IREM d'Orléans-Tours **COPIRELEM**

ACTES

XXVIIIème Colloque Inter-IREM
des formateurs et professeurs de mathématiques
chargés de la formation des maîtres

Tours, mai 2001

Un grand merci à :

- L'IUFM d'Orléans-Tours et particulièrement au site de Tours-Fondettes pour l'accueil dans les locaux avec toutes les contraintes que cela suppose.
- Les Universités d'Orléans et de Tours pour les subventions accordées.
- Les municipalités de Tours et d'Amboise pour leur accueil.
- L'ADIREM pour le soutien constant apporté à la COPIRELEM.
- L'IREM d'Orléans-Tours.
- Les divers IUFM de France qui ont participé à la prise en charge de leurs participants au colloque et facilité la présence de leurs formateurs à ce colloque.

Un grand merci aussi à Laurence Magendie qui a consacré de nombreuses heures à la mise en forme de ce document.

Sans oublier la COPIRELEM qui a su me faire partager l'expérience d'organisation de colloques au fil des années.

Un grand merci enfin à tous les collègues qui se sont investis pour animer des ateliers, faire des communications.

Sans oublier tous les participants dont les apports permettent à la communauté des formateurs de mathématiques du premier degré de renouveler ses pratiques et d'enrichir la réflexion

Jean-Claude LEBRETON
Responsable local de l'organisation

SOMMAIRE

CONFÉRENCES

COMMUNICATIONS

ATELIERS

CONFÉRENCES

Conférence 1

DES DIFFICULTÉS DES ÉLÈVES AUX DIFFICULTÉS DU MÉTIER D’ENSEIGNANT.

Frédéric SAUJAT
IUFM d’Aix-Marseille / CIRADE, Université de Provence.

Ce texte, qui reprend et développe la conférence prononcée lors du colloque, se propose de considérer que les élèves “en difficulté” sont d‘abord des élèves qui mettent les enseignants en difficulté. C‘est donc de ce point de vue que seront présentées, dans une première partie, des recherches convergentes permettant de faire un inventaire - non exhaustif et orienté - de “ce qu‘on sait” sur les difficultés des élèves. Dans une deuxième partie, on essaiera de s‘interroger sur ce qu‘on peut faire de “ce qu‘on sait”. Il s‘agira, dans un premier temps, d‘envisager les lectures possibles des “résultats” évoqués lorsqu‘on se place dans une perspective d‘opérationnalisation. Dans un deuxième temps, il sera fait référence aux perspectives ouvertes par les travaux de Perrin-Glorian (1992, 1997). La dernière partie, relevant d‘une approche ergonomique, conduira à s‘intéresser à “ce qu‘on sait” de ce qui est fait, soit à la manière dont les enseignants font face, dans leur travail réel, aux difficultés des élèves.

I- QUELQUES REPÈRES ORIENTÉS À PROPOS DE “CE QU’ON SAIT” SUR LES ÉLÈVES EN DIFFICULTÉ

1- Resituer la “crise” scolaire dans son dispositif historique.

1.1- Nous vivons aujourd’hui un malaise dans la scolarisation (Terrail, 1997).

L‘école de la troisième République a bénéficié pendant plusieurs décennies d‘un large consensus, sans pour autant connaître un fonctionnement moins inégalitaire que la nôtre, ni remplir davantage ses missions de formation élémentaire (le taux d‘obtention du CEP n‘était pour mémoire que de 50% en 1939). “Or le seul consensus que l‘on pourrait attester aujourd‘hui, au terme d‘un cycle historique qui a considérablement élevé le niveau moyen de formation, concernerait le caractère profondément insatisfaisant de la situation, voire le véritable état de crise de notre système éducatif” (Terrail, 1997).

Dans les deux dernières décennies, le lien entre diplôme scolaire et poste de travail s‘est encore resserré, sous la pression de la crise de l‘emploi : “que le diplôme soit de moins en moins suffisant n‘empêche pas qu‘il soit de plus en plus nécessaire” (Terrail, 1997).

Mais pour tout une partie de la jeunesse aujourd‘hui, la réussite scolaire est à la fois offerte et refusée. Cette contradiction, douloureusement vécue, entre égalité formelle des chances et réalité des destins scolaires provoque chez elle, désarroi, ressentiment, colère.

“On devient aujourd‘hui jeune chômeur ou précaire parce qu‘on a raté l‘école. […] L‘institution scolaire tend à polariser le ressentiment provoqué par l‘injustice sociale” (Terrail, 1997).

Cette contradiction est évidemment exacerbée dans les quartiers et établissements “difficiles”, là où l‘École est sensée panser toutes les blessures engendrées par des processus de ségrégation sociale et de marginalisation qui la débordent largement.

1.2- La prolongation des scolarités a été spectaculaire :

Le taux de bacheliers est passé de 4 à 60% en un demi-siècle, sous l'effet d'une politique ministérielle volontariste.

“Mais cette politique a provoqué la formation de disparités considérables au sein du système éducatif, la réalité des acquisitions cognitives correspondant à un niveau de scolarisation donné couvrant un spectre de plus en plus large. Les difficultés non surmontées lors des apprentissages initiaux se cumulent au fil du cursus, condamnant leurs victimes tant aux filières qu'aux établissements les moins valorisés” (Terrail, 1997).

2- Des rapports différenciés et différenciateurs à l'école et au savoir.

Dans ce contexte d'interrogation, voire de remise en cause de la place de l'École, où l'insertion socio-économique des jeunes générations tend à devenir l'aune à laquelle on évalue ou on redéfinit ses missions, le “niveau” l'emporte sur les contenus, l'utilité sur le sens, les stratégies scolaires consuméristes sur le plaisir d'apprendre et de savoir. Dès lors, les transformations des “publics” scolaires et de leurs rapports à l'école et au savoir s'opèrent sur un double registre, sociologique et générationnel. En effet, on assiste d'une part à un accès croissant à l'enseignement secondaire de catégories sociales qui en étaient jusqu'alors écartées, ce qui entraîne des effets récurrents sur les segments du système éducatif situés en amont. D'autre part, cette évolution se produit en même temps qu'une “crise” des rapports Ecole-Travail-Société qui pèse sur le sens même des parcours et des investissements scolaires, comme sur celui des activités et des engagements des enseignants.

Cette “crise” affecte donc l'ensemble des jeunes générations, même si c'est selon des modalités différentes en fonction des catégories sociales.

Nombre de travaux de recherche - dont ceux de l'équipe ESCOL (Charlot, Bautier, Rochex, 1993 ; Bautier, Rochex, 1997) - montrent que, sur ce dernier registre du rapport au savoir des élèves, du sens qu'ils donnent à leur scolarité, ce sont davantage des différences dans les modalités d'interprétation des situations scolaires, que des différences de capital culturel ou de compétences cognitives initiales, qui rendent compte des processus qui produisent de la “réussite” ou de l'“échec”. Et ce, y compris dans des milieux sociaux que les indicateurs socio-statistiques tendent à présenter comme homogènes. Ces recherches “ont permis de mettre à jour de véritables “malentendus socio-cognitifs” entre les élèves et leurs familles d'une part, l'école, ses pratiques et ses professionnels d'autre part, mais aussi entre le souci affirmé par la majorité des enseignants d'œuvrer à la démocratisation de l'accès au savoir, et leurs modalités d'“adaptation” aux “nouveaux publics””(Bautier, Rochex, 1997).

Ces malentendus, qui portent sur les postures et activités intellectuelles requises par l'apprentissage, concernent principalement trois registres de l'expérience scolaire : le rapport à la scolarité, le rapport au savoir et au langage, le rapport aux tâches et aux activités scolaires. On peut ramener ce qui distingue les élèves en échec des élèves en réussite sur chacun de ces registres, à l'opposition “faire son métier d'élève” *vs* “s'engager dans le travail d'apprentissage” (il s'agit bien sûr d'une dichotomie qui mérite d'être nuancée, tant est grande la diversité de positionnements des élèves entre chacun de ces deux pôles).

2.1- Le sens de la scolarisation.

Au cœur même du malentendu se trouve souvent le sens même de la présence à l'école, qui fonctionne pour nombre d'élèves selon une logique de cheminement permettant “d'aller le plus loin possible” afin “d'avoir un bon métier plus tard”. Cette double référence au métier et à l'avenir, apparaît comme déconnectée du présent des situations scolaires et de l'activité d‘apprentissage qu‘elles sollicitent, et demeure de l‘ordre de l‘imaginaire. Dans ces conditions, la supposée valeur monétaire des parcours scolaires s‘affirme pour ces élèves au détriment de la valeur formative des apprentissages, réduits pour ces derniers à des “obligations scolaires” dont il faut “s‘acquitter”. Si cette posture est particulièrement présente chez les élèves de milieu populaire, elle est toutefois loin d‘affecter l‘ensemble de ceux-ci.

“Ainsi, dans nombre d‘écoles et établissements ZEP comme ailleurs, les bons élèves sont-ils ceux qui, sans pour cela méconnaître l‘importance de leur parcours scolaire et des certifications qu'ils peuvent y obtenir pour leur future insertion professionnelle et sociale, peuvent conférer un sens et une valeur aux activités et contenus d‘apprentissage dans l‘ici-et-maintenant de leur présent d‘élève, pour leur formation et leur développement intellectuels et culturels” (Bautier, Rochex, 1997).

2.2- Tâches scolaires, discipline et savoir.

Les élèves qui se situent dans la seule logique du cheminement (et qui sont ceux qui sont le plus souvent en difficulté scolaire), n‘accordent de valeur aux savoirs qu‘en ce qu‘ils permettent de se débrouiller dans leur vie quotidienne, y compris scolaire. L‘apprentissage semble se réduire pour eux au suivi des consignes scolaires et au respect des règles de comportement : “faire leur métier d‘élèves” signifie pour eux “écouter la maîtresse” et se conformer aux rituels de la classe.

A l‘inverse, pour ceux qui se situent dans une logique d‘apprentissage, l‘effectuation d‘exercices est l‘occasion d‘une activité cognitive, dont ils identifient l‘objet et la nature au-delà de la simple réponse à la consigne.

Pour les premiers, convaincus de faire ce qu‘il faut en se conformant aux prescriptions scolaires, le travail intellectuel semble s‘effacer derrière la réalisation des tâches proposées par l‘enseignant, et c‘est d‘ailleurs à ce dernier qu‘ils s‘en remettent comme “celui qui nous apprend”. La réussite escomptée est pour eux tributaire des efforts déployés pour écouter et faire ce que dit de faire l‘enseignant : elle n‘a pas grand chose à voir avec une activité constructive de leur part, par laquelle ils prendraient le risque de s‘engager sous leur responsabilité propre dans l‘apprentissage. “Faut-il préciser que, si le chemin mène rarement à la réussite, désillusion et sentiment d‘injustice, rancœur et ressentiment sont, eux, bien souvent au rendez-vous ? On peut même penser qu‘ils prennent d‘autant plus d‘ampleur et risquent d‘autant plus de se muer en violence à l‘égard de l‘institution et de ses agents que le moment où se dévoilent ces malentendus semble aujourd‘hui différé de plus en plus tard dans le cursus” (Bautier, Rochex, 1997). On peut en effet trouver des élèves désignés comme en grande difficulté par leurs enseignants, qui se montrent capables de réussir de nombreuses tâches scolaires, et qui par là-même peuvent se trouver leurrés plus ou moins durablement sur la nature du travail intellectuel requis par l‘école.

2.3- Rapport au monde, au langage et à soi-même.

Les pratiques langagières, et singulièrement les pratiques propres à la culture écrite, jouent un rôle décisif dans la construction d‘un rapport au monde et à soi-même où puisse s‘élaborer la distinction entre un “je sujet apprenant” et le “moi de l‘expérience quotidienne”, distinction qui autorise à faire de ce moi et de cette expérience des objets de réflexion (Bautier, Rochex, 1997). Ainsi, les travaux menés par Lahire(1993) sur l‘échec scolaire à l‘école élémentaire, montrent-ils “qu‘une disposition générale à l‘égard du langage sous-tend la réussite à l‘ensemble des tâches scolaires”. Cette disposition, qui repose sur une maîtrise symbolique, réflexive et consciente, permettant de structurer et de transformer ce qui, dans l‘expérience ordinaire reste la plupart du temps de l‘ordre de l‘usage et de la pratique implicites, n‘est pas partagée par les élèves en difficulté. “Pour nombre de ceux-ci, en effet, le langage (tout comme le savoir) est une pratique qui s‘ignore comme telle, qui s‘oublie dans son fonctionnement pour se fondre dans les actes, les événements et les situations” (Bautier, Rochex, 1997).

Si les activités scolaires spécifiques de la culture écrite font difficulté, en particulier pour les élèves de milieux populaires (même s‘il n‘existe aucune correspondance simple et automatique entre rapports au langage et groupes sociaux), c‘est qu‘elles requièrent de profondes transformations - cognitives et subjectives - du rapport “oral-pratique” au monde (Lahire, 1993) qu‘ils ont construit à l‘extérieur de l‘école. Ce rapport ne permet guère, pour eux, le maniement du langage comme instrument de pensée et de médiation symbolique entre soi et le monde. Or c‘est ce maniement qui permet de poser le savoir comme objet, et ce faisant de le décontextualiser, et du même coup de se poser comme sujet apprenant, distinct et distant de la situation d‘apprentissage. “L‘ensemble de ces transformations que les élèves en difficulté ont du mal à opérer, à chacun des niveaux du cursus, de l‘école à l‘université, est néanmoins exigé implicitement de tous, mais ne fait que rarement l‘objet d‘un enseignement explicite visant à ce que ceux qui n‘en ont pas ou guère été dotés par leur socialisation familiale puissent construire et élaborer un tel rapport au langage, au monde et à eux-mêmes” (Bautier, Rochex, 1997).

3- De la restitution à la compréhension.

“Or, dans ce cadre général , on demande à l‘école autre chose et davantage que par le passé”, note Johsua (1999a). La nature même de ce qu‘on appelle “réussite” a été profondément bouleversée. “A un problème qui se présente comme quantitatif - comment répondre à la massification de l‘accès aux études ? - s‘ajoute un problème d‘ordre qualitatif”.

On peut estimer que la nature des exigences scolaires a été marquée, jusqu‘à ces dernières décennies, par une logique de la restitution (Johsua, 1999a), reposant sur un rôle “transmissif” de l‘enseignant, sur la prédominance de la “mémoire” et du “par cœur”. Cette logique, dominante pendant plusieurs siècles, a fini par céder le pas à une série d‘exigences nouvelles, au principe d‘une logique de la compréhension. On va alors attendre des élèves qu‘ils manifestent des signes “réels” de compréhension dans leur travail du savoir, au delà des performances “formelles” liées à la restitution. Il ne suffit plus de savoir résoudre un exercice de mathématiques, il faut l‘avoir “compris”. Mais l‘on voit ici surgir les difficultés : comment conduire un enseignement de la compréhension qui garantisse que l‘élève ait “vraiment” compris (l‘ajout fréquent de cet adverbe est d‘ailleurs un bon indice de l‘embarras à définir la nature et les limites de cette compréhension) ?

Ce questionnement est familier au didacticien, qui scrute les équivoques du système d‘attentes réciproques entre le maître et les élèves, le “contrat didactique” : “Si l‘on sort de la stricte restitution, apparaît une zone plus ou moins large où l‘ambiguïté de ce qui est demandé, inévitable en elle-même, devient un enjeu en tant que tel et se gère à l‘aide de mécanismes subtils.[…]. Mais, problème supplémentaire, tout accroissement de la somme d‘ambiguïtés qu‘un élève doit traiter peut se révéler profondément différenciatrice” (Johsua, 1999a).

