifice utilisé par l'enseignant pour « leur faire dire » les propriétés mathématiques, il n'y a aucune raison, si ce n'est des raisons de contrat, qu'ils le fassent.

Ils vont mettre en commun des formulations contextualisées, c'est-à-dire particulières à l'exercice et à leurs personnalités et non pas générales (décontextualisées, dépersonnalisées).

Si l'enseignant introduit des contraintes pour obliger les élèves à faire ce saut dans la généralisation, il y a là une rupture de contrat : qu'est-ce qui peut permettre aux élèves de parler de ce qu'ils n'ont jamais expérimenté si ce n'est cette règle du contrat didactique selon laquelle l'enseignant donne toujours les éléments nécessaires qui permettent de trouver les réponses aux questions posées : la réponse générale doit donc ressembler à la réponse particulière.

Mais alors, il ne s'agit plus d'un fonctionnement de classe fondé sur le travail personnel de chaque élève.

Selon le modèle biologique de l'enseignement / apprentissage, apprendre à parler comme seul l'enseignant sait le faire, ne peut s'apprendre que selon une démarche transmissive, cette démarche est d'ailleurs courante dans toutes les disciplines culturelles (on ne réinvente pas les orthographes de mots).

Il doit en être de même en Mathématiques où les signes mathématiques sont essentiellement les quatre opérations, leurs techniques, les noms des figures, les tableaux de proportionnalité et les écritures fractionnaires et décimales.

Ces apports de l'enseignant doivent être prolongés par de longs moments d'étude personnelle (Y.Chevallard, 1998) de telle manière que la jonction entre sens personnel et signes culturels se fasse et c'est le moment de l'apprentissage technique.

iii. Une deuxième question se pose alors :

Pourquoi enseigner les signes de cette culture particulière et décontextualiser un enseignement que l'enseignant aura eu peut-être des difficultés à contextualiser ?

Une fois le couple sens-signes (cf. 2.2.v.) réuni (l'élève ne compte plus seulement des objets et récite la comptine, il connaît et reconnaît les nombres abstraits), il peut entrer dans un nouveau jeu mathématique, celui des questions sur le savoir mathématique (en l'occurrence dans l'exemple, celui du calcul sur des nombres abstraits de tout contexte).

Il peut apprendre à calculer en recontextualisant les nombres et en simulant des pratiques de comptage (cf. J'apprends les maths CP de R.Brissiaud), mais il doit aussi entrer dans la connaissance d'un univers de règles culturelles, au sens où elles explicitent les savoirs en jeu et leur relation : par exemple, « pour ajouter 9, j'ajoute 10 et j'enlève 1 ».

L'écriture symbolique sera l'instrument privilégié pour entrer dans cette culture (cf. Descaves et Butlen, 2000).

D'après le modèle biologique des deux consciences, il est clair qu'une certaine pratique est nécessaire pour donner un sens à ces règles. Par contre, il n'est pas clair qu'elles fonctionneront mieux du point de vue de leur efficacité, qu'elles auront été comprises, voire réinventées par les élèves.

On peut au contraire penser, suivant en cela le primat chronologique général à ce niveau, de l'action sur la compréhension, que le sens de ces règles se construit comme dans la pratique, d'abord dans l'exercice de la technique puis dans une réflexion sur cet exercice de la technique (deux moments de l'étude de Y.Chevallard, 1999).

iv. Une dissymétrie intéressante apparaît entre la pratique et la technique du point de vue de la formulation ou explicitation des modèles (implicites) d'action.

Dans le cas d'une pratique réelle, il est contradictoire dans les termes de demander à l'élève de transformer cette pratique incarnée indicible en une déclaration, c'est comme si l'on

demandait à Léonard de Vinci de nous dire exactement comment il a fait pour peindre La Joconde ?

Dans le cas de la technique au contraire, il semble que cette formulation semble possible, et même aisée. La raison en est simple : la technique est, on s'en rappelle un savoir culturel de l'enseignant qui a été appropriée par l'élève par imitation. Elle est donc entièrement dicible et c'est l'effort que l'on demande de faire à l'élève que d'explicitier ce discours savant sous-jacent à son expérience technique.

v. Le jeu des questions sur le savoir commence par la question de la formulation (Comment ?) mais ce jeu n'a pas de fin, les réponses entraînant de nouvelles questions, etc...

Par ce jeu, les élèves entrent dans un nouvel univers, celui des mathématiciens « purs », qui ne se posent pas la question de l'efficacité de leurs pratiques mais celle de la vérité de leurs affirmations. C'est alors le pôle Objet de la Dialectique Outil-Objet (Douady, 1986).

Pour entrer dans ce jeu, encore fallait-il posséder les signes de cette culture mathématique. C'est la réponse qui est donnée à la deuxième question (cf. iii).

vi. J'ai montré dans ma thèse (Bautier, 1993) la complémentarité des résolutions de problèmes contextualisés et des jeux des questions sur le savoir (décontextualisé).

Autant dans les premiers, est-il théoriquement impossible aux élèves d'interagir entre eux (contrairement aux canons du socio-constructivisme) car les scènes mentales sont personnelles et ne se partagent pas, autant les secondes peuvent bénéficier beaucoup des rapports dissymétriques entre les élèves.

Quelle est la raison de cette nouvelle dissymétrie ?

Vygotsky a pointé le phénomène de la Zone de Proche Développement mais il n'a pas, je crois, suffisamment étudié la consistance de ce concept du point de vue du type d'activité en jeu, ne serait-ce que par la distinction qui est faite ici, entre des pratiques contextualisées et un travail de la culture, par nature décontextualisée.

Or, l'accompagnement par un tiers n'a pas du tout le même sens dans les deux cas :

Dans le premier, il s'oppose au fait que les scènes mentales ne se partagent pas. Donner une aide, c'est peut-être créer pour cet élève un obstacle.

Dans le second cas au contraire, la communication est facilitée par le fait que nous travaillons sur des objets entièrement dépersonnalisés (cqfd).

Conclusion :

La nouveauté essentielle introduite avec force par ce modèle polyvalent de l'enseignement et de l'apprentissage me semble être la distinction qui y est faite entre d'un côté une pratique et de l'autre, une technique entièrement transparente à la culture humaine.

Cette distinction se décline autant au niveau

- des objets d'enseignement (sont-ils plutôt pratiques, techniques, ou culturels ?),
- de l'activité de l'élève (les compétences en jeu sont-elles pratiques – faire sans rien savoir -, techniques – faire et savoir ce qui se fait – ou culturelles – savoir sans rien faire - ?)

- des conditions favorables à une explicitation des modèles d'action (par la médiation de l'enseignant pour les pratiques, par les élèves – mais l'enseignant n'est-il pas aussi l'un des élèves de sa classe ? – pour les techniques)
- de l'organisation des groupes dans une classe (plutôt individuels dans les pratiques et collectifs pour le reste)
- des possibilités d'intervention de l'enseignant pour aider les individualités (à l'intérieur d'une zone proximale de développement à redéfinir en fonction de cette distinction).

La non prise en compte de cette distinction dans les théories actuellement dominantes en didactique (Théorie des situations, Théorie socio-constructiviste, Zone de proche développement) paraît flagrante. Seule R.Douady dans les premières lignes de son article de 1986, avait prononcé le mot de pratique dans un sens sans doute voisin.

Les arguments qui ont été donnés pour étayer cette distinction ne sont peut-être pas encore convaincants, mais leur nouveauté réside dans le fait qu'ils se fondent sur une approche matérialiste, biologique, des faits d'enseignement et d'apprentissage.

Il reste encore beaucoup de travail à faire pour approfondir cette approche médiologique et instrumentale de l'enseignement / apprentissage, en montrer la pertinence et l'efficacité scientifique. Il ne pouvait s'agir, dans le cadre limité de ce texte, que de donner un premier aperçu de cette théorie de la polyvalence

ANNEXE

Le point de vue de deux formateurs d'I.U.F.M., sur l'enseignement et l'apprentissage en mathématiques.

Gérard Perrot : co-auteur de deux collections de manuels pour l'école élémentaire « Maths-Hebdo » puis « Atout-Maths », des ouvrages de la collection « E.R.M.E.L. - Recherches I.N.R.P. ».

Co-responsable de l'écriture des programmes de Mathématiques (1995).

Formateur à l'I.U.F.M. de Bretagne, site de Rennes.

Thierry Bautier : coordinateur du groupe de recherche I.N.R.P. sur la POLYVALENCE, à Vannes.

Formateur à l'I.U.F.M. de Bretagne, site de Vannes.