C‘est à ce point précis que “l‘entrée par les compétences” cherche à apporter une fausse réponse à une vraie question (Johsua, 1999b) : “comment assurer pour tous les élèves le passage de la logique de la restitution à celle de la compréhension ?”.

II- CE QU'ON PEUT FAIRE DE "CE QU'ON SAIT"

1- Le risque d'un glissement "méta" .

Une lecture rapide des “résultats” rapidement rappelés ci-dessus, pourrait conduire à penser que pour lever les difficultés rencontrées par certains élèves dans leur travail d'apprentissage, il suffirait de les aider à se hausser à un niveau “méta”. De fait, nombre de pratiques se sont développées, avec le souci de rendre lisible aux élèves l'activité intellectuelle requise par l'école et de leur fournir les moyens d'en parler. Le recours au paradigme de la “clarté cognitive”, qui a par exemple sous-tendu beaucoup de travaux en didactique du français, reposant sur l'hypothèse que des aides procédurales pouvaient aider les élèves à s'approprier les critères des tâches langagières et à intervenir sur les processus qu'elles convoquent, s'est avéré très décevant. En effet, loin de réduire les écarts entre élèves, il a développé les compétences des uns, et a rendu plus obscure encore la nature de l'activité à mettre en œuvre pour les autres, ceux précisément qu'on dit “en difficulté” (Bucheton, 2000). Tout se passe comme si, pour ces derniers, les critères étaient devenus des abstractions supplémentaires, générant par là une nouvelle occasion de perte de sens pour eux.

Ainsi Bucheton et Chabanne (2000) se demandent “si la recherche en didactique du français (travail sur les types de textes, puis les discours, puis les genres… travail sur les méthodes de l'analyse littéraire…) n'a pas investi une énergie considérable à explorer la dimension méta-langagière des pratiques scolaires langagières au point que dans certaines classes aujourd'hui les tâches langagières ne sont que des prétextes à activités méta-langagières. Attention : on pense SUR, on parle DE la lecture, l'écriture, l'oral : mais on lit, on écrit, on parle trop peu…”.

2- "Hypo" plutôt que "méta" ?

Il n'est pas étonnant, dans ces conditions, qu'en tentant de tirer les élèves vers un niveau “méta”, on maintienne un certain nombre d'entre eux dans un sous-fonctionnement cognitif sans leur permettre de résoudre les difficultés élémentaires (Bernier, 1999, Boutet, 1999).

De ce point de vue, on peut avancer l'hypothèse qu'au lieu d'aller chercher toujours plus haut les sources de difficultés, il serait plus pertinent de creuser dans l'“hypo” (terme suggéré par Johsua par opposition à “méta”). Entendons par là des micro-techniques, des savoir faire minuscules qui semblent jouer un rôle décisif dans l'étude de chaque champ de savoirs. Le repérage de ces éléments hypo-didactiques nécessite le développement de travaux relevant d'une approche anthropologique, qui s'intéressent à la manière dont les gens s'approprient des savoirs. Johsua propose par exemple de regarder comme élément hypo-didactique, dans le champ des apprentissages mathématiques, la maîtrise du calcul mental. C'est donc au plus prés de l'étude que peut se construire, pour l'élève, tout à la fois le sens et l'efficience des gestes qui permettent l'appropriation du savoir qui en est l'objet. C'est que “la pertinence se construit pas à pas. Cette affirmation va à l'encontre de toute une tradition pédagogique qui insiste au contraire […] sur les moments “héroïques” des introductions, des débuts, de la conquête. Mais qui ne sait combien est trompeuse l'impression initiale de l'explorateur, celle du moment où il débarque enfin sur la terre promise ? Qui ne sait combien le “sens” de sa conquête sera en fait donné par l'exploration lente du terrain, avec ses difficultés, ses chausse-trappes, ses potentialités magnifiques ignorées au début ? C'est l'ensemble (découverte et exploration) qui formera le rapport réel d'un élève à un savoir donné” (Johsua, 1999a, p.161-162). L'exploration lente demande du temps, mais c'est le temps nécessaire au travail de la technique, et ce faisant à la conquête de l'expertise. Au cours de l'étude d'un “exercice”, des difficultés inconnues peuvent se révéler. Tout en même temps, les “difficultés personnelles de tel ou tel élève peuvent devenir un enjeu légitime de la relation didactique pour toute la classe” (Johsua, 1999a, p.163).

On trouve chez Nonnon (1997), dans un autre cadre à travers sa critique des “modes d‘emploi pour l‘abstraction”, une conception qui nous semble faire écho à celle de Johsua.

“Entre les incitations de l‘enseignant et les apprentissages des élèves, ce qui est irréductible c‘est l‘espace intermédiaire et non transparent de leur activité, espace d‘incertitude qui est d‘abord celui de leur interprétation, de leur engagement, à l‘intérieur d‘un échange non univoque et complètement maîtrisable. Cette zone reste déterminante quel que soit le mode d‘enseignement adopté, qu‘il s‘agisse d‘une approche transmissive, d‘un étayage vigoureux et serré ou d‘une situation-problème visant à provoquer des conflits socio-cognitifs. On peut prôner la mise en place par l‘enseignant de situations-problèmes élaborées, reste qu‘aucune situation-problème ne peut déclencher des apprentissages si elle n‘est pas perçue et reconstruite par les élèves comme situation-problème, s‘ils ne repèrent pas ou n‘assument pas l‘obstacle, s‘ils ne s‘engagent pas dans une activité de problématisation avec tout ce que cela suppose sur le plan personnel et cognitif. L‘appropriation de cette dimension problématique n‘est pas automatique, elle se fait, dans le meilleur des cas, au cours d‘un long tâtonnement qui est partie intégrante de l‘apprentissage lui-même” (Nonnon, 1997, p.108).

Dans de telles approches, le problème du temps de l‘apprentissage est fondamental. Puisqu‘il était question d‘exploration lente, on pourrait filer la métaphore en disant que l‘apprentissage n‘est pas un long fleuve tranquille. L‘idée qui se dégage est que l‘histoire forcément longue de l‘appropriation et des réappropriations d‘un savoir, d‘une technique, ne peut se penser que de manière non linéaire, à travers un ensemble de reprises, de déplacements, de reformulations à différents niveaux, des mêmes activités dans des contextes différents (Nonnon, 1995).

3- Construire de la mémoire : le rôle des situations de rappel[1].

Ce travail, qui organise dans la durée des reprises, des rapprochements, des déplacements, des changements de contextes etc., appelle la création d‘une institution qui aide les élèves à penser, à se souvenir, bref à construire une mémoire de l‘étude. C‘est le rôle assigné aux situations de rappel (Perrin-Glorian, 1992, 1997). Après avoir défini ce que Perrin-Glorian entend par situation de rappel, nous voudrions insister ici sur les perspectives que nous semblent avoir ouvertes ses travaux.

“…il ne s‘agit pas de révision ni de rappel par le maître de ce qui a été fait, il s‘agit plutôt pour les élèves de se rappeler une ou plusieurs situations déjà traitées dans des séances précédentes sur un thème, avec un peu de recul donc […]. Les élèves qui ne se sont pas construit de représentation mentale au cours de l‘action trouvent là une nouvelle occasion et une raison de le faire puisqu‘ils vont devoir parler de ce qui s‘est passé et le décrire sans pouvoir agir à nouveau[…]. Nous faisons l‘hypothèse qu‘au cours de ces phases, il se produit d‘une part une *dépersonnalisation* des solutions dans la mesure où elles sont reprises et exposées par d‘autres élèves que ceux qui les ont trouvées, d‘autre part une *prédécontextualisation* : en regardant à froid ce qui s‘est passé, les élèves élaguent les détails pour identifier ce qui est important” (Perrin-Glorian, 1992, p.395). L‘intérêt de cette approche nous paraît triple, par rapport aux repères évoqués dans notre première partie.

[1] Pour une présentation plus complète, impossible ici, du travail de Perrin-Glorian, le lecteur peut se reporter à l’article *Que nous apprennent les difficultés des élèves en mathématiques ?* (Perrin-Glorian, 1997).

D‘abord ils référent à une conception de la mémoire qui ne conduit pas à regarder celle-ci comme une propriété individuelle, mais bien comme un rapport à une pratique au sein d‘une institution (Matheron, 2000). Il en résulte l‘idée que la dynamique de l‘étude - qui est une dynamique collective, “tribale” (Chevallard) -, peut être portée par le travail de la mémoire.

Ensuite, la situation de rappel repose sur le principe de la reprise d‘une situation, et de la mémoire pratique de cette situation, c‘est à dire au fond sur l‘idée que décontextualiser ce n‘est pas soustraire le contexte, mais au contraire enrôler une première situation dans une autre situation, de rappel, dotée d‘un sens précis pour les élèves. La difficulté à décontextualiser est liée, on l‘a vu, à un rapport au savoir et au langage qui rend malaisé le passage de l‘utilisation de connaissances comme outils dans une situation d‘action qui leur confère du sens, à l‘identification de l‘objet de savoir en jeu. L‘impossibilité d‘opérer ce passage est bien sûr à l‘origine de difficultés de capitalisation et de réinvestissement des connaissances.

Le dernier point que nous voudrions souligner concerne l‘inscription des situations de rappel dans un “processus dévolution-institutionnalisation” (Perrin-Glorian, 1992). La réalisation de ce processus à travers les situations de rappel nous paraît ouvrir la voie à deux possibilités intéressantes : celle de “dévolution[2] après coup”, et celle d‘institutionnalisation[3] d‘un objet d‘apprentissage général avant la résolution d‘un problème particulier. La première possibilité peut opérer pour des élèves dont la compréhension de l‘enjeu de l‘apprentissage se fait au moment du retour réflexif sur l‘action, au cours de laquelle ils avaient fonctionné en utilisant des indices didactiques ou en s‘en remettant à des camarades. Quant à la deuxième possibilité, elle permet aux élèves qui s‘engagent dans la tâche assignée par l‘enseignant sans projet d‘acquisition et de réinvestissement de connaissances, de réaliser qu‘il y a quelque chose à apprendre de la situation proposée et de reconnaître les connaissances anciennes à mobiliser pour pouvoir “accrocher” cette connaissance nouvelle.

Des travaux récents ont continué d‘explorer le rôle de la mémoire dans l‘étude des mathématiques. Matheron (2000) montre en particulier l‘intérêt des situations de rappel, tout en notant qu‘elles ne constituent pas directement une occasion de retravail de la mémoire pratique des élèves. Dans sa thèse, Matheron propose une voie afin que le travail personnel de la mémoire pratique des élèves puisse être dirigé par le professeur, et non entièrement laissé à la charge des élèves, comme c‘est le cas dans la problématique des situations de rappel.

Mais dans tous les cas on retrouve ce souci de développement d‘une dynamique de l‘étude inscrite dans la durée, passant par la construction d‘une histoire collective de l‘apprentissage à laquelle chacun - et tout particulièrement les élèves en difficulté - puisse, à tous les sens du terme, “se tenir”. Cela rend pour le moins problématiques les injonctions actuelles à l‘individualisation des parcours, tant il est vrai que “la construction “individuelle” des connaissances de l‘élève a lieu toujours dans le cadre de l‘activité collective des participants, qui est, elle aussi, objet d‘une construction, mais cette fois-ci conjointe et partagée” (Coll, Marti, 2001).

[2] La dévolution est le processus par lequel l’enseignant crée les conditions pour que l’élève engage sa responsabilité dans la résolution d’un problème, qui devient alors le problème de l’élève (Brousseau, 1986).

[3] L’institutionnalisation est le processus par lequel s’opère un changement de statut de certaines connaissances pour en faire des savoirs, en leur conférant un statut officiel.

III- “CE QU’ON SAIT” DE CE QUI EST FAIT[4]

1- Un cadre pour l’analyse du travail enseignant

Nous partirons ici d‘un problème. Les conceptions d‘ingénieries didactiques, quelle que soit leur pertinence, butent de manière récurrente sur une interrogation : comment faire entrer ces propositions dans les classes ?

Nous avançons l‘hypothèse, avec d‘autres, qu‘une analyse insuffisante aujourd‘hui du travail réel des enseignants est à l‘origine de cette difficulté. Il nous paraît important, en particulier, de regarder les “gestes professionnels” mis en œuvre par les enseignants comme des réponses en actes aux questions qu‘ils se posent, questions qui ne rencontrent que rarement celles que se pose le chercheur, ou à tout le moins qui débordent souvent ces dernières de toutes parts.

En d‘autres termes les enseignants sont des sujets qui prennent des décisions, passent des compromis, cherchent des issues pour sortir des conflits auxquels les expose l‘exercice de leur métier. Ces “choix”, non toujours conscients, résultent d‘arbitrages plus ou moins douloureux , au terme desquels l‘enseignant doit composer avec lui-même. Ils mettent à l‘épreuve ses convictions professionnelles, ses exigences envers ses élèves et lui-même, l‘affirmation de sa position professionnelle auprès de ses collègues, etc. Ainsi conçue, l‘activité professionnelle est constituée de l‘ensemble des tentatives passées ou actuelles, réalisées de façon complète ou partielle, réussies ou avortées, suspendues ou en devenir. Ces tentatives traduisent la poursuite par l‘enseignant d‘une “efficacité malgré tout” (Clot, 1995), entre recherche d‘efficience d‘un côté et attribution subjective d‘un sens à l‘activité de l‘autre (Amigues, Saujat, 1999).

Il faut ajouter à ces quelques éléments visant à esquisser à grands traits le cadre dans lequel s‘inscrit notre préoccupation d‘analyse du travail enseignant, un paradoxe : au déficit d‘études sur les situations concrètes de travail des enseignants et sur les modalités selon lesquelles ces derniers y font face, semble répondre une inflation de discours, de jugements, de prescriptions, de préconisations de manières de penser et d‘agir, souvent aussi péremptoires que contradictoires et pesant de plus en plus sur l‘École et ses professionnels.

C‘est sur cet arrière-fond problématique et paradoxal que se détachent, aujourd‘hui, les perspectives de “didactique comparée” (Sensevy, 1999 ; Johsua, 2000), de “didactique descriptive ou explicative” (Canelas-Trevisi, Moro, Schneuwly et Thévenaz, 2000), de “didactique intégrative” (Goigoux, 2000), ou encore les incitations de Bucheton (1997) à regarder “du côté des maîtres” . C‘est aussi le cas de Nonnon (1999), qui constate que “les traditions et les outils d‘observation, en visant l‘objectivité, prennent souvent trop peu en compte la logique des acteurs, leurs visées, leurs stratégies et les significations qu‘ils donnent à leur activité conjointe, pour pouvoir aborder le dialogue didactique du point de vue d‘un travail en interaction de la part des protagonistes” (p.117). Ces approches, en s‘efforçant de prendre au sérieux les trois pôles du système didactique (Professeur, Elève, Savoir), partagent le souci de “reconnaître” le travail enseignant. Selon le pôle à partir duquel elles étudient ce système, la manière dont chacune d‘elles prend en compte l‘activité de l‘enseignant, entre “signification” objective et “sens” personnel peut varier. Néanmoins elles reposent toutes sur une conception élargie des “gestes professionnels” dont il apparaît, dès lors qu‘on s‘intéresse au travail réel des enseignants, qu‘ils ne sont pas tous directement et/ou uniquement liés à la spécificité du savoir en jeu dans la relation didactique. Elles mettent au jour, en particulier, une tension dans l‘exercice du métier, entre la logique des savoirs enseignés et la logique de la

4 Cette partie est une version remaniée d’une autre contribution : “Co-analyse de l’activité enseignante et développement de l’expérience : du travail de chacun au travail de tous et retour” (Saujat, 2001).

conduite de la classe (Goigoux, 1999). C‘est sans doute dans la manière de négocier cet “entrelacement entre techniques de gestion de la classe et nécessités didactiques […] au cœur des habitus professoraux” (Sensevy, 1998), que réside l‘efficacité des enseignants.