Nous partageons grandement les idées suivantes :

1. Sur le pouvoir limité de l'enseignant et la nécessaire liberté de l'élève.

G.P. : *Je te livre une quasi certitude et une énorme interrogation. La quasi certitude : la liberté est grandement fonction des instruments dont on dispose déjà et l'interrogation : comment décider de fournir à quelqu'un une compétence non construite, pour lui fournir du blé à moudre à partir duquel il pourra ensuite construire quelque chose.*

T.B. - *Entièrement d'accord, il ne faut pas opposer la liberté et les contraintes. Et si l'on se représente l'enseignant comme quelqu'un qui contraint l'enfant par ses interventions, on ne peut soutenir en même temps deux thèses qui sont : « L'enseignant n'a pas de pouvoir » et « L'enseignant est tout puissant ». Soit, le fait de montrer, ou d'expliquer à l'enfant ce qu'on veut qu'il fasse n'a pas d'effet et alors pourquoi s'en priver puisque l'enfant doit recréer le sens tout seul, ou alors cette intervention a un certain pouvoir qui va justement lui faire économiser certaines parties de ce processus de recherche.*

G.P. - *Dans les deux cas, l'enseignant doit donc intervenir ?*

T.B. - *Il peut toujours choisir d'intervenir, il peut aussi choisir de ne pas intervenir s'il estime que l'enfant a les moyens de trouver la solution tout seul. C'est en effet le but de tout enseignement que de rendre l'élève autonome mais la meilleure manière d'y parvenir n'est pas toujours de ne pas intervenir.*

On peut dire aussi, sous forme de boutade que de lancer une bouée à la mer n'a jamais empêché quelqu'un de se noyer, encore faut-il savoir s'en servir !

2. L'imitation a une vertu certaine d'apprentissage (cf. les consignes « Observe et continue » dans les deux manuels précités) :

G.P. : *De quel droit on se priverait à certains moments de faire ce que font toutes les mères de famille, tous les pères de famille, tous les gens qui accompagnent les enfants et disent « Regarde, je te montre ».*

T.B. - *L'enseignant montre le résultat de l'action mais il ne montre pas l'action elle-même, c'est à l'élève de la reconstituer. Il s'agit donc d'une sorte de situation-problème pour l'enfant, il sait ce qu'il doit obtenir, il ne sait pas comment il va le produire.*

G.P. - *Bien d'accord... J'ai une certaine expérience de l'apprentissage artisanal et le maître ne dit pas à l'apprenti « On va chercher à faire ça », il lui dit « Regarde comment je fais », « essaye de reproduire les gestes que je fais » et ce qui est très curieux, c'est que la liberté de l'apprenti se prend autour de cette première appropriation effective du geste. Il faudrait abandonner cette position idéologique qui consiste à refuser de montrer (dans certains cas) à des enfants ce qu'on veut qu'ils fassent.*

3. Sur l'approche instrumentale en Cycle I et en Cycle II.

T.B. : *Dans le chapitre « Des instruments pour apprendre » dans les I.O. de 95 que tu connais mieux que tout le monde puisque tu as participé à leur rédaction, j'ai cru y voir l'ombre de L.S.Vygotsky.*

G.P. - *Il faudrait demander à Jean Hébrard puisque c'est lui qui a écrit tous les paragraphes introductifs.*

T.B. - *Et dans l'expression « Progressivement, il apprend à construire un certain nombre de procédure et d'outils pour dénombrer les*

collections d'objets », j'y vois même une théorie de la médiation : l'enfant n'aurait plus à découvrir le nombre comme mémoire de la quantité, comme dans les programmes de 85, il n'aurait qu'à s'approprier des éléments de la culture mathématique (la comptine, le comptage, le regroupement par tas) ce qui est bien différent.

G.P. - Certainement.

T.B. - Je voudrais savoir ce que tu penses de cette situation classique, une des rares pourtant qui s'analyse en termes de dévolution et de variables didactiques, celle où l'enfant de Grande Section doit faire une correspondance termes à termes entre deux collections. L'enseignant joue sur la distance entre les deux collections et le nombre d'aller-retour autorisés pour amener l'élève à se rendre compte de l'importance du nombre comme mémoire de la quantité.

J'avoue que la dernière fois que j'ai essayé de le faire dans une classe, cela n'a pas du tout marché, les enfants ne parvenaient pas du tout à se motiver pour un tel enjeu.

G.P. - Il y a même pire il me semble. On peut voir dans la réussite à une telle activité une sorte de dressage qui fait que le maître va pouvoir interpréter ces comportements attendus comme des signes d'une modification au niveau des savoirs. Quand il a fait sa correspondance, s'il la fait, on lui dit « Tu vois, il y en a autant » et on s'émerveille. Il y a comme un effet Topaze.

T.B. - Entièrement d'accord avec toi. L'entrée instrumentale dans les mathématiques me paraît également adaptée pour le cycle II.