Les voies ouvertes par ces recherches, qui proposent donc de regarder l‘organisation des conditions de l‘étude par le professeur comme un travail, autorisent le recours aux instruments de l‘analyse psychologique du travail. C‘est d‘ailleurs ce que fait Goigoux (1998, 2000) à propos du travail du maître de lecture. C‘est également la voie que nous empruntons, en essayant pour notre part de promouvoir une approche de l‘activité enseignante à même de rendre compte du développement de l‘expérience individuelle dans ses rapports avec les milieux et les collectifs de travail qui participent à produire, maintenir et transformer les “gestes professionnels”. Nous utilisons pour ce faire les concepts et les outils d‘une clinique de l‘activité en cours d‘élaboration à travers plusieurs recherches (Clot, 1999 ; Clot et Faïta, 2000 ; Clot et Fernandez, 2000).

Nous travaillons avec des collectifs d‘enseignants, du premier et du second degrés, que nous considérons comme des “milieux associés” à notre recherche. Notre collaboration avec ces derniers s‘inscrit dans un cadre dont la double visée est de permettre le développement de l‘expérience professionnelle collective et individuelle, et de mieux comprendre les processus de ce développement. Le corpus sur lequel nous nous appuyons ici est extrait d‘une séance de travail conduite avec cinq professeurs des écoles exerçant dans un établissement situé dans une zone d‘éducation prioritaire marseillaise. Le groupe est constitué de deux débutants sortant de l‘IUFM (J. et F.), d‘un enseignant expérimenté (J.P.) et de deux maîtres formateurs (V. et C.). Il s‘agit donc de données issues de ce que Clot et Faïta (2000) appellent une *expérimentation de terrain en auto-confrontation croisée*. A chaque séance de travail, nous avons procédé de la manière suivante : l‘un des membres de l‘équipe est amené à commenter pour nous-même mais en présence du groupe qui n‘intervient pas dans cette première phase, des images de séquences de son activité qui ont fait l‘objet d‘un document vidéo. Les séquences sur lesquelles les films portent sont choisies au préalable par le collectif, qui s‘est proposé comme objet de travail les techniques visant à assurer la compréhension de la tâche par les élèves et la mise en activité de ces derniers. Dans une deuxième phase, une discussion s‘engage sur la base des réactions du groupe au film visionné et aux commentaires auxquels il a donné lieu. Les paroles de celui qui a été “visualisé” ne sont alors plus seulement tournées vers son activité et vers celle du chercheur, mais aussi vers celles de ses pairs. Clot (1999) précise que la méthodologie de l‘auto-confrontation est en évolution, ce qui semble signifier que celle-ci ne relève d‘aucune “orthodoxie” définitoire. Néanmoins nous ne sous-estimons pas les incidences du “raccourci” que nous lui avons fait subir, à la demande du groupe : en effet le choix de conduire l‘auto-confrontation simple (chercheur + enseignant) directement devant les pairs risque d‘affaiblir la portée du dialogue intérieur initial, dans la mesure où le sujet “visualisé” n‘a peut-être pas le temps de penser pour lui-même à ce qui lui est arrivé.

2- Que voudrait dire aider à comprendre une tâche[5] ?

Nous avons fait le choix, dans le cadre de ce texte, de présenter la discussion à laquelle a donné lieu l‘auto-confrontation conduite avec J., l‘une des deux enseignants débutants, dans la mesure où elle donne à entendre, de notre point de vue, un certain nombre de dilemmes auxquels doit s‘affronter l‘enseignant, en particulier par rapport aux élèves en difficulté. C‘est donc sur cette deuxième phase du travail avec le collectif que nous allons nous appuyer dans ce qui suit, après avoir fourni quelques éléments issus de l‘auto-confrontation simple (dont

[5] Allusion au titre d'un article d'E. Nonnon (1988) : Que voudrait dire aider à comprendre ?

nous rappelons qu‘elle se déroule en présence du groupe) nécessaires à la compréhension du lecteur.

La séance filmée dans la classe de J. (cours élémentaire deuxième année) est une activité mathématique construite autour d‘un jeu, le “qui suis-je ?”, consistant à deviner un nombre.

Lors de l‘auto-confrontation simple, J. s‘est rendu compte de la longueur de la phase de présentation, sur un mode essentiellement oral et collectif, de la tâche aux élèves (une vingtaine de minutes). À plusieurs reprises ses commentaires ont porté sur ce point, soit pour expliquer par cette longueur jugée excessive des phénomènes de dispersion de l‘attention, d‘agitation ou de “parasitage” chez certains élèves, soit pour justifier des rappels à l‘ordre ou des interventions visant à “enrôler” les élèves dans cette activité de “passation des consignes”. Elle déclare en outre que cette phase visant à permettre aux élèves “d‘entrer dans la tâche” correspond assez bien à ce qu‘elle a l‘habitude de faire, à la fois du point de vue du temps qu‘elle y consacre et des modes d‘intervention comme des techniques qu‘elle y déploie. Elle nous fait part de sa préoccupation que tous les élèves comprennent le travail qu‘elle attend d‘eux et nous explique que, malgré le temps que cela requiert, elle ne voit pas très bien comment elle pourrait faire autrement.

C‘est sur ces bases que s‘engage, dans le collectif, le dialogue suivant :

J.P. : Est-ce qu'ils savaient qu'ils faisaient des maths ?

J. : Oui on commence par du calcul réfléchi.

J.P. : Tu n'écris pas beaucoup pendant la passation des consignes.

V. : Pourquoi tu leur demandes de ne pas lire les informations qui suivent la consigne ?

J.P. : Lire, retourner, leur demander ce qu'il y a à faire…

J. : En fait je vois ça comme un gain de temps mais je freine certains.

V. : On ressent un souci de les guider pas à pas plutôt que d'avoir une entrée plus large.

J. : Il y a des élèves qui ne demandent pas d'aide. Comme si mon attente c'était qu'ils me fassent plaisir : ils soulignent, ils s'appliquent…

V. : Moi je coupe la consigne pour leur apprendre à prendre des informations sur l'ensemble, sinon ils en restent à la consigne formelle, ils ne comprennent pas la tâche.

J. : Mon problème c'est que quasiment tous ils vont remplir la feuille assez vite, les "flèches" comme ceux qui sont en difficulté.

F. : Moi je donne l'exercice, je lis la consigne et je leur dis de se débrouiller pendant cinq minutes. Ensuite on discute des difficultés et on fait le travail en commun. Une fois ce travail effectué, je redonne un travail individuel.

V. : Mais moi quelquefois je leur dis "vous mettez votre doigt sur le 1", je les guide pas à pas.

J.P. : Est-ce qu'ils maîtrisent le vocabulaire qui permet de trouver le nombre secret ? On peut imaginer une situation d'action/formulation.

J. : Mais on avait déjà fait le jeu de cache-tampon…

J.P. : Comme tu l'as pas rappelé…

J. : Pour revenir à ce que disait F., j'ai l'impression que si je les laisse se débrouiller, c'est toujours les mêmes qui comprennent.

J.P. : Mais celui qui a réussi qui explique c'est un peu comme si c'était toi qui leur expliquais, ça peut leur passer là.

V. : Y a beaucoup d'activités de classe où on brasse le groupe en entier parce que ça serait trop contraignant d'aller chercher en permanence ceux qui finissent ou comprennent vite et qui peuvent aller sur d'autres activités quand ils ont terminé. C'est un souci de rentabilité.

Mais pour revenir à la consigne c'est intéressant de partir de "pour pouvoir répondre à ça, qu'est-ce qu'il va falloir faire ?".

J. : C'est intéressant mais les gamins qui n'ont pas besoin de remobiliser ils ne voient pas l'intérêt.

C. : Est-ce qu'on passe pas trop de temps sur la consigne ? On est en maths, pas en français. Par contre ce qui me paraît très intéressant c'est le temps de validation.

V. : Moi je me vois dans ce que tu as fait. Comme tu as pas le temps de préparer ta classe 8 heures par jour, tu as des activités que tu reproduis.

J.P. : Quelquefois je me demande si plutôt que de les mettre sur une tâche où il s'agit, par exemple, d'écrire un mot à partir d'une image, il vaudrait pas mieux les mettre en situation d'écriture. Tu passes beaucoup de temps sur une activité où les stratégies ne servent peut-être que pour cette tâche-là.

J. : Je suis pas d'accord parce que le "qui suis-je ?" c'est très important au niveau des stratégies.

J.P. : Finalement peut-être qu'il faut toujours travailler sur la même tâche en complexifiant au fur et à mesure de l'année. Par exemple : jeu "deviner le nombre".

La “densité” du corpus mériterait une analyse approfondie que nous ne pouvons conduire ici. Nous allons donc nous en tenir à livrer quelques éléments qui nous semblent essentiels pour notre propos.

L‘échange débute par des questions de J.P. et V. visant à faire préciser par J. des informations concernant son activité ou celle des élèves. Mais ces questions sont orientées par leurs propres manières de faire dans le même type de situation. D‘ailleurs, J.P. formule un constat [“tu n‘écris pas beaucoup…”] qui trahit une première critique à l‘égard de la gestion strictement orale de la passation des consignes par J.. S‘il reprend la parole immédiatement après la question adressée à J. par V., c‘est pour expliciter ce qui était “sous-entendu” par V. par une procédure dont la formulation à l‘infinitif [“Lire, retourner…”] peut laisser penser qu‘il s‘agit d‘une sorte de “prêt à agir”, appartenant au genre de l‘activité en cours (Clot et Faïta, 2000).

Chacun [“Moi je…”] va alors préciser la manière dont il puise dans ce “stock de « mises en actes » et de « mises en mots »” (ibid.) que constitue le genre, quitte à singulariser son usage.

J. quant à elle, même si elle a été surprise et quelque peu déstabilisée pendant l‘auto-confrontation par la longueur de la passation des consignes, va s‘employer à justifier ce qu‘elle s‘est vu faire par son souci de permettre à tous les élèves de comprendre la tâche avant de se mettre au travail. Elle fait des concessions assorties immédiatement de restrictions visant à défendre sa position et son choix de guidage pas à pas des élèves : elle explicite les contradictions auxquelles elle est confrontée entre prise en compte des élèves dans leur diversité [“les “flèches” comme ceux qui sont en difficulté”] et nécessité d‘implication de tous dans l‘activité [“c‘est intéressant, mais ceux qui n‘ont pas besoin de remobiliser ils ne voient pas l‘intérêt.”].

Apparaît alors, de manière explicite pour la première fois, une critique concernant la longueur de la passation de consignes. Elle est toutefois formulée par C. sous la forme d‘une interrogation qui s‘adresse, par l‘intermédiaire d‘un “on” [“on passe…”], non seulement à J. mais au groupe dans son ensemble, donc y compris à elle-même. Elle poursuit en utilisant un “on” [on est en maths, pas en français], dont la valeur générique semble être liée à un principe d‘action implicite : la nécessité de spécifier le travail de compréhension de la tâche en fonction des disciplines. C. insiste alors sur l‘intérêt du temps de validation (temps où l‘on voit J., pendant l‘auto-confrontation, organiser un débat entre élèves au cours duquel ils doivent montrer la validité de leurs propositions). Il s'agit en fait d'un moment, assez long également mais justifié semble-t-il pour C. par la nature de l'activité, au cours duquel se rejoue la compréhension de la tâche, mais après-coup cette fois, certains élèves découvrant alors, à travers les propositions de leurs pairs, comment il fallait s'y prendre pour deviner le nombre. Nous interprétons l'apparition du questionnement de C., dont c'est la première intervention alors que chacun a jusqu'ici affirmé sa position en se situant plus ou moins en rupture avec celle de J., comme un indice de la motricité du dialogue qui conduit le groupe à la recherche de nouveaux repères.

V., enseignante expérimentée dont l'efficacité est reconnue par le groupe et maître formateur comme C., réagit alors pour minimiser la portée des différences marquées au cours du dialogue à l'égard du travail de J., même si certains de ses gestes professionnels pourraient sans doute gagner en efficience. Elle s'emploie donc à légitimer une partie des choix que J. est conduite à faire en lui signifiant que ces choix sont partagés - au moins par elle - et qu'ils ne sont donc pas liés uniquement au fait qu'elle est débutante : autre manière de lui dire qu'ils sont constitutifs du métier et que du coup elle “est” de ce métier, même si elle ne fait qu'y entrer.

J.P. s'engage à son tour dans le processus de construction de repères initié par l'interrogation de C. Il se demande si le coût que représente la réalisation de certaines tâches ponctuelles n'est pas trop élevé par rapport aux bénéfices “tranversaux” que l'élève peut en retirer. S'il utilise, à la différence de C., le “tu”, nous ne sommes pas sûr qu'il s'adressait spécifiquement à J. Mais celle-ci va prendre à la lettre l'usage du pronom et saisir cette occasion pour faire valoir l'intérêt du “qui suis-je ?” précisément du point de vue développé par J.P. Ce dernier assume alors la tâche de formuler une “obligation” que le groupe pourrait partager [peut-être qu'il faut…] pour en faire un nouveau constituant générique de son activité : il reprend pour ce faire la remarque de V. à propos “des activités que tu reproduis” en la reliant à sa réflexion précédente et à la réaction qu'elle a suscitée chez J. Le “finalement” par lequel la proposition de cette “obligation” est introduite constitue un nouveau palier dans le mouvement des significations attachées au geste professionnel de mise au travail des élèves, qui inscrit ce dernier dans un système de gestes beaucoup plus large relatif aux conditions à réunir pour que les élèves parviennent non seulement à faire et à réussir les tâches qu'on leur propose mais aussi à en comprendre les enjeux d'apprentissage. Nous ajouterons que l'adverbe utilisé par J.P. signe paradoxalement, malgré sa fonction de clôture, la stabilisation toute provisoire - attestée par le “peut-être” - à laquelle le groupe est parvenu : tout se passe comme si J.P., au moment même où il tente de conclure, réalisait que le dernier mot n'a pas été dit. J.P. est alors, grâce à C. et à J., “une tête au dessus de lui-même” (Vygotski, 1978) et il propulse le groupe dans cette zone de développement potentiel.

3- “Concepts quotidiens” et “concepts scientifiques” : “passation de consignes” et dévolution.

Plusieurs constituants génériques liés à l'activité de “passation de consignes” apparaissent au fil du dialogue. Ils reposent sur une conceptualisation pragmatique (Pastré, 1999) - qui permet de faire le lien entre la connaissance et l'action - de ce que les didacticiens des mathématiques appellent la dévolution, processus que nous avons défini plus haut.

Un inventaire rapide de ces constituants génériques permet de dresser la liste suivante :

- alternances oral/écrit
- alternances individuel/collectif
- degré d'étayage des élèves, compromis entre étayage et contre-étayage

- prise d‘information par les élèves sur “la consigne formelle” et/ou prise d‘information sur l‘ensemble de la tâche, réussite de la tâche et/ou compréhension et décontextualisation des stratégies
- contextualisation de la tâche dans une discipline
- inscription de la tâche dans une activité, rôle des rappels, de la mémoire des usages et des activités de la classe
- “rentabilité”, compromis entre conduite de la classe et conduite des apprentissages
- compréhension avant (passation des consignes) / pendant (“je leur dis de se débrouiller”(F.)) / après (“on discute des difficultés”(F.) ou validation mise en œuvre par J.)