Je crois que les enfants de C.P. ont beaucoup de difficultés à maîtriser des situations-problèmes, ils n'ont pas encore une autonomie cognitive, une volonté de savoir suffisante pour s'engager dans une telle aventure. Ils ont encore besoin d'être très instrumentés.

Par exemple, pour la numération, je préconise dans mes formations un matériel de type PicBille (Rémi Brissiaud) ou Boîte à oeufs (Stoëcklé), un matériel très structurant qui permet aux enfants de faire du calcul avec ces objets et plus tard...

G.P. - C'est vraiment un souci pour moi de savoir comment on s'en décolle de ce matériel ? Quand est-ce qu'on en fait le deuil ? Et pourquoi l'enfant s'autonomiserait si ça marche avec l'aide d'un tel instrument ?

T.B. - Pour moi, il ne s'agit pas d'apprendre à se passer du matériel mais de développer après un certain temps d'appropriation de ce matériel, un autre rapport au nombre et à la numération qui n'en dépende plus.

La résolution de problèmes est cette activité complémentaire de l'approche instrumentale. Comme le disent les I.O. de 95, elle occupe une place « importante » en Cycle II, « centrale » en Cycle III. C'est une nuance qui me paraît importante.

4. Sur la Dialectique Outil-Objet.

T.B. : Est-ce que tu es en accord avec la Dialectique Outil-Objet et la revalorisation des pratiques qui en est le coeur me semble-t-il ?

G.P. - Certainement mais as-tu déjà remarqué que Régine (Douady) a appelé sa dialectique la Dialectique Outil - Objet et pas la Dialectique Objet - Outil ?

T.B. - C'est vrai que dans ses textes, c'est toujours la phase Outil en premier, or ce n'est pas du tout sûr...

G.P. - On oublie toujours la dialectique dans la Dialectique Outil-objet. Il faut absolument étudier les passages dans les deux sens et ce qui les provoque...

T.B. : Au cycle I, on a principalement une approche instrumentale et on rentre directement dans l'objet lui-même. C'est un exemple frappant de ce que tu dis.

G.P. - On retrouve ici un peu le mot d'ordre de l'enseignement des maths avant 1970, c'est « tu comprendras plus tard », « tu sauras plus tard comment l'utiliser ». Selon cette entrée, on étudie le concept, pas au sens du champ conceptuel de Gérard Vergnaud bien entendu, mais on étudie suffisamment de savoir-objet.

T.B. - On rentre par la culture.

G.P. - Oui, on se prend un bout de culture (miam) et puis on met après quelque chose qui a une double fonction, de contrôle et de justification utilitaire.

T.B. - C'est le sens fonctionnel de la connaissance.

G.P. - Oui mais je crois que ce sens fonctionnel est purement lié à la chronologie. C'est, puisqu'on vient de faire ça et qu'on te donne ça et bien essaye donc.

T.B. - Il y a vraiment plusieurs manières d'enseigner puisqu'on peut aussi commencer par la phase Outil !

5. Sur plusieurs manières d'enseigner et d'apprendre des mathématiques.

T.B. : Essayons si tu le veux bien maintenant de classer les différentes manières d'enseigner et d'apprendre que nous avons déjà rencontrées, en passant, dans la discussion. On est d'accord semble-t-il pour dire que dans une situation complètement cadrante du type « Jeu du Banquier » ou une imitation pure du type « Graphisme », l'enfant apprend quelque chose, il s'agit de savoir quoi. Il faut en effet bien séparer ce qu'on fait quand on enseigne d'une certaine façon pour ne pas croire qu'on fait tout d'un coup.

6. Sur un schéma classique d'organisation de classe.

G.P. : Je voudrais d'abord te parler de toutes les séances que l'on voit basée sur cette idée de mettre

des élèves en situation de résoudre collectivement un problème. Au bout d'un certain temps de travail dans les groupes, les élèves se mettent d'accord sur la démarche qui leur paraît la plus satisfaisante à l'intérieur d'un groupe. Ils l'explorent à fond, ils l'écrivent. Ensuite, ils la présentent à leurs copains, au tableau.

C'est un schéma que l'on voit maintenant partout et qui devient complètement routinier.

T.B. - Ca m'intéresse de savoir ce que tu en penses ?

G.P. - Et bien, j'ai de plus en plus de profs qui me disent « Quand tout ça c'est fait, à quoi ça sert que les enfants d'un groupe présentent ce qu'ils ont fait aux autres groupes. Est-ce que, en faisant ça, on a une garantie quelconque qu'il va y avoir appropriation ? ».

T.B. - Et que leur réponds-tu ?