L‘analyse sommaire à laquelle nous nous sommes livré précédemment a par ailleurs tenté de montrer comment le dialogue qui s‘est instauré n‘a pas seulement constitué un outil de communication de ces repères génériques par chacun des interlocuteurs, mais avait été l‘espace-temps où, par le jeu des reprises-modifications de ce qui se dit, ont pu s‘élaborer des significations “*en mouvement*”, pour prendre une expression souvent utilisée par Vygotski. Cette motricité du dialogue qui “transforme, révèle et développe, au sens photographique du terme, les positions des interlocuteurs” (Clot et Faïta, 2000), a permis au groupe d‘atteindre un nouveau palier de conceptualisation pragmatique correspondant à la mise au jour d‘un autre ingrédient générique : la nécessité de stabilité dans les modes de présentation et de réalisation des tâches, de formats (Bruner, 1983) suffisamment réguliers pour rendre les élèves sensibles aux variations introduites “au fur et à mesure de l‘année”.

Les didacticiens des mathématiques ont forgé le concept de dévolution, définie par Brousseau (1990), nous le rappelons, comme “l‘acte par lequel l‘enseignant fait accepter à l‘élève la responsabilité d‘une situation d‘apprentissage […] et accepte lui-même les conséquences de ce transfert”. Le dialogue qui s‘est instauré à partir du film de J. tourne, d‘une certaine manière, autour des modalités de ce transfert. Il serait d‘ailleurs très intéressant de pousser plus avant l‘analyse, ce que nous ne pouvons faire ici, pour étudier plus finement les rapports entre la conceptualisation pragmatique qui se dessine au fil des échanges et la réflexion des didacticiens sur le processus de dévolution, notamment à partir des travaux de Perrin-Glorian rapidement présentés plus haut. Nous nous contenterons de remarquer que la question du sens de l‘activité de l‘élève est posée ici en des termes qui en dévoilent toute la complexité : il y a certes le sens lié au savoir en jeu (voir la notion de situation fondamentale chez Brousseau), mais aussi le sens lié au rapport à l‘école et au savoir des élèves (“comme si mon attente c‘était qu‘ils me fassent plaisir…”), le sens de l‘étayage pour l‘enseignant (faut-il ou non les guider, jusqu‘où ?), le sens de la tâche dans la construction du contrat de travail (une même tâche qui se complexifie tout au long de l‘année)… Tous ces éléments sont présents en même temps, tirant parfois dans des “sens” contradictoires au moment de la dévolution. C‘est d‘ailleurs ce qui a fait l‘objet d‘un commentaire de notre part à la fin de la séance de travail dont nous avons rendu compte. Si nous ne sommes pas intervenu avant pour mettre nos bûches spécifiques dans le feu dialogique c‘est que nous l‘avions fait au cours de l‘auto-confrontation avec J. (à laquelle, nous le rappelons une nouvelle fois le groupe assistait), et qu‘il nous a semblé que les prises de position des uns et des autres au cours de l‘échange étaient non seulement adressées à J. ou à d‘autres interlocuteurs, mais aussi à nous-même à travers des réponses à des questions que nous avions posées, ou des reprises-modifications de remarques que nous avions formulées. Ce sur quoi nous voudrions insister ici, c‘est sur notre conviction que ce travail de mise en dialogue des “concepts quotidiens” et des “concepts scientifiques” ne saurait s‘effectuer sans dommages sans la participation active des enseignants que nous considérons comme les experts de leur activité. Cela ne signifie évidemment pas que l‘expérience de ces derniers ait seulement à être “reconnue”, ni que leur expertise soit de même nature que celle du chercheur. Il ne s‘agit donc pas d‘un renoncement à nos responsabilités scientifiques. Nous avons au contraire essayé de montrer en quoi les dispositifs de co-analyse que nous cherchons à promouvoir, justement parce qu‘ils étaient des instruments possibles de *développement* des enseignants en cours d‘expérience, posaient des questions nouvelles à la didactique, plus sensible jusqu‘à présent, nous semble-t-il, à l‘étude du *fonctionnement* ou de l‘*écologie* des situations d‘enseignements. Ce point de vue la conduit sans doute à sous-estimer les tensions et les conflits, externes et internes, qui mettent à l‘épreuve l‘enseignant et le contraignent à des choix par lesquels il tente de préserver le sens et l‘efficience de son activité. Nous avançons avec la prudence nécessaire l‘idée, qu‘il faudra étayer par d‘autres travaux empiriques, que ces questions pourraient trouver matière à être formulées et travaillées de façon renouvelée dans le cadre d‘une psychologie de l‘action didactique que Goigoux (2000), avec d‘autres, s‘efforce de construire.

IV- CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L‘approche clinique de l‘activité enseignante que nous avons succinctement présentée pose, nous l‘avons dit, des problèmes théoriques neufs. Mais elle interpelle également la formation des maîtres. Elle permet de faire apparaître, en convergence avec d‘autres travaux, que les enseignants font des choix qu‘on ne peut pas comprendre jusqu‘au bout si l‘on postule qu‘ils sont uniquement finalisés par une recherche de pertinence didactique. –De la maternelle aux SEGPA, des enseignants prennent quotidiennement des décisions dans le but de préserver l‘affection que leur portent les élèves ou d‘économiser leurs forces. Quels que soient les moyens retenus tous ont besoin de trouver en classe un bien-être suffisant pour –tenir” chaque jour ou –durer” toute une carrière” (Goigoux, 2000). Une formation qui ne serait pas assez attentive aux compromis provisoires, obtenus quelquefois au prix d‘arbitrages douloureux, sur lesquels repose l‘activité des maîtres, a toutes les chances de se placer hors de la zone de développement professionnel potentiel de ces derniers. Le cadre qu‘offre une clinique de l‘activité nous paraît au contraire à même de nourrir ce développement, dans la mesure où, en permettant aux membres d‘un collectif de (re)travailler leur travail pour (re)construire du métier, il rend possible une mise en discussion et en mouvement des choix de chacun en organisant la co-évolution du –genre professionnel” et des –styles” personnels (Clot et Faïta, 2000). Nous conclurons en faisant retour sur notre activité de formateur en IUFM. Le travail dont nous avons tenté de rendre compte dans cette dernière partie, questionne les régimes habituels de production de connaissances sur l‘activité enseignante. Il cherche à organiser une confrontation féconde entre –concepts quotidiens” et –concepts scientifiques”. Le lecteur aura compris qu‘il ne s‘agit pas pour nous de faire un éloge de l‘expérience enseignante qui consisterait à nous complaire à cultiver sa singularité et son authenticité : ce serait une bien mauvaise manière de la respecter. Les pistes que nous empruntons sur le terrain d‘une clinique de l‘activité enseignante nous conduisent plutôt à penser que la formation consiste à impulser un double processus de contextualisation des connaissances et de décontextualisation des compétences. La mise en œuvre de ce double mouvement appelle des relations inédites à plusieurs niveaux et articulées entre elles , dont on voit bien, nous semble-t-il, comment elles pourraient féconder une co-construction, à partir de l‘expérience des enseignants, de manières de penser et de faire pertinentes par rapport à la prise en charge des difficultés des élèves. Ces relations devraient donc selon nous s‘établir :

- entre concepts pragmatiques et concepts théoriques, la volonté de se passer des premiers pour aller au plus vite aux seconds constituant en formation une erreur redoutable car –ils représentent la **part vivante** de la pensée [qui] se confronte au réel pour chercher à mieux le maîtriser et le comprendre” (Pastré, 1994).

- entre les dimensions individuelle et collective de l'expérience.
- entre expérience professionnelle, formation et recherches en éducation.
- enfin entre formation initiale et continue des enseignants.

Pour pouvoir faire vivre ce système de relations, sans doute faut-il inventer des dispositifs et des instruments nouveaux - au rang desquels les techniques d'auto-confrontation nous paraissent pouvoir figurer en bonne place - qui permettraient de donner une place centrale à l'expérience de formation, entre terrain et centre. Les réflexions actuelles sur la réforme des IUFM nous semblent au contraire trop souvent reposer sur une conception faible de l'expérience et de son développement qui entretient ~~le~~ tiraillement des IUFM tantôt revendiqués comme tout universitaires, tantôt sommés d'être le lieu où le métier s'apprend comme jadis la forge". (Davisse, 1996). Nous souhaitons avoir montré que le développement de l'expérience enseignante était un objet de formation et de recherche qui méritait mieux que ces faux débats.

BIBLIOGRAPHIE.

Amigues, R., Saujat, F. (1999). La formation initiale des professeurs vue par les intéressés : une approche ergonomique**. Actes du Troisième Congrès International d'Actualité de la Recherche en Education**, AECSE, Bordeaux.

Bautier, E., Rochex, J. Y. (1997). Apprendre, des malentendus qui font la différence. In J. P. Terrail (Ed.). **La scolarisation de la France. Critique de l'état des lieux**. Paris : La Dispute.

Boutet, J. (1999). Pour une activité réflexive sur la langue. **Le Français aujourd'hui**, 128, 28-39.

Bernier, J. P. (1998).Eléments théoriques pour une didactique interactionniste de la langue… In M. Brossard & J. Fijalkow (Eds.). **Apprendre à l'École : perspectives Piagétiennes et Vygotskiennes**. Talence : Presses Universitaires de Bordeaux.

Brousseau, G. (1986). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. **Recherches en didactique des mathématiques**, 7, 2, 33-115.

Bruner, J. S. (1983). Le développement de l'enfant, savoir-faire, savoir dire. Paris : PUF.

Bucheton, D. (1997). Du côté des maîtres. **La Lettre de la D.F.L.M.**, 21, 14-18.

Bucheton, D., Chabanne, J. C. (2000). Conférence d'ouverture. **Compte-rendu des journées d'étude de Perpignan d'avril 1999, D.F.L.M.**, 5-13.

Canelas-Trevisi, S., Moro, C., Schneuwly, B. et Thévenaz, T. (2000). L'objet enseigné : vers une méthodologie plurielle d'analyse des pratiques d'enseignement en classe. **Repères**, 20, 143-162.

Charlot, B., Bautier, E., Rochex, J. Y. (1993). **École et savoir dans les banlieues… et ailleurs.** Paris : Armand Colin.

Clot, Y. (1995). **Le travail sans l'homme ?** Paris : La Découverte.

Clot, Y. (1999). **La fonction psychologique du travail**. Paris : PUF.

Clot, Y. et Faïta D. (2000). Genre et style en analyse du travail. **Travailler**, 4, 7-42.

Clot, Y. et Fernandez, G. (2000). Mobilisation psychologique et développement du "métier". In J. L. Bernard et C. Lemoine (Eds.), **Traité de psychologie du travail et des organisations**. Paris : Dunod.

Coll, C., Marti, E. (2001). Médiation sociale et sémiotique dans la construction des connaissances : quelques implications pour le choix des unités d'analyse. In J. P. Bernié (ED.). **Apprentissage, développement et significations. Hommage à Michel Brossard**. Pessac : Presse Universitaires de Bordeaux.

Davisse, A. (1996). L'EPS des ZEP… et d'ailleurs. In A. Davisse (Ed.), **Lettres à nos remplaçants**. Paris : Revue EPS.

Goigoux, R. (1999). **Le travail des professeurs face aux collégiens en grande difficulté de lecture**. 3ème colloque international "actualité de la recherche en éducation et formation". Bordeaux : CD ROM AECSE.

Goigoux, R. (2000). **Enseigner la lecture**. Note de synthèse présentée pour l'habilitation à diriger des recherches. Université Paris VIII.

Johsua, S. (1999a). **L'École entre crise et refondation**. Paris : La Dispute.

Johsua, S. (1999b). La popularité pédagogique de la notion de “compétence” peut-elle se comprendre comme une réponse inadaptée à une difficulté majeure ? **Raisons éducatives**, 2, 115-128.

Lahire, B. (1993). **Culture écrite et inégalités scolaires.** PUL : Lyon.

Matheron, Y. (2000). **Une étude didactique de la mémoire dans l'enseignement des mathématiques au collège et au lycée. Quelques exemples.** Thèse de doctorat d'Etat, Université de Provence.

Nonnon, E. (1995). Echos et résonances : stratification des parcours d'apprentissage et pluralité des fonctions de la verbalisation. **Rencontres pédagogiques**, 34, 150-176.

Nonnon, E. (1997). Grandeurs et misères des modes d'emploi pour l'abstraction. **Recherches**, 27, 85-113.

Nonnon, E. (1999). “Tout un nuage de philosophie condensé dans une goutte de grammaire”. **Pratiques**, 103/104, 116-148.

Pastré, P. (1994).Le rôle des schèmes et des concepts dans la formation des compétences. **Performances humaines & techniques**, 71, 21-28.

Pastré, P. (1997). Didactique professionnelle et développement. **Psychologie Française**, 42, 1, 89-100.

Pastré, P. (1999).La conceptualisation dans l'action : bilan et nouvelles perspectives. **Education Permanente**, 139, 13-35.

Perrin-Glorian, M. J. (1992). **Aire de surfaces planes et nombres décimaux. Questions didactiques liées aux élèves en difficulté aux niveaux CM2-6^e^**. Thèse de doctorat d'Etat, Université Paris VII.

Perrin-Glorian Marie-Jeanne (1997). Que nous apprennent les élèves en difficulté en mathématiques ? **REPERES-IREM**, 29, 43-66.

Saujat, F. (2001). Co-analyse de l'activité enseignante et développement de l'expérience : du travail de chacun au travail de tous et retour. **Education Permanente**, 146, 87-98.

Schneuwly, B. (1997). Psychologie et pédagogie : le paradigme psycho-pédagogique et son contraire. **Skholê**, 7, 27-44.

Sensevy, G. (1998).Lecture, écriture et gestes professionnels. **Repères**, 18, 123-137.

Sensevy, G. (1999). **Eléments pour une anthropologie de l'action didactique.** Texte présenté pour l'habilitation à diriger des recherches. Aix en Provence : Université de Provence.

Terrail, J. P. (1997). Malaise dans la scolarisation. Une perspective historique et quelques observations. Colloque **Défendre et transformer l'École pour tous**, IUFM d'Aix-Marseille (Ed.), CD-ROM.

Vygotski, L. (1978). **Mind in society. The development of higher psychological process.** Cambridge & London : Harvard University Press.

Conférence 2

« MÉLANIE, TIENS, PASSE AU TABLEAU »

Équipe de recherche *Savoirs et rapport au savoir* du CREF
(Centre de Recherche Éducation et Formation) de l'université Paris X Nanterre,
animée par Claudine Blanchard-Laville

Lors de cette intervention, l'introduction, la conclusion et les liens entre les différentes prestations ont été présentés par Claudine Blanchard-Laville.

Introduction

Peut-être certains ou certaines d'entre vous, fidèles aux colloques de la COPIRELEM, m'ont déjà entendue en 1996, à la Grande Motte, parler d'une recherche collective concernant l'analyse d'une séquence de leçon de mathématiques filmée dans une classe de CM1. Le travail codisciplinaire qui portait sur cette leçon a été publié en 1997 chez l'Harmattan sous ma direction avec l'intitulé *Variations sur une leçon de mathématiques*.
À cette époque, j'étais venue seule, et les organisateurs m'avaient demandé de privilégier mon point de vue, celui de l'approche clinique d'inspiration psychanalytique. Aujourd'hui, je ne suis pas seule comme vous pouvez le voir ; nous sommes venus en nombre pour mettre l'accent justement sur *l'aspect codisciplinaire* du travail que nous privilégions pour analyser des séquences observées de pratiques de classes.
La recherche dont nous allons vous parler a fait l'objet en 1999 d'un rapport rédigé sous ma responsabilité et déposé à la bibliothèque de l'INRP, intitulé *Approches codisciplinaires des pratiques enseignantes dans leurs rapports aux apprentissages différentiels des élèves.* Nous sommes en train de transformer une partie de ce rapport en un ouvrage qui reprendra de manière plus approfondie ce que nous allons vous proposer aujourd'hui.

Pour commencer, je tiens à vous présenter tous les membres de l'équipe : voir en annexe le tableau donnant la composition de l'équipe.
Vous pouvez constater que nous avons tenus à être tous présent/es pour cette intervention.

Je vais vous dire quelques mots sur cette recherche pour vous donner le contexte de notre exposé puis je vous indiquerai comment celui-ci va se dérouler.
Dans cette recherche, nous avons analysé un cours de mathématiques en classe de cinquième dans un collège de la banlieue parisienne, situé en ZEP ; le film de ce cours date d'il y a quelques années. Pour cette présentation, nous allons nous centrer sur une épisode particulier : il s'agit d'un moment qui se situe environ aux deux tiers de la séance, un moment où l'enseignant (masculin) envoie au tableau une élève, que nous avons prénommée Mélanie, sous l'injonction : *Mélanie, tiens, passe au tableau* (d'ou le titre donné à cette conférence).
Dans la recherche antérieure, nous avions analysé une leçon de mathématiques filmée à l'École Michelet de Bordeaux, école expérimentale ; la leçon elle-même n'avait pas été préparée par les chercheurs.
Nous insistons sur le fait que le cours en classe de cinquième étudié aujourd'hui dans cette nouvelle recherche est un cours dit « ordinaire ». Il nous semble que nous avons affaire ici avec le quotidien d'un cours de mathématiques en collège ; en tout cas, c'est ce dont nos collègues de l'équipe qui effectuent des visites dans les classes, de par leur position de formateurs en IUFM, témoignent, et c'est bien cela qui nous a intéressés.

Notre manière de travailler cette séquence se situe dans une perspective *clinique* au sens large, c'est-à-dire au sens où nous sommes convaincus, pour ce qui concerne les compétences de notre équipe, que nos compréhensions nouvelles ne proviendront pas d'une analyse en extension de nombreux corpus mais plutôt du travail intensif réalisé sur un petit nombre de séquences : un travail sur la singularité mais un travail en profondeur qui a pour visée de nous faire pénétrer au cœur de la *complexité* d'une séance d'enseignement pour découvrir *comment tous les micro-phénomènes que nous y repérons s'interpénètrent*. Clinique aussi au sens où une durée de travail est nécessaire à la maturation de nos interprétations et à l'évolution de nos élaborations, quel que soit le paradigme disciplinaire choisi pour interpréter le matériel.

Ce que je veux souligner, c'est le fait que dans le travail codisciplinaire, les diverses analyses sont mises en perspective par un processus d'élaboration collective dans l'équipe. Ce travail permet de nuancer les effets de la subjectivité des chercheurs, tout en les autorisant à se laisser aller à des intuitions issues de leurs ressentis contre-transférentiels, et ce, quel que soit le paradigme théorique auquel il/elle se réfère pour analyser le matériel.
J'aimerais souligner fermement qu'il y a lieu de distinguer entre cette adhésion de notre équipe tout entière à une perspective clinique au plan global, telle que je viens d'essayer de la définir, et le fait que, dans ce groupe, chacun des chercheurs, ou sous-groupes de chercheurs, a recours à des théories distinctes, et notamment distinctes des théories psychanalytiques, pour interpréter le corpus. Il me semble que ce sont là deux plans à ne pas confondre.
En fait, dans notre groupe, trois disciplines seulement sont représentées, disciplines, au sens strictement institutionnel : la didactique des mathématiques, les sciences de l'éducation et la sociologie ; mais il y a beaucoup plus de courants théoriques représentés : il y en a presque un par chercheur.

J'aimerais maintenant faire encore deux remarques.
La première nous tient particulièrement à cœur.
Il va de soi pour nous que, lorsque nous parlons de l'enseignant de ce cours de cinquième, nous parlons de *nous*, nous qui sommes aussi tou/tes enseignant/es à nos heures et qui sommes presque tous d'ailleurs, ou avons été, enseignant/es de mathématiques. Il ne s'agit donc pas de stigmatiser tel ou tel enseignant particulier mais de tenter d'appréhender la complexité des phénomènes en jeu dans l'interaction didactique. Notre enjeu, en analysant la séquence observée de tel/le ou tel/le enseignant/e qui accepte de se prêter au jeu, se situe au niveau du repérage de ses singularités. En sachant que ce travail en profondeur nous donne le loisir de repérer finement les mécanismes encore très méconnus qui régissent les interactions avec les élèves. Ces mécanismes que nous découvrons dans un cas particulier sont présents chez nous tous enseignants et si nous nous laissons aller à nous interroger véritablement, nous en trouvons toujours traces à l'intérieur de nous. En résumé, croyez bien que nous sommes conscients d'avoir tous eu un jour ou l'autre notre « Mélanie ».

La deuxième remarque est d'ordre factuel.
Elle est pour vous dire que nous disposons du protocole de la séance sous la forme d'un enregistrement vidéo et audio mais que nous n'avons pas eu accès à la préparation du professeur ni aux productions des élèves. En revanche, nous disposons de quelques paroles prononcés par l'enseignant sur chacun/e des élèves quelque temps après l'enregistrement du film. C'est donc à partir d'une analyse du protocole retranscrit que nous proposons une reconstruction du projet du professeur pour ce cours.
Cette introduction générale étant terminée, je vous indique maintenant comment va se dérouler la suite de l'intervention que nous avons prévue pour vous.

Premier temps :
Pour vous donner une idée de ce cours dont l'analyse codisciplinaire nous a occupés au cours de ces deux dernières années, Alain Bronner va commenter la trame de la séance.
Deuxième temps :
Philippe Chaussecourte et Marie-Lise Peltier vont vous décrire précisément le moment sur lequel nous nous focalisons aujourd'hui : l'interaction du professeur avec Mélanie à partir de la minute 41.
Troisième temps :
Pour vous apporter un témoignage de nos modalités de travail codisciplinaire, nous avons filmé une séance de travail de l'équipe dont nous allons vous montrer quelques extraits. N'imaginez pas que nous filmons toutes nos séances de travail ! C'est une expérience que nous avons tenté pour vous, pour essayer d'être le plus congruent possible entre notre manière de travailler et la présentation que nous voulons faire de ce travail.
Quatrième temps :
Chacun/e de nous ici présent/es rebondira sur son intervention dans la discussion filmée pendant cinq minutes exactement.
Dernier temps :
Je conclurai assez brièvement pour laisser place à un échange avec vous.

Nous passons au **premier temps** annoncé :

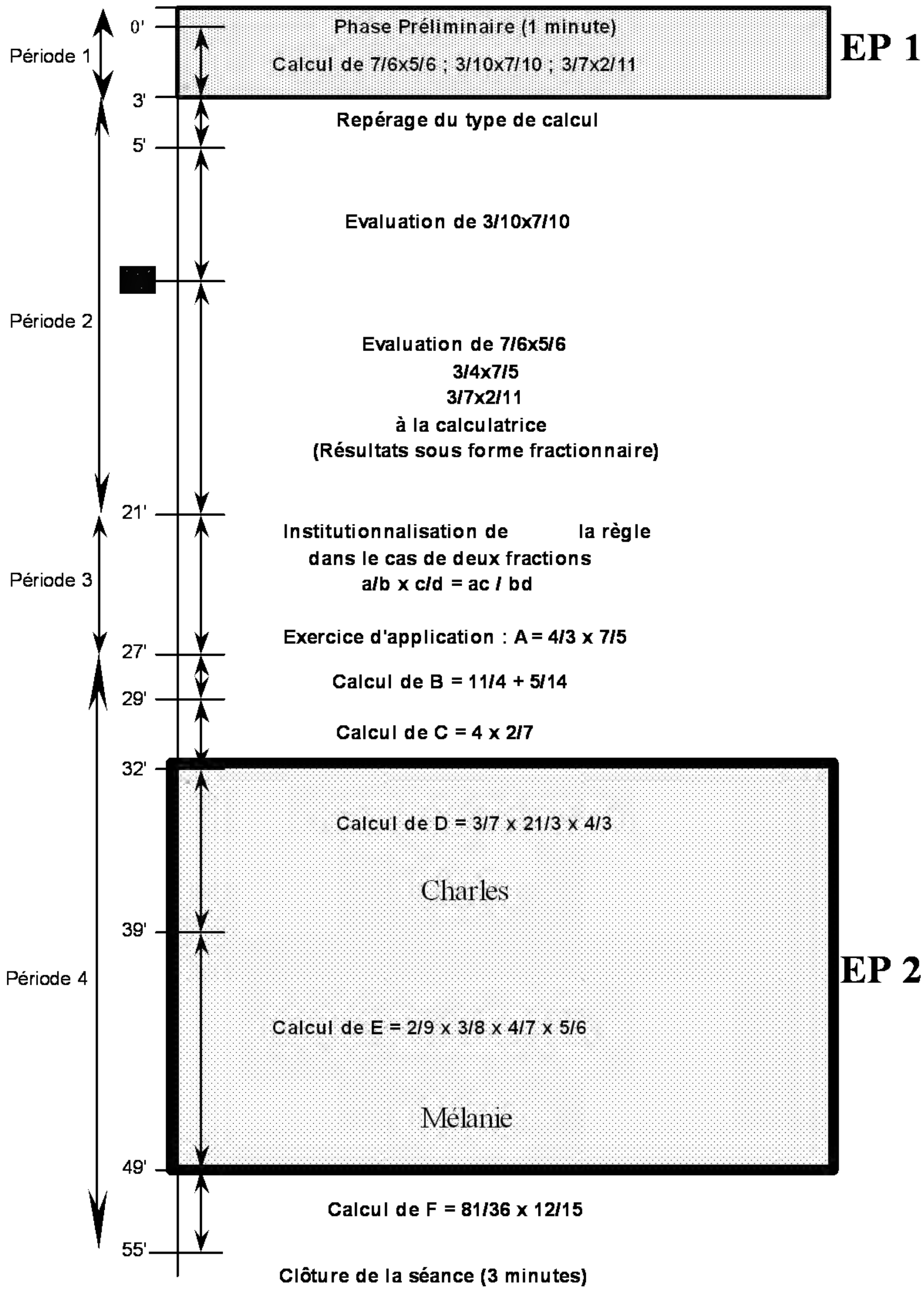
Présentation de la trame de la leçon par Alain Bronner

La séance de cours fait apparaître une structure en quatre périodes de durées inégales.
- Dans un premier temps que l'on peut qualifier de première rencontre avec le type de calculs, le professeur propose successivement trois produits de fractions :
7/6 x 5/6, 3/10 x 7/10, 3/7 x 2/11
sans donner d'indication autre que la seule consigne *: « allez-y notez et essayez de faire le calcul »*. Il laisse, en moyenne, 30 secondes aux élèves pour réaliser la tâche demandée. Les différentes réponses sont relevées et notées au tableau.
- Puis, dans une deuxième période, le professeur envoie un élève pour corriger chacun des calculs précédents en s'appuyant sur divers moyens, retour aux écritures décimales ou utilisation de la calculatrice en mode fractionnaire. Au fur et à mesure, il essaie de faire émerger une règle pour le calcul du produit de deux fractions.
- Au cours d'une troisième période, la règle est écrite dans le registre symbolique (minute 22), puis elle est formulée oralement plusieurs fois : «*pour multiplier deux quotients il faut multiplier les numérateurs entre eux et les dénominateurs entre eux »*.
- Dans la dernière période, le professeur propose des types de produits, non encore envisagés : le cas d'un entier par une fraction 4 x 2/7, celui de trois, puis quatre fractions et enfin un produit de deux fractions non irréductibles, alors que toutes les fractions proposées avant ce dernier calcul étaient irréductibles.
Toute la séance se déroule pratiquement selon la même forme de travail. Un ou plusieurs calculs sont proposés, des réponses sont relevées ou exprimées par les élèves, puis l'un d'entre eux est envoyé au tableau pour la correction.

Deux épisodes ont fait l'objet d'une étude particulière par l'ensemble de l'équipe ; nous nous centrerons aujourd'hui sur l'épisode 2 (minute 32 à 49) où deux élèves Charles et Mélanie interviennent au tableau pour corriger chacun un exercice.

Les épisodes et les diverses phases de la séance

Nous présentons les divers découpages de la séance sous forme synoptique en faisant ressortir les deux épisodes et les quatre grandes périodes de cette séance que nous avons identifiées.



Voici le **deuxième temps** de l'intervention qui va vous donner un aperçu de la séquence sur laquelle nous travaillons.
Lecture de l'extrait du protocole retranscrit à partir de la cassette vidéo par **Marie-Lise Peltier** et **Philippe Chaussecourte** :

« L'enseignant : **Minute 41** ……….Mélanie tiens passe au tableau // allez Mélanie / alors / dis-nous d'abord ce qu'est grand E / vas-y *[5 secondes]* aurais-tu perdu ta langue Mélanie ? **Minute 42**
Mélanie : non
L'enseignant : alors explique-nous explique-moi
Mélanie : grand E est / heu un produit
L'enseignant : oui vas-y c'est un produit / de / quoi ?
Mélanie : / de 4 quotients
L'enseignant : vas-y / *(Au tableau on a : 2/9 x 3/8 x 4/7 x 5/6 Mélanie écrit : E est un produit de 4 quotients)*
L'enseignant : / un produit de 4 quotients / allez / dépêchons-nous *(Mélanie écrit la suite au tableau) [15 secondes]*
L'enseignant : alors / vas-y / fais ce que tu as à faire / quelles sont les remarques qu'on peut faire au passage sur certains de ces quotients ? 2/9 / qu'est-ce que c'est ? le quotient de cette fraction ? c'est une fraction / **Minute 43**
Mélanie : irréductible
L'enseignant : 3/8 ?
Mélanie : irréductible
L'enseignant : fraction irréductible 4/7 ?
Mélanie : irréductible
L'enseignant : 5/6 ?
Mélanie : irréductible
L'enseignant : d'accord bon alors vas-y fais ce que tu as à faire
Mélanie : je ne comprends pas monsieur /
L'enseignant : tu viens de me dire que / c'était un produit de 4 quotients et on te demande de calculer ce produit alors vas-y calcule ce produit / comment fait-on pour calculer / un produit de quotients ? quelle est la règle qu'on a mise en évidence ? / qu'est- ce que tu veux / qu'est-ce que tu vas faire allez dis-le il faut être capable de le dire en même temps que tu l'écris
Mélanie : on prend les calculs deux à deux
L'enseignant : oui on pourrait mais on a vu qu'on pouvait faire *(inaudible)* qu'est-ce que tu vas faire avec les numérateurs ? // Audrey dis-lui
Audrey : et ben on multiplie les dénominateurs et les numérateurs entre eux
L'enseignant : c'est pas clair ton explication on multiplie les numérateurs entre eux / puis on multiplie les dénominateurs entre eux alors vas-y applique cette règle ça fait / **Minute 44** *(Mélanie écrit : E = 2 x 3 x 4 x 5/9 x 8 x 7 x 6 voilà) [5 secondes]* bon / alors / qu'est-ce que tu vas faire maintenant / Mélanie ? est-ce que tu effectues tout de suite le produit au numérateur puis ensuite le produit au dénominateur / ou est-ce que tu fais / autre chose avant *[5 secondes]* au numérateur t'as un produit de facteurs d'accord tu as que des multiplications / hein ? au dénominateur / également / alors première question que je me pose / est-ce que je n'ai pas un facteur commun qui soit dans l'écriture du numérateur et en même temps dans l'écriture du dénominateur ? qu'est-ce que tu en penses ? non / est-ce qu'on ne pourrait pas en faire apparaître des fois / t'as pas des nombres là qui attirent **Minute 45** / qui doivent / attirer ton attention ?
Mélanie : si
L'enseignant : hein ?