G.P. - On fait une hypothèse forte qui à mon avis est une hypothèse fautive, l'hypothèse angélique qui est que, tout enfant est a priori intéressé par ce que fait tout autre enfant.

T.B. - Et que le fait de le placer en position de spectateur, d'analyseur du travail des autres va l'aider.

G.P. - Oui.

T.B. - Pour moi, on trouve là l'opposition faite par Piaget entre la réussite et la compréhension. Je crois que le plus souvent, les enfants n'ont pas les moyens de tirer bénéfice de l'aide des autres enfants.

G.P. - Ca dépend certainement des cas.

T.B. - Du niveau de culture partagé entre les enfants à propos de cette connaissance. Pour un premier apprentissage des décimaux ou de la proportionnalité par exemple, une phase longue de recherche personnelle me paraît indispensable.

G.P. - Tu es donc constructiviste !

T.B. - Piagétien ET Vygotskyen, c'est bien mon problème !

7. Sur deux types de rapports pratiques aux mathématiques.

T.B. : Dans le texte que j'ai préparé pour cet entretien (cf. ci-après), je fais la différence entre deux types de comportements d'élèves : UN, des pratiques, une expérience dont l'élève ne sait rien, par exemple comparer deux concentrations de jus d'oranges sans savoir qu'il s'agit d'un problème de proportion ; DEUX, une technique, un savoir-faire si l'on veut, lorsque l'élève sait ce qu'il fait.

Je viens de regarder le projet de nouveaux programmes pour l'école primaire et je crois qu'ils ne font pas cette différence. L'objectif d'un enseignement de la proportionnalité est de savoir reconnaître que ce sont des situations de proportionnalité, or pour moi ce n'est pas un objectif premier puisqu'on peut savoir résoudre un tel problème sans rien savoir sur la proportionnalité.

G.P. - C'est même contradictoire dans les termes de demander que l'enfant Reconnaisse des situations de proportionnalité puisque pour les Reconnaître, il faut déjà qu'il les ait connues.

T.B. - Est-ce que tu trouves que la différence que nous faisons entre rapport pratique et rapport technique à un même objet de savoir est une différence importante ?

G.P. - Je dis souvent à mes stagiaires - ça vaut ce que ça vaut mais je crois que ça peut les aider à un moment donné -. Il y a un critère intéressant dans votre manière de conduire la classe, c'est de savoir si vous écrivez le titre au tableau avant de commencer la séance ou si, durant un apprentissage, il y a un moment où on fait des choses et un moment d'institutionnalisation au sens habituellement admis de ce terme et c'est le moment où l'on pourrait mettre un titre.

8. Sur la nécessaire mémorisation des connaissances.

G.P. : Ensuite, on va clairement accepter de dire : ces connaissances, on les a rencontrées dans tel contexte, on a besoin de s'entraîner pour les pratiquer, pour avoir une certaine aisance. C'est l'entraînement comme tu le dis dans ton papier. C'est ce que j'appelle transformer l'exceptionnel en ordinaire, ce que tu fais un jour en record personnel qui devient ce que tu fais pour t'échauffer en survêtement et qui est, pour moi un critère absolu, indispensable.

Ce changement contient très curieusement une modification du rapport au savoir puisque ça transforme des savoirs essentiellement sémantiques en savoirs mobilisables de façon décontextualisée, sans s'interroger dessus et sans même avoir le souvenir de comment on les a construits.

T.B. - Les neurosciences montrent qu'on garde quand même le souvenir de tout ça.

G.P. - On en garde une trace.

T.B. - Oui, tout est relié.

G.P. - Ce qui est intéressant c'est que, il y a un moment où tout ne se passe plus dans la mémoire de travail, la mémoire à long terme intervient là.

Quand on me demande, est-ce que c'est important qu'un enfant connaisse ses tables quand il entre au collège, je dis « Bien sûr que c'est important ».

T.B. - Cela fait partie du travail de l'enseignant et ce n'est pas du tout dévalorisant.

G.P. - Exactement.

T.B. - Il ne faut pas avoir de jugement de valeur par rapport à ça.

G.P. - Il me semble que l'une des manières d'apprendre, c'est aussi d'oublier.

T.B. Mais oublier dans le bon sens, oublier le contexte.

G.P. - Si je prends oublier au sens fort et bien, il y a abstraire. C'est-à-dire considérer à un certain moment que certains éléments forts, des éléments

perceptibles, des éléments caractéristiques de la situation et bien, par rapport à ce à quoi on s'intéresse, peuvent tout à fait être laissés de côté.