Mélanie : si
L'enseignant : quels sont les nombres qui / que tu vas marier ?
Mélanie : 8 et / 4 et 6 et 3
L'enseignant : ben voilà alors vas-y donc retire ton grand trait vas-y /// voilà / alors 2 *[7 secondes]* tu réécris la même chose au numérateur mais c'est au dénominateur que tu vas changer qu'est- ce que tu mets à la place ? // 9 ! tu peux rien en faire de 9 ? hein ?
Plusieurs élèves : ben c'est 3
Mélanie : c'est 3
L'enseignant : comment tu vas le décomposer 9 ? hein ?
Mélanie : c'est 3
L'enseignant : hein mais ça veut rien dire 3 qu'est-ce que c'est 9 9 c'est égal à quoi ? // allons Mélanie ressaisis-toi!
Mélanie : 3 fois 3
L'enseignant : et bien écris 3 que multiplie 3 /// que multiplie / qu'est-ce que tu as après ? Minute 46 quel est le nombre le facteur qui vient après ?
Mélanie : 8
L'enseignant : 8 est-ce que / est-ce que tu laisses 8 ou est-ce que tu mets autre chose à la place
Mélanie : 4 fois 4 heu 4 fois 2
L'enseignant : 4 que multiplie 2 / vas-y // ensuite est-ce que tu as d'autres transformations à faire ?
Mélanie : il va y avoir 6
L'enseignant : alors vas-y mais vas-y fais-le fais / écoute t'es toute empruntée là ! allez dépêche-toi ! // et le 7 qu'est-ce que t'en as fait ? tu l'as laissé tomber ? / le 7 ? // tu peux le mettre là mais je ne vois pas pourquoi bon enfin vas-y vas-y alors maintenant est-ce que tu as vu les simplifications qui avaient à faire
Mélanie : oui
L'enseignant : / alors vas-y quelles / tu changes de craie pour les faire apparaître d'abord *[5 secondes]* oui // oui /// oui Minute 47 *(Mélanie entoure les nombres)* allez / là / est-ce qu'il y a d'autres simplifications ? *(Au tableau on a : 2 x 3 x 4 x5/3x3x4x2x3x2x7)*
Mélanie : non
L'enseignant : non alors vas-y écris maintenant le résultat simplifié au numérateur // qu'est-ce que tu as ? / qu'est-ce qui n'est pas entouré / Mélanie ? hop pchiii /// *(il imite quelqu'un qui dort)*
Mélanie : 5
L'enseignant : 5 allez vite // et au dénominateur fais tes comptes *[6 secondes]*
L'enseignant : quels sont les facteurs qui ne sont pas entourés montre-les nous // 3 / mais effectue au fur et à mesure // 3 que multiplie 3 ça fait combien ?
Mélanie : heu ça fait / 9
L'enseignant : 9 ensuite t'as à multiplier par combien ?
Mélanie : par 2
L'enseignant : par 2 ça fait
Mélanie : 18
L'enseignant : 18 et t'as à multiplier par **Minute 48**
Mélanie : 7
L'enseignant : 7 alors pose l'opération si tu ne te sens pas capable de la compter de tête *(Mélanie pose l'opération au tableau)* // 18 que multiplie 7 //elle a oublié ce qu'elle vient de dire *[5 secondes]* allez allez allez *(impatient)* // 7 fois 8 ? je t'écoute
Plusieurs élèves : oh !
Mélanie : 56
L'enseignant : 7 fois 8 56

Plusieurs élèves : 56 !
L'enseignant : je mets le 6 et je retiens
Plusieurs élèves : 5
L'enseignant : voilà on t'écoute après
Mélanie : 7 fois 1 7
L'enseignant : et 5 / 12 // allez / la honte / tu me réviseras la table de 7 hein Mélanie ! *(au tableau on a : 5/126 ; Mélanie, retournée à sa place, sourit puis se cache voyant que la caméra continue à la filmer)* »

Troisième temps

Malgré votre envie après cette audition, nous l'imaginons, de proposer vos propres commentaires, nous vous demandons un peu de patience jusqu'au moment du débat. Le temps est venu de vous montrer le film que nous avons fait pour vous.
Ce film a été tourné récemment, ce qui indique que la discussion codisciplinaire que vous allez entendre et voir, a eu lieu après trois ans de travail sur cette séance de cours. Oui, nous avons regardé ensemble dans l'équipe cette vidéo de classe pour la première fois il y a trois ans, en mars 1998.
La discussion filmée n'est pas une simulation ni une répétition mais une « véritable » discussion que nous avons eue en janvier dernier en pensant à notre intervention dans ce colloque.
Un mot encore : le début de l'échange que vous allez entendre porte sur une révision du protocole écrit de la séance sur lequel nous avons encore de la peine à nous mettre d'accord par rapport à l'audition de l'enregistrement. La mise au point de ce protocole est un problème difficile pour les chercheurs.

Projection du film

Vous venez de voir quelques « morceaux choisis » de la discussion codisciplinaire que nous avons filmée en janvier dernier grâce aux bons soins de Marie-Lise Peltier et de son IUFM de Rouen.

Je donne maintenant la parole à chaque intervenant pour une analyse succincte de cet extrait.:

Marie-Lise Peltier

« *Mélanie, tiens, passe au tableau* », 41 minutes se sont écoulées depuis le début de la séance. Nous cherchons à comprendre les raisons pour lesquelles le professeur choisit d'envoyer cette élève-là, à ce moment-là de la séance. Cette élève a déjà eu un rôle important au cours de la leçon, rôle contrasté, puisque d'une part elle a donné deux réponses correctes et d'autre part elle s'est fait réprimander pour son attitude et ses étourderies. Je mentionnerai deux raisons qui me paraissent envisageables : une raison didactique, et une liée à la gestion de la classe.
1.Sur le plan didactique, il me semble que le professeur a besoin d'une élève comme Mélanie pour faire avancer la séance. Nous sommes à ce moment-là dans une phase d'extension de la règle de calcul du produit de deux fractions, au cas du produit de plusieurs fractions, en appliquant une clause implicite du contrat consistant à donner le résultat sous forme irréductible. Charles, excellent élève d'après les propos du professeur, interrogé juste avant, n'a pas su jouer de manière satisfaisante son rôle de « double » du professeur. Il est donc envisageable que le professeur souhaite « reprendre la main ». Mais comme il ne semble pas s'autoriser à le faire lui-même, peut-être pour ne pas se montrer magistral, il doit choisir un

élève qui ne prendra pas de réelles initiatives, ce qui lui permettra d'énoncer lui-même les règles de calcul, sans entraver cependant son projet par des réponses inexactes. Mélanie peut être l'élève élue puisqu'elle a donné la preuve qu'elle suivait en proposant des réponses exactes mêmes si elles n'étaient pas conformes aux attentes de celui-ci. Mais comme Mélanie n'est pas considérée par le professeur comme une bonne élève, il peut penser qu'il pourra « parler » à sa place, et recentrer ainsi l'ensemble des élèves sur sa méthode qu'il veut voir utilisée par tous.

2. Par rapport à la gestion de la classe, il me semble que le professeur a besoin de mettre en avant vis-à-vis des élèves et sans doute de la caméra, son autorité et sa maîtrise complète de la classe. Il lui faut trouver en quelque sorte une « victime » (en utilisant un terme adopté par tous les membres de notre équipe) mais la victime ne doit pas être un élève trop faible, la victoire n'ayant alors que peu de prix. Mélanie peut être la « victime » idéale, elle semble avoir compris l'enjeu mathématique de la séance mais elle manifeste une certaine forme de désinvolture, d'indocilité, de résistance aux exigences du professeur. Il pourra ainsi montrer qu'il est capable de « dompter » les élèves même les plus rétifs.

Charles et Mélanie ont été envoyés au tableau pour « corriger » deux exercices que les élèves avaient eu à chercher pendant 3 ou 4 minutes. Ce moment ouvre sur une question qui me paraît incontournable : quel est le statut et le rôle de la correction dans le déroulement d'une séance de classe ?

Ici, les exercices, donnés après la phase d'institutionnalisation de la règle, n'ont pas pour but sa simple application, mais son extension à divers cas non encore envisagés. La correction est donc en fait un moment public qui doit être un moment d'apprentissage pour tous.

Or c'est un élève qui assure cette correction. Se pose alors aussi la question du statut et du rôle de l'élève interrogé.

Est-il le substitut du maître donc un très bon élève, est-il simplement un « porte craie » (pour reprendre la terminologie de Françoise Hatchuel) qui soit en fait « la voix de son maître », est-il un élève auquel le professeur veut donner une leçon particulière, un élève qu'il veut mettre en défaut pour diverses raisons ?

L'analyse du corpus nous permet de faire l'hypothèse que le professeur de cette classe joue sur tous les registres à la fois, mais elle nous conduit aussi à nous interroger sur les effets de cette phase de correction sur les apprentissages des élèves : si Charles a peut-être appris quelque chose en allant au tableau et en recevant son cours particulier, l'absence de prise en compte par Mélanie de ce qui s'est passé à ce moment-là est également mise en lumière puisqu'elle veut effectuer le produit de 4 fractions en les prenant deux par deux, donc en appliquant la règle institutionnalisée. Par la suite, la pression exercée sur elle par le professeur hypothèque peut-être la possibilité pour cette élève d'apprendre quelque chose pendant cette phase de la séance. Quant aux autres élèves, leurs réactions montrent qu'ils entrent dans le jeu du professeur en se moquant de Mélanie, mais rien ne permet de savoir s'ils sont seulement spectateurs de la scène ou s'ils s'investissent un tant soit peu sur le plan cognitif dans cette partie qui se joue finalement à deux : professeur et élève interrogé.

Au-delà de l'étude de ce cas particulier se profile ainsi la mise en question d'une longue tradition de correction collective plus ou moins magistrale d'exercices plus ou moins cherchés par les élèves, pratique qui perdure dans un grand nombre de classes.

Pierre Berdot

Sur cet épisode de correction d'exercices, je vais m'intéresser plus spécifiquement aux places qu'occupent respectivement nos deux héros, le professeur et Mélanie, places réelles et places imaginaires.

Devant le déroulement de cette scène et face aux échanges entre les deux partenaires, une image m'est venue à l'esprit, celle du tribunal et d'un réquisitoire engagé contre Mélanie, où le professeur faisait alliance avec la classe, ou voulait la convaincre de faire alliance, comme le ministère public le fait avec les jurés, en « énumérant ses fautes, ses torts, ses imperfections », suivant la définition du dictionnaire concernant un réquisitoire.
Si cette scène a retenu mon attention, c'est que j'y décelais une violence hors de proportion par rapport à une séquence ordinaire de correction d'exercice, à travers la sorte de harcèlement que le professeur dirige contre Mélanie. Il s'agit bien sûr d'un harcèlement verbal et d'un harcèlement à distance, puisque le professeur se tient au fond de la classe, comme il se tient d'ailleurs à la table sur laquelle il est assis. Serait-ce pour mieux se contrôler, pour se contenir ? pour ne pas exploser ?
En tout cas, on peut constater que toute son énergie se trouve à ce moment-là concentrée sur Mélanie qui reste coincée au tableau, et là, la métaphore du rayon laser m'est venue à l'esprit : le rayon laser avec ce qu'il véhicule de concentration d'énergie et de cohérence implacable. À partir du ressenti et de l'émotion que cette scène a produits chez moi, et pour mieux comprendre ce qui se joue là, je me suis interrogé sur ma propre pratique d'enseignant avec mes étudiants, en séance de travaux dirigés, situation qui se rapproche le plus de la situation d'enseignement dans le secondaire. Lorsque j'envoie un étudiant ou une étudiante au tableau pour corriger un exercice de mathématiques, je peux montrer plusieurs facettes. Mais ce qu'il est intéressant de questionner, c'est le cas où je sens monter en moi une certaine impatience, voire une certaine agressivité. Dans ce cas, il me semble que je montre assez rapidement mes sentiments et que je prends assez vite une décision, soit d'aider ponctuellement l'étudiant/e en difficulté, soit de l'aider au point pratiquement de prendre sa place si son piétinement dure trop longtemps. Mais pendant tout le déroulement de ce type de situation, il me semble que je me tiens près de l'étudiant/e, pour le/la soutenir le/la contenir et pour, s'il y a lieu, abréger son passage au tableau. C'est sans doute ce vécu du temps et de la distance dans mes séances, très en contraste avec celui de ce professeur, qui m'a rendu très sensible à son attitude et à son acharnement à distance sur Mélanie.
J'ai eu alors l'occasion de m'interroger sur ma propre attitude ; que signifie vouloir interrompre l'interaction rapidement sans laisser de temps ni d'espace aux étudiants ? Sans doute ma façon à moi d'exercer une certaine pression. C'est cette interrogation dialectique entre mon ressenti devant la scène enregistrée et mon vécu d'enseignant qui me permet de faire avancer l'analyse de cet épisode — ce que, nous, cliniciens, appelons notre ressenti contre-transférentiel qui fonctionne par identification ou contre-identification — et proposer en particulier l'hypothèse que ce professeur a des comptes à régler plus ou moins inconsciemment avec Mélanie ou avec ce qu'elle représente pour lui.
D'où l'idée de repérer dans l'enregistrement de la totalité de ce cours des indices infirmant ou confirmant cette piste. C'est ce que nous avons fait et les analyses cliniques nous ont amenés à penser qu'on ne pouvait pas rejeter cette hypothèse. Au contraire, elles nous poussent à nous demander :
- de quoi s'agit-il qu'il ne puisse tolérer une forme d'insoumission de la part de Mélanie ?
- quels comptes ce professeur a-t-il à régler avec les élèves de sexe féminin ?
- ou encore quel danger fantasmatique représente Mélanie à ses yeux pour qu'il lui consacre autant d'énergie ?

Claudine Blanchard-Laville

À mon tour, j'aimerais m'expliquer sur mes interventions dans les extraits de la discussion que vous venez de voir dans le film : vous avez peut-être remarqué qu'elles suivent toutes le même fil conducteur, l'idée que le professeur instaure avec Mélanie une *relation d'emprise,* au sens où cette notion est utilisée en psychanalyse, à savoir une relation de domination ou d'appropriation de l'autre qui, du coup, est nié en tant qu'autre ou tout simplement en tant que sujet, en tout cas une relation où il s'agit d'atteindre l'autre dans son existence désirante, en gommant tout ce qui est de l'ordre de la différence. Je voudrais essayer de donner un peu d'épaisseur à cette hypothèse, mais, vu le temps imparti à nos interventions respectives, je me contenterai de l'illustrer sans la commenter plus avant au plan théorique.

Pour moi, donc dans cette séquence du cours de cinquième, le professeur exerce une certaine forme d'emprise sur l'espace psychique de la classe ; celle-ci se manifeste notamment à travers l'usage qu'il fait de sa voix et plus largement de ses attitudes corporelles. Plus spécifiquement, et peut-être justement dans la mesure où Mélanie est l'élève porte-parole de la résistance, l'enseignant se laisse entraîner dans cette interaction avec elle à montrer une forme presque caricaturale de ce type de relation.