T.B. - C'est toute une partie de l'intelligence humaine qui se trouve là. Il ne faut pas la jeter.

G.P. - Je crois qu'il va falloir retaper sur ce clou, refuser comme le font certains d'automatiser des choses, ça ne veut pas dire les enseigner de façon automatique, ça ne veut pas dire faire du rabâchage.

T.B. - Il y a beaucoup aujourd'hui sur la revalorisation de la mémoire.

G.P. : Oui, mais la revaloriser c'est courir le risque de réactiver des exercices quelquefois un peu sadiques.

T.B. : Oui, mais là il y a un jugement de valeur. Si ça se trouve, au contraire, pour des enfants en difficulté, cela peut être très agréable de faire des exercices, pour les sécuriser.

G.P. - Bien sûr et je crois que c'est très important ça. On permet aux gamins de se voir réussir quelque chose dont il ne se croyait pas capable et, au besoin, à un moment donné, par une décision mûrement réfléchie, on le met à régresser, pour repartir ensuite.

T.B. : On est donc d'accord aussi là dessus.

9. Sur la dévolution des problèmes.

T.B. : Je fais bien la différence entre la contextualisation des apprentissages par lequel l'enseignant établit entre ses élèves et le savoir mathématique un rapport pratique (c'est donc une démathématisation de l'activité mathématique) et la dévolution où l'on fait l'hypothèse que l'enfant est un petit mathématicien, capable de s'intéresser à l'objet mathématique pour lui-même, indépendamment du contexte scolaire.

G.P. - Pour moi, la dévolution s'opère lorsque l'élève a fait du problème posé par l'enseignant, une question pour lui, « sa » situation. Il n'y a plus alors une telle opposition entre contextualisation et dévolution.

T.B. - Mais l'occasion qui va l'amener à se poser cette question de manière personnelle, peut être de vouloir faire plaisir à l'enseignant ou ramener des bonnes notes à l'enseignant. Et alors ??

G.P. - Pourquoi pas ? Ce n'est pas interdit par les gens qui pensent que l'école est là pour procurer toutes les situations favorables pour permettre à des enfants de grandir, dans tous les sens du terme. Je ne vois pas comment par exemple, on peut mettre à la masse, les parents dans une théorie un tout petit peu complexe du sens de l'activité mathématique pour l'élève.

T.B. - Nous sommes d'accord là dessus aussi et cela me fait bien plaisir.

10. Un essai de synthèse.

G.P. : On peut concevoir un enseignant comme un professionnel qui dispose d'un arsenal de façons d'enseigner et en plus d'une théorie qui lui permet de choisir laquelle des « armes » il va utiliser.

T.B. - C'est finalement ce que l'on est en train, ensemble d'établir ici.

G.P. - Sans doute.

T.B. - Il y aurait selon moi deux stratégies principales pour l'enseignant (cf. le texte ci-joint). Une stratégie instrumentale où les élèves doivent s'appropriier des éléments de la culture pour entrer en relation directe avec l'objet mathématique et une stratégie constructionniste qui exige des enfants de réinventer une partie de l'histoire humaine, au moins de manière approchée.

Ces deux manières d'apprendre se différencient surtout par le travail que fait l'enseignant, sa manière d'enseigner. Dans un cas, il s'agit surtout d'imiter un modèle, de s'approprier des règles, on parlera alors de savoir-faire ou de rapport technique au savoir ; dans l'autre cas, durant la phase de contextualisation, l'enseignant doit comprendre qu'il n'est pas là pour enseigner des mathématiques mais aider les élèves à développer des pratiques, un rapport pratique au savoir.

G.P. - Un enseignant fait encore bien d'autres choses. Il est aussi concepteur d'ingénieries didactiques ou concepteur de stratégies de mise en oeuvre, c'est d'ailleurs celle qui me pose le plus de problème et le mot qui me vient alors à l'esprit, c'est l'expérience.

11. Un problème de formation

G.P. : Est-ce qu'on est capable de produire des situations pour de nouveaux professeurs en formation, les aider à s'améliorer dans cette approche expérimentale de la maîtrise de la situation d'enseignement ?

T.B. - Ma stratégie de formation, c'est de les amener à diversifier leurs conceptions de l'enseignement, de montrer qu'elles sont toutes légitimes.

G.P. - C'est la moindre des choses. Savoir qu'il y a plusieurs manières d'enseigner, savoir que c'est bien de faire comme ça et aussi comme ça.

Il faut éviter l'idéologie. Il faut savoir qu'il y en a plusieurs mais une fois qu'on a dit ça, l'adaptation de tel ou tel type de manière d'enseigner à tel ou tel projet, c'est là où commence le plus difficile.