Nous trouvons une situation prototypique de ce mode de relation bien décrite dans un morceau d'anthologie de la littérature contemporaine, la pièce de Ionesco intitulée justement *La leçon*.

Dans cette pièce de théâtre, les élèves se succèdent pour prendre leur leçon particulière avec le professeur, avec la complicité de la bonne qui est en train de ranger le trente neuvième cartable au début de la pièce, au moment où arrive la quarantième nouvelle élève. Malgré les mises en garde répétées que la bonne prodigue au professeur — « *vous ne direz pas que je ne vous ai pas averti* », répète-t-elle, à plusieurs reprises, puisqu'elle sait, elle, comment se terminent immanquablement les leçons pour ces malheureuses jeunes filles, elle ne réussit pas à endiguer le torrent compulsif du professeur. Il est en fait conduit au meurtre avec chaque nouvelle élève, après avoir cru enfin trouver chaque fois celle qui va le suivre et le comprendre une bonne fois pour toutes : « *Vous allez voir* […] *écoutez-moi* […] *je vais vous faire comprendre* […] *taisez-vous* […] *restez assise* […] *ne m'interrompez pas* […] *surtout n'interrompez pas* […] *c'est pourtant bien simple* […] *ne me mettez pas en colère* ! […] », pour finir par : « *Elle ne comprend rien celle-là. Elle ne comprend pas* ! » Et, après l'avoir tuée, « *Ce n'est pas ma faute ! elle ne voulait pas apprendre ! Elle était désobéissante ! C'était une mauvaise élève ! Elle ne voulait pas apprendre* ! »

Je pourrais montrer qu'une isomorphie presque complète existe entre la leçon dans la pièce de Ionesco et la séquence d'interaction entre Mélanie et le professeur observée dans notre recherche, au niveau de la structuration de l'avancée dramatique. Comme on a pu l'entendre dans l'extrait du protocole donnant la retranscription des huit minutes d'échanges du professeur avec Mélanie au tableau, celle-ci est assaillie de « *vas-y* […] *allez* […] *dépêchons-nous* […] *vas-y donc* […] *fais ce que tu as à faire », « T'es toute empruntée », « ressaisis-toi* ». La pression augmente tout au long de cette phase : « *Vas-y* […] *fais-le* […] *allez* […] *dépêche-toi* […] *Mélanie, tu dors* (exprimé par une onomatopée hopchiii) […] *entour*e […] *fais tes comptes* […] *effectue,* etc. ». Remarquons que certains énoncés expriment des jugements sur ce qu'éprouve Mélanie. Notons ensuite des disqualifications sur ses capacités : « *Il faut être capable de le dire en même temps que tu l'écris* » et plus loin, « *pose l'opération si tu ne te sens pas capable de la compter de tête* ». Le professeur parle alors de Mélanie à la classe à la troisième personne : « *Elle a oublié ce qu'elle vient de dire*. » Comme s'il voulait la faire passer pour folle.

En fait, assez vite, au début de l'échange, Mélanie a exprimé son désarroi : « *Je ne comprends pas monsieur* », a-t-elle dit, tout comme l'élève de Ionesco qui dit au professeur : « *Je ne saisis pas* » et répète par la suite de manière récurrente : « *J'ai mal aux dents*. » Dans les deux cas, le processus s'emballe lorsque les élèves se rendent compte qu'elles ne peuvent pas satisfaire le professeur, qu'elles ne peuvent pas remplir le rôle attendu.

On voit à l'œuvre dans les deux cas des injonctions disqualifiantes répétées : le professeur sait mieux que l'élève ce qu'elle a à faire, ce qu'elle sait et ce qu'elle ne sait pas, ce qu'elle a

oublié et surtout ce qu'elle ressent. Lorsque son « je ne comprends pas » est ignoré, ce qu'éprouve Mélanie est dénié. Et tout cela se termine par le feu d'artifice de la multiplication ânonnée comme à l'école primaire : 18 multiplié par 7, répète après moi, 7 fois 8 etc., de même que, dans la *Leçon* de Ionesco, le professeur demande à l'élève de répéter après lui : « *cou/teau/cou/teau* » Pour nous, dans la séquence de cinquième, le bouquet final c'est : « *La honte* », expression prononcée par le professeur à l'intention de Mélanie revenue s'asseoir à sa place pour ponctuer la fin de cette interaction. Dans la pièce, le couteau s'abat sur l'élève purement et simplement, cependant que le professeur la traite de « *salope* ».
Comme l'avançait précédemment mon collègue Pierre Berdot, Mélanie représente sans doute une menace par rapport à l'organisation psychique du professeur dans cette situation d'enseignement, elle tente de lui résister et ainsi, elle arrive à le faire sortir de ses gonds, mais comme la petite chèvre de Monsieur Seguin, elle ne peut résister que jusqu'au petit matin, et elle sort malgré tout de cet échange comme assassinée symboliquement : « *la honte* »
Le désir d'emprise du professeur est exacerbé par la résistance de Mélanie : ce sont bien les fractions que Mélanie n'arrive pas à réduire, mais en miroir l'impuissance du professeur à réduire l'objet-élève se révèle à son comble.

Philippe Chaussecourte

Durant les extraits du montage vidéo de la séance de travail de notre équipe de recherche, dont nous avons proposé la projection, mes interventions portaient principalement sur un élément du comportement non verbal de Mélanie : le coup d'œil qu'elle jette sur une partie du tableau lorsqu'elle effectue sa multiplication. Et je développais mon point de vue en mettant ce coup d'œil en rapport avec cet énoncé de l'enseignant : « elle avait oublié ce qu'elle vient de dire ». En effet, dans cette recherche, à l'occasion de l'analyse clinique, je me suis particulièrement attaché à une observation des comportements non verbaux des protagonistes.
Dans le cadre de l'analyse clinique de pratiques enseignantes, c'est dans un premier temps l'analyse des discours des acteurs sur leurs pratiques qui a été effectuée ; et ceci dans l'après coup de leur exercice. Autrement dit, ont été analysées des pratiques déclarées. Les travaux menés ensuite ont proposé des analyses de pratiques effectives, comme dans le livre *Variations sur une leçon de mathématiques* ; et c'est bien de pratiques effectives dont il s'agit ici.
Les analyses de ces pratiques ont généralement été conduites à partir des retranscriptions écrites des séances, en mettant en œuvre des méthodes d'analyses automatisées de discours (lexicométrie, énonciation…). En ce qui concerne les analyses cliniques, cela ne signifiait évidemment pas que leurs auteurs prétendaient se passer du document vidéo car ils étaient également sensibles à des éléments non verbaux que seul le document vidéo permettait d'appréhender. Cela ne signifiait pas non plus qu'un relevé objectivant pouvait leur permettre de remonter aux états psychiques sous jacents : pour cela, une forme d'attention flottante particulière, proche de celle du psychanalyste dans la cure, est requise.
Pour utiliser plus complètement ce que l'outil vidéo apporte de plus qu'un simple magnétophone, nous avons voulu mettre à la disposition de l'analyse clinique une méthode d'investigation plus systématique des comportements non-verbaux ; et la conjonction de ces deux éléments : analyse clinique d'inspiration psychanalytique et non-verbal nous a conduits à nous inspirer des travaux de microanalyses effectuées par des psychologues et des psychanalystes qui étudient les rapports mère-bébé.
En m'inspirant de ces microanalyses, j'ai considéré des interactions enseignant-élève dont la durée est de l'ordre de quelques minutes (comme celle dont il est question dans cette conférence) et je les ai comparées.
Une microanalyse est « une transcription systématique aussi exhaustive que possible des comportements des protagonistes de manière à pouvoir en dégager la structure et la

dynamique ». Disons rapidement qu'il s'agit d'observer la bande vidéo en opérant un va et vient constant entre la vision macro — en temps réel— et la vision micro — au ralenti —, voire en utilisant des arrêts sur image. J'ai ainsi d'abord effectué le découpage global des interventions que j'analysais, puis j'en ai étudié la proxémique (localisation et orientation des corps dans l'espace) et enfin j'ai fait intervenir les tours de parole. J'ai également dégagé des patterns interactifs de comportements, c'est-à-dire des images des attitudes corporelles revenant de façon récurrente.

Les résultats proprement microanalytiques sont présentés sous forme de graphiques dont la lecture n'est pas immédiate mais qui, une fois devenus familiers, permettent de bien saisir, par exemple, la façon dont les engagements corporels de l'élève au tableau sont en lien avec les échanges de parole qui ont lieu entre lui et l'enseignant car ces éléments sont présentés simultanément sur le graphique.

Je donnerai juste en conclusion un exemple de l'étayage des ressentis contre-transférentiels que ce type de travail contribue à éclaircir. Nous avons montré dans nos analyses cliniques (le « nos » renvoie à Pierre Berdot et Claudine Blanchard-Laville, avec lesquels l'analyse clinique a été effectuée) que Mélanie était, pour nous, porteuse de la résistance au transfert didactique de l'enseignant et lors de l'étude image par image de son interaction avec lui, nous avons identifié ce pattern interactif de comportement où elle écrit au tableau tournée vers l'enseignant en s'étranglant quasiment entre son bras et son avant-bras, comme si elle voulait signifier dès le départ son enrôlement de force dans ce rôle de porte-craie que l'enseignant prétend alors lui faire jouer.

La microanalyse a été l'un des éléments qui nous a permis de mieux comprendre comment nos éprouvés et les manifestations non verbales observées pouvaient s'articuler.

Françoise Hatchuel

Pour ma part je vais revenir sur la question du temps de latence, que je vais relier à la notion de rituel. Je suis en effet frappée par l'importance que les rituels prennent dans ce cours, où la règle de multiplication des fractions est, par exemple, répétée très régulièrement de façon quasi incantatoire, comme s'il suffisait de la dire pour qu'elle soit comprise. De la même façon, l'enseignant dit lui-même à un élève, d'entourer en rouge les facteurs communs « pour que la compréhension se fasse bien chez certains », comme si le fait de comprendre résultait d'un respect scrupuleux de règles soigneusement codifiées. Je parle donc, à ce sujet, d'un « rapport magique au savoir », qui évoque l'idée que le savoir est vécu comme une Autorité supérieure, à laquelle il faudrait se soumettre. Je m'appuie pour cela sur la conceptualisation de l'autorité par Gérard Mendel, fondateur de la sociopsychanalyse, c'est-à-dire d'une articulation conceptuelle entre le social et l'inconscient. Or Gérard Mendel estime qu'un des moyens pour se déconditionner à l'autorité est de retrouver le pouvoir sur ses actes, c'est-à-dire de disposer d'une certaine marge de liberté dans sa façon d'agir. Et c'est exactement ce dont Mélanie ne dispose pas : son travail est tellement prescrit, tellement minuté, qu'à aucun moment elle ne peut s'approprier ce qu'elle est en train de faire et donc construire une véritable pensée : nous avons en effet montré par ailleurs, Claudine Blanchard-Laville et moi-même, en nous appuyant sur la notion d'espace transitionnel de Winnicott, à quel point cet espace était nécessaire pour que l'élève puisse déployer une capacité de pensée autonome. L'espace transitionnel constitue en effet cet espace intermédiaire entre soi et le monde, où chacun/e peut, progressivement, s'approprier les règles du monde. Or ici, pour Mélanie, ces règles sont projetées sur elle de façon brutale, sans qu'elle dispose d'aucun moyen pour y échapper, d'aucune marge de manœuvre. D'après Gérard Mendel, c'est par nos actes, et notamment la part créatrice de nos actes, que nous nous façonnons, et je pense que cela reste vrai pour nos actes d'apprentissage, que nous devons vivre comme venant de nous-mêmes, et

non comme imposés de l'extérieur. Peut-être d'ailleurs que cela rejoint la question de la dévolution du problème.
Pour aller un peu plus loin, je suis allée regarder ce que Christoph Wulf, anthropologue allemand de l'éducation, disait des rituels. Pour lui, ils constituent à la fois un support et un espace de liberté pour s'approprier ce support et l'aménager dans une perspective créatrice. Il parle alors de *mimesis* ou imitation créatrice. C'est une notion qui, je crois, rejoint bien celle d'espace transitionnel (et c'est un rapprochement que je voudrais approfondir). Mais cette perspective me semble incompatible avec l'attachement scrupuleux au rituel que l'on constate chez cet enseignant de cinquième. Il me semble donc que l'on peut distinguer deux sortes de rituels : des rituels que l'on pourrait qualifier de « créatifs », ouverts, qui aident les individus à se construire et à trouver leur place dans le monde, et des rituels « oppressants », fermés, qui ne laissent aucune place à l'individu, qui prennent le pouvoir sur lui, que l'individu doit servir au lieu qu'ils servent l'individu. Il me semble que la notion de temps de latence, comme symbole de la place laissée à l'élève, constitue un bon outil pour les différencier.

Sylvain Boccolichi

En référence à mes travaux sociologiques sur la façon dont se construisent et évoluent les dispositions scolaires des élèves, leurs rapports aux activités scolaires et aux enseignants, la séquence au tableau entre Mélanie et son professeur de mathématiques fournit un exemple intéressant d'interaction « tendue » qui s'apparente davantage à un duel ou à une mise à l'épreuve qu'à un rapport de coopération en vue d'apprendre. Et si on ne s'arrête pas aux singularités de cette interaction, on y retrouve des procédés et des logiques à l'œuvre dans les moyens qu'utilisent régulièrement les enseignants pour tenter de faire pression sur les élèves qui les dérangent par leur comportement. Ce matériau fournit donc l'occasion d'analyser la façon dont les enseignants traitent différentiellement les élèves quand ce sont leurs comportements visibles en classe plus que leurs apprentissages qui ne sont pas conformes à leurs attentes.
De nombreux travaux d'observation ont déjà montré que quand le manque de conformité se situe au niveau des connaissances évaluées par l'enseignant, le mode de différenciation usuel est la « limitation » des interactions, que ce soit en terme de fréquence ou de durée des interactions. On observe qu'en général, les enseignants ignorent davantage les élèves dont les connaissances sont les moins assurées et même répondent moins souvent à leurs demandes d'interaction comme l'a montré notamment Régine Sirota dans *L'école au quotidien* (1988). Mais bien sûr, le problème n'est pas seulement d'ordre quantitatif, et on comprend mieux ce qui peut influer sur la maîtrise et le (dé)goût éprouvés pour les mathématiques si on tient compte aussi de la qualité, de la teneur des interactions entre l'enseignant et les diverses catégories d'élèves. Aussi est-ce l'un des points sur lesquels nous travaillons et échangeons dans le groupe codisciplinaire.
Mélanie est loin d'être ignorée par son professeur de mathématiques. Mais les nombreuses remarques négatives qu'il lui adresse et la façon dont il la « presse » au tableau indiquent qu'il ne s'agit pas tant de l'aider à apprendre que de lui faire sentir son pouvoir de la mettre en défaut et de lui faire « perdre la face » publiquement. Avec bien sûr des variantes selon les enseignants et les élèves, cet usage de l'humiliation, notamment lors des passages au tableau, est une des armes régulièrement utilisées en classe pour tenter de faire « rentrer dans le rang » les élèves qui dérangent l'enseignant par leur comportement ou leurs sollicitations intempestives (qui obligent l'enseignant à reprendre ses explications plus qu'il ne le voudrait), par exemple.