T.B. : On peut penser qu'on est alors à un niveau de prises de décisions qui échappe en grande partie au formateur. Peut-être que l'essentiel de l'enseignement est là mais il faut que chacun fasse ses propres expériences sur le terrain pour y répondre.

Texte complémentaire fourni le 28 Janvier 1999,0767... par Th.Bautier, à G.Perrot.

I. Relevé rapide des différentes manières d'enseigner la numération en C.P. et C.E.1 :

L'appropriation d'un matériel didactique (Picbille de R.Brissiaud - J'apprends les maths - ou les boîtes d'oeufs de R.Stoëcklé - Math élem -). Il s'agit d'une approche instrumentale à la L.S.Vygotsky. Les élèves développent des « savoir-faire », un « rapport technique » à la numération décimale.

Le jeu du banquier, comme suite de situations-problèmes (Th.Bautier, Maths dans les classes, 1993, Médiathèque du site de Vannes) : à tous moments les enfants peuvent faire la monnaie ou échanger cinq petits carrés contre une barre de longueur cinq, deux barres de longueur cinq contre une barre de longueur dix ; passage à la représentation graphique des collections de réglettes puis abandon du dessin pour l'écriture chiffrée et le calcul. Il s'agit d'une approche constructiviste. Les élèves développent ici une « expérience », un « rapport pratique » à la numération décimale.

Dans les deux cas, les élèves établissent ensuite un « rapport culturel » à la numération, ils développent un « savoir » sur la numération mais ce savoir n'est pas de même nature dans les deux cas : il est mobilisable dans le premier, disponible dans le second si l'on reprend le vocabulaire de Aline Robert.

Bref, il semble qu'il y ait deux manières de rentrer dans la culture mathématique : une approche instrumentale d'après laquelle la culture n'a pas à être reconstruite par les enfants mais réappropriée dans des activités ad-hoc ; une approche constructiviste qui exige des enfants de réinventer l'histoire humaine, au moins de manière approchée. Ce qui différencie clairement ces deux entrées, c'est le travail que fait l'enseignant pour masquer la connaissance mathématique dans le second cas, afin que les enfants la redécouvrent (c'est la contextualisation de l'apprentissage). Ces deux manières d'enseigner les mathématiques sont toutes les deux légitimes puisqu'elles visent des compétences distinctes (mobilisables ou disponibles). Elles ne s'opposent que dans la théorie et devraient se compléter dans la pratique.

Exercice : le Jeu du banquier tel qu'on le voit dans les manuels de C.P. (jeu de règles). Quel est son type ?

Réponse : Rapport technique, approche instrumentale.

Argument : A tout moment, les enfants savent ce qu'ils font, leur faire est transparent au savoir. La répétition doit permettre l'appropriation de ces règles d'échange.

II. Relevé rapide des différentes manières d'enseigner la symétrie axiale en école primaire et collège :

On retrouve les deux manières précédentes d'enseigner.

L'approche technique avec le travail en maternelle sur le pliage ou les coloriages.

L'approche constructiviste avec la progression élaborée par Th.Bautier (Thèse ou article de la COPIRELEM, Douai) : les activités de reproductions de figures avec contraintes sur les instruments de tracé, transferts de ces méthodes de triangulation dans le contexte d'un retournement involutif de la feuille calque. Les enfants ne reconnaissent pas le plus souvent dans cette progression la symétrie axiale.

Exercice : Quel est le rapport établi par les élèves avec la symétrie orthogonale, lors des exercices classiques en école élémentaire du type « Tracer le symétrique de cette figure par symétrie autour de cette droite ».

Réponse : pas évidente.

Tout est dans la compréhension de la consigne, l'élève sait donc ce qu'il fait même s'il ne sait pas le faire encore. Il pourrait alors s'agir d'un rapport technique. On peut aussi considérer que l'enseignant en ne disant pas à l'élève comment compléter cette figure lui pose un vrai problème, il lui cache la procédure de tracé et ne lui montre que le nom de la connaissance. Il s'agirait alors d'un rapport pratique. Ce qui fait la différence entre les deux, c'est le sens du mot « symétrie », son contenu sémantique.

Le plus souvent, cette consigne conduit l'élève à faire de nombreuses erreurs mais ces erreurs ne se situent pas au niveau de l'exécution (il ne parviendrait pas à faire ce qu'il veut faire, comme dans un pliage) mais au niveau de la conceptualisation (procédures erronées identifiées par D.Grenier). Il s'agit donc selon moi d'un rapport pratique à la symétrie axiale, même si le mot symétrie est prononcé par l'enseignant.