Dans un entretien effectué après la séquence filmée, l'enseignant avait spontanément formulé une sorte de théorie de l'humiliation salutaire dans laquelle le fait de faire parfois pleurer des élèves en classe était associée à l'idée d'une bénéfique remise en question de ceux-ci. Dans la plupart des cas, les enseignants ne théorisent pas ainsi des pratiques qui traduisent plutôt leur difficulté à trouver des moyens de pression efficaces sur les élèves plus ou moins déviants. La façon dont Mélanie « résiste » au tableau et de nombreux témoignages d'élèves que j'ai interrogés montrent que ce moyen de pression a plutôt des effets négatifs sur le rapport au savoir et au professeur des élèves concernés mais aussi des spectateurs de ces humiliations publiques : ceux-ci ne saisissant pas bien les motifs des enseignants en tirent l'impression qu'ils n'hésitent pas à « foutre la honte » aux élèves à propos de leurs difficultés. Cela contribue à les dissuader de s'engager volontairement dans une quelconque interaction avec l'enseignant dès lors qu'ils sont peu assurés de leurs connaissances. De nombreux témoignages recueillis indiquent que pour cette raison, beaucoup d'élèves préfèrent cacher leurs difficultés ou leurs incertitudes plutôt que de prendre le risque d'en faire part à leur professeur dans le cadre de la classe.

Nicole Mosconi

Dans ce cours, je m'intéresse aux interrogations contrastées de Charles, un garçon et de Mélanie, une fille. En effet, pour ma part, je cherche à saisir quelles influences les enseignant/es peuvent avoir dans le fait que beaucoup de filles, à l'adolescence, désinvestissent les mathématiques, ont un moindre sentiment de compétence et une moindre estime de soi que les garçons dans cette discipline, finissent par décréter que « les mathématiques, ce n'est pas pour elles », et de fait s'orientent beaucoup moins que les garçons vers les filières scientifiques. Bien sûr un grand nombre de facteurs peuvent jouer : la famille, les pairs, les medias, mais l'école aussi joue un rôle et les enseignants dans les classes.

Je m'appuierai sur une théorie sociologique qui suggère que toute interaction sociale tend à établir et à réinstituer sans cesse un ordre sexuel du monde quotidien et un découpage de notre vie en territoires sexués (c'est la théorie du « doing gender », fabrication du genre). Cet ordre sexué du monde quotidien est à la fois une division, une séparation, mais aussi une hiérarchie. Nous sommes tous pris dans ce processus qui est un processus social fondamental et qui produit ce que les psychologues sociaux appellent une « cognition sociale implicite », une cognition qui échappe à nos intentions et à notre conscience. Ce processus traverse l'école et ses agents, comme les autres institutions sociales. Par exemple, malgré la mixité, les disciplines scolaires restent divisées en disciplines masculines et féminines et aujourd'hui où les disciplines scientifiques sont plus valorisées que les disciplines littéraires, elles sont considérées comme « masculines ».

Cette « cognition sociale implicite » affecte les enseignant/es, et se traduit, à leur insu, dans leurs attentes, dans leurs attitudes, leurs évaluations, leurs comportements, leurs relations quotidiennes vis-à-vis des élèves, selon leur sexe. Par exemple, les enseignant/es attendent des performances et des réussites moindres en mathématiques chez les filles que chez les garçons.

Ce qui se passe dans cette classe entre l'enseignant et Mélanie fait partie, pour moi, de ces processus invisibles de la vie quotidienne des classes au travers desquels passent ces attentes et ces évaluations différenciées des enseignant/es et qui peuvent avoir des effets sur le rapport des élèves à la discipline enseignée.

L'observation fine de l'épisode de Mélanie prend sens en contraste avec l'épisode précédent avec Charles, « le meilleur de la classe ». Celui-ci n'a pas réussi à faire du premier coup l'exercice au tableau comme l'attendait l'enseignant, il a eu un « trou », mais l'enseignant, proche de lui dans l'espace, va l'aider et lui laisser le temps de se ressaisir et de comprendre.

Pour Mélanie, c'est l'inverse. Il ne lui laisse aucun « temps de latence ». Il faudrait pouvoir analyser tout l'épisode, pour le montrer. Je me contenterai de souligner juste deux moments

significatifs. Dès la première minute, alors qu'elle doit répondre à la question : *« dis-nous ce qu'est grand E »* (un produit de quatre fractions), et qu'elle écrit sans le dire en même temps, elle s'attire la remarque : « *Aurais-tu perdu ta langue ?* ». D'emblée, elle est située dans le registre du manque.
Mais pour moi le moment crucial se produit aussitôt après : à l'enseignant qui lui dit :« *fais ce que tu as à faire* », Mélanie répond: « *Je ne comprends pas, monsieur »,* et l'enseignant lui répond : *« On te demande de calculer ce produit, alors vas-y ! calcule ce produit ! ».* Autrement dit, l'enseignant ne situe pas cette demande dans le registre cognitif et didactique, mais plutôt dans celui d'une insubordination ou d'un caprice, par laquelle cette fille ne manifeste rien d'autre que son indocilité (Cf. « *C'est une capricieuse, une écervelée ... »,* dira-t-il d'elle).
Or, comprendre pourrait être considéré comme une demande légitime en mathématiques. Bien sûr, l'enseignant peut se dire que Mélanie ne sait pas ce qu'elle a à faire, parce qu'elle n'a pas écouté la correction de l'exercice précédent, mais ce peut être aussi qu'elle n'a pas eu le temps de l'intégrer.
Tout se passe comme si comprendre, qui semblait un enjeu si important quand il s'agissait de Charles, un garçon en position scolaire haute, n'était plus une revendication légitime quand il s'agit de Mélanie, une fille, en position moyenne. J'en conclus que l'enseignant, à travers ces épisodes infimes de la vie de la classe, ne positionne pas ces deux élèves, le garçon, d'un côté, la fille, de l'autre, de la même façon par rapport au savoir mathématique et que de tels attitudes et comportements auront des effets sur le rapport au savoir mathématique de ces élèves.

Alain Bronner

L'analyse de ce moment de vie de classe, que nous avons étiqueté : « Mélanie, tiens, passe au tableau », a conduit à plusieurs hypothèses. Dans le cadre d'une interaction didactique, ce moment est aussi typique d'un phénomène que je qualifie de *perturbation didactique*. Mélanie a vu la procédure qu'elle suggérait, c'est-à-dire prendre les calculs deux à deux, écartée par l'enseignant sans aucune explication : *« oui on pourrait »* dit-il, *« mais on a vu qu'on pouvait faire ... qu'est-ce que tu vas faire avec les numérateurs ? Audrey dis-lui ».*
Cet événement est en fait, pour moi, le symptôme d'une rupture du contrat didactique.
En effet, avant l'épisode où apparaissent sur la scène didactique Charles et Mélanie, seul le cas de deux fractions a été envisagé, repris, travaillé sur plusieurs exemples et institutionnalisé à la minute 22. Le professeur semble souhaiter que les élèves étendent la règle au cas de plusieurs fractions et l'appliquent directement. Les élèves devront décoder les attentes du professeur au fur et à mesure du déroulement des deux exercices qui concernent le calcul des produits 3/7 x 21/8 x 4/3 et 2/9 x 3/8 x 4/7 x 5/6. On peut même parler de rupture assez radicale du contrat didactique, dans la mesure où l'extension de la règle au cas de plusieurs fractions ne sera jamais formellement institutionnalisée, ni énoncée, ni même pointée. La règle pour deux fractions est dite et redite, en occultant parfois les conditions d'obtention, c'est-à-dire le fait qu'il s'agit du cas de deux quotients : « Pour multiplier des quotients, on multiplie les numérateurs entre eux et les dénominateurs entre eux ». Il apparaît alors un flou fonctionnel dans la formulation. Ce geste pourra permettre à certains élèves d'opérer un glissement à la fois syntaxique et sémantique. A-t-on affaire à un habitus du professeur et une technique utilisée pour faire avancer le temps didactique ?
L'interaction avec Mélanie met surtout en évidence l'insuffisance de la négociation du contrat par la seule vertu d'un exercice. En effet, la tâche du calcul d'un produit de trois quotients, dévolue à Charles, peut être interprétée comme une institutionnalisation implicite en acte par le professeur. Ensuite, Mélanie devait alors « faire ce qu'elle avait à faire » selon les dires du professeur. Nous sommes en présence d'une situation à deux vitesses, d'une part, Mélanie,

encore sous l'influence de la règle institutionnalisée, et d'autre part, une partie des élèves sous l'emprise didactique du professeur avec le nouveau contrat imposé autour de la règle étendue.
La perturbation didactique de la procédure de Mélanie met aussi en évidence ce que j'ai appelé une *résistance cognitive* de sa part à propos de la multiplication des quotients. L'observation montre que Mélanie a bien assimilé la règle de multiplication de deux quotients, elle l'a faite sienne comme connaissance au point de ne pouvoir s'en détacher. Mais elle n'a pas encore eu le temps et l'espace de l'adapter au cas de trois, quatre, plusieurs quotients, c'est-à-dire de l'accommoder. L'événement est ainsi révélateur d'un manque didactique au niveau de la structuration des connaissances émergeant dans la classe. La situation où Charles passe au tableau est insuffisante à produire cette accommodation pour certains élèves, d'autant plus que le professeur lui-même n'est pas accommodant envers Mélanie comme nous l'ont montré les autres chercheurs de l'équipe. Et même sur le plan didactique, le professeur ne s'accommode pas de la procédure initiale de Mélanie d'une certaine manière.
L'apprentissage des connaissances, ici de la règle du produit de plusieurs quotients, devrait faire l'objet d'une situation plus explicite. Si cet événement révèle la dimension didactique de ce que Claudine Blanchard-Laville appelle la signature de l'enseignant, elle est aussi un symptôme du système d'enseignement. En effet, la plupart des manuels de la classe de 5ème établissent et formulent la règle de multiplication de deux quotients, en occultant le passage à plusieurs quotients.
Par l'observation clinique d'une séance de classe au sein de la problématique codisciplinaire, Mélanie nous aura interpellés au-delà de la singularité de cette classe sur un phénomène d'enseignement et de transposition didactique.

Conclusion

Je crois que vous avez maintenant bien vu que, sur cet épisode, nous avons essayé de pousser le plus loin possible la confrontation codisciplinaire, tout en constatant que cet exercice de confrontation est à la limite du faisable : en effet si nous sommes tous d'accord pour penser que le professeur envoie Mélanie au tableau à partir de l'énoncé suivant : « Mélanie tiens passe au tableau », dès lors que nous transformons cet énoncé objectif en une question de recherche : *Pourquoi Mélanie est envoyée au tableau à la minute 41 ?* les soucis commencent. D'entrée de jeu ce n'est pas une question qu'auraient formulée de cette manière nos amis didacticiens.
Ensuite, lorsque l'on veut répondre à cette question, chacun des chercheurs découpe le corpus afférent à cet événement de manière différente : pour la fin, par exemple, selon que l'on va jusqu'au bout de l'interaction publique (tout le temps que Mélanie passe au tableau) ou que l'on arrête cette phase lorsqu'un des objectifs didactiques a été atteint, ou qu'on l'arrête à « la honte » ou à « tu me réviseras la table des 7 » etc. Bien évidemment tous les chercheurs revoient l'ensemble de la séquence en fonction de l'événement de ce moment pour le comprendre. Et lorsque nous essayons de confronter nos thèses qui proposent toutes des raisons qu'aurait l'enseignant pour prendre cette décision d'envoyer Mélanie au tableau à la minute 41 et qui donnent du sens à cette interaction, nous constatons que les raisons avancées ne sont pas du même ordre.
On peut néanmoins les regrouper en deux catégories : des raisons didactiques qui pousseraient le professeur à faire avancer ce qui serait son projet didactique et des raisons de domination ou de soumission à son autorité. D'une part, il s'agirait pour lui de faire progresser le temps didactique en envoyant une élève sur laquelle est investi un certain capital de confiance didactique et d'autre part, il s'agirait de soumettre à son autorité une élève qui a montré des signes de non soumission. *Ces raisons ne se contredisent pas, elles se renforcent*

mutuellement, comme si la décision précise à ce moment-là servait plusieurs intérêts du professeur en même temps.
S'il n'y a pas de contradictions majeures entre les différentes thèses avancées, c'est plutôt les poids respectifs accordés à tel ou tel facteur sur lequel nous ne nous accordons pas.
En fait ces différences renvoient à la différence de pondération que chaque approche attribue à la part consciente et à la part inconsciente des actes du professeur.
Nous estimons d'ailleurs que le poids respectif accordé à ces parts inconscientes est le plus fort différentiateur entre nos approches.
En tout cas, l'abord codisciplinaire de cette séquence de cours, qui au départ voulait s'attacher surtout à mettre en relief l'hyper-complexité de la pratique de l'enseignant nous amène à mettre l'accent sur l'hyper-complexité de la manière dont les élèves risquent d'apprendre dans une situation de classe.

Nous voilà au terme de notre intervention.
Nous avons tenté de partager avec vous ce mode de travail que nous appelons codisciplinaire au plus près de ce qu'il représente pour nous, en tout cas, tel était notre objectif aujourd'hui.
Pour terminer, nous voudrions ouvrir, au-delà des questions de recherche, un questionnement sur la formation des enseignants. Nous souhaitons nous demander quels enseignements il est possible de tirer de notre expérience codisciplinaire pour la formation des enseignants ?
Il nous semble qu'il y a en quelque sorte deux voies possibles actuellement ; pour le dire vite, soit le formateur reste disciplinaire, et les formations se trouvent alors juxtaposées, soit le formateur tente à lui seul de porter et de conjuguer plusieurs approches, il est en quelque sorte polyglotte pour éviter cet éclatement des formations. Mais jusqu'où peut-on être polyglotte ?
La codisciplinarité pourrait suggérer une troisième voie, il s'agirait de concevoir la formation elle-même sur un mode codisciplinaire : nous avons quelques expériences ponctuelles allant dans ce sens mais cela reste en grande partie une voie à explorer.

ÉLÉMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

Berdot, P., Blanchard-Laville, C., & Chaussecourte, P. (1999), Analyse clinique d'une séquence de mathématiques en classe de cinquième. In C. Blanchard-Laville (Ed.), *Approches co-disciplinaires des pratiques enseignantes dans leurs rapports aux apprentissages différentiels des élèves* (pp. 97-105), Paris, INRP.

Chaussecourte, P. (2001), A Micro-Analysis of Video Images from a Mathematics Lesson, *International Journal of Applied Semiotics on Video and Semiotics*, Madison, Atwood.

Blanchard-Laville C. (2001), *Les enseignants entre plaisir et souffrance*, Paris, PUF.

Chevallard Y. (1985), *La transposition didactique*, Grenoble, La pensée sauvage Éditions.

Hatchuel F. (2000), Apprendre à aimer les mathématiques, Paris, PUF.

Mendel G. (1998), *L'acte est une aventure*, Paris, La Découverte.

Mosconi N. (2001),Comment les pratiques enseignantes fabriquent de l'inégalité entre les sexes, *Les dossiers des sciences de l'éducation*, Presses universitaires du Mirail, n°1.

Mosconi N. (1994), *Femmes et savoir. La société l'école et la division sexuelle des savoirs*, Paris, L'Harmattan.

Piaget. J. (1975), *L'équilibration des structures cognitives*, Paris, PUF.

Sirota R. (1988), *L'école au quotidien*, Paris, PUF.

Wulf C. (1999), *Anthropologie de l'éducation,* Paris, L'Harmattan.

Composition de l'équipe

RESPONSABLE :
Claudine BLANCHARD-LAVILLE
Professeure en Sciences de l'Éducation,
Université Paris X Nanterre,
Centre de Recherche Éducation et Formation, Université Paris X Nanterre,
Équipe Savoirs et Rapport au savoir.

Pierre BERDOT
Maître de Conférences en Mathématiques
Université Paris VI
Psychologue Clinicien
Laboratoire de Mathématiques fondamentales
Université