Il apparaît clairement aussi le troisième « rapport à cette connaissance », le « rapport culturel » (phases Outil explicite et Objet dirait R.Douady). Les élèves se posent des questions sur ce savoir mathématique, ce qui est bien différent de résoudre des problèmes de mathématique ou de s'entraîner. Par exemple :

« Pourquoi obtient-on le même dessin en pliant et par la méthode de la médiatrice ? par la méthode compas ? ».

Ils tissent des liens logiques entre des éléments de la culture mathématique, ici le sens spatial et le sens plan de la symétrie axiale.

En résumé, il se dégage deux manières d'apprendre les mathématiques : s'adapter à des situations et se poser des questions sur le savoir. La première se subdivisant en deux selon que la situation est (entièrement) lisible ou non

par l'élève en termes de savoir : il s'agit de s'approprier un objet de culture identifié par l'enseignant dans un cas, de construire des stratégies personnelles dans le second.
Nous avons vu avec l'exemple de la symétrie, la précision avec laquelle il faut identifier l'objet d'apprentissage pour définir le rapport que l'élève établit avec lui.

Bibliographie

- Bautier Th., 1993a, Analyse des fonctions des instruments graphiques dans les pratiques de conception architecturale ; Contribution à une didactique des graphismes d'espaces, Espaces graphiques et graphismes d'espaces, ouvrage coordonné par A.Bessot et P.Verillon, La pensée sauvage éditions, Recherches en didactique des mathématiques, Grenoble, p.183-231.
- Bautier Th., 1993b, Médiation et enseignement des transformations géométriques, Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, LADIST, réédité en deux volumes indépendants, 1999, Le médiateur, La médiatrice, Médiathèque du site de Vannes, IUFM de Bretagne.
- Bautier Th., 1999, Analyse instrumentale des processus de conceptualisation du plan, à l'occasion d'une activité de reproduction de figures en classes de sixième, Actes de l'Université d'été de didactique des mathématiques, Houlgate, IUFM de Caen, p.284-291.
- Bautier Th., 2000, Deux obstacles à une formation à la polyvalence du métier de professeur d'école – Polyvalence étant pris ici comme synonyme de « spécialiste de l'enseignement et de l'apprentissage » -, Séminaire des formateurs PE, 17-18 Mai 2000 à Plestin-les-Grèves, IUFM de Bretagne, p.22-26.
- Brousseau G., 1998, Théorie des situations didactiques, La pensée sauvage éditions, Recherches en didactique des mathématiques, Grenoble.
- Chevallard Y., 1999, Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques : l'approche anthropologique, Actes de l'Université d'été de La Rochelle, IREM de Clermont-Ferrand.
- Conne F., 1992, Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique, Recherches en didactique des mathématiques, Vol.12, n°2-3, p.221-270.
- Coppé S. et Houdement C., 2000, Etude des activités de résolution de problèmes dans les manuels de cycle 3, Actes du XXVIème colloque de la COPIRELEM, IREM de Limoges, p.209-224.
- Debray R., 1994, Manifestes médiologiques, Gallimard.
- Descaves A. et Butlen D., 2000, Introduction du symbolisme à la fin de l'école élémentaire et au début du collège, Actes du XXVIème colloque de la COPIRELEM, IREM de Limoges, p.175 à 208.
- Douady R., 1986, Jeu de cadres et dialectique outil-objet, Recherches en didactique des mathématiques, n°7-2, La pensée sauvage.
- Edelman G.M., 1992, Biologie de la conscience, Poches Odile Jacob.
- Edelman G.M. et Tononi G., 2000, Comment la matière devient conscience, Ed. Odile Jacob.
- Ninio J., 1996, L'empreinte des sens, perception, mémoire, langage, Ed. Odile Jacob.
- Piaget J., 1974, La prise de conscience, Collection Psychologie d'aujourd'hui, éd. PUF.
- Piaget J., 1974, Réussir et comprendre, Collection Psychologie d'aujourd'hui, éd. PUF.
- Rabardel P., 1999, Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques, Actes de la Xème Ecole d'été de Didactique des Mathématiques, IUFM de Caen, p.203-213.
- Rey B., 1996, Les compétences transversales en question, Ed. ESF, Collection Pédagogies.
- Tomatis A., 1991, L'oreille et le langage, Point-Sciences.
- Vygotsky L.S., 1935, 1985, Pensée et langage, Ed. Messidor-Editions sociales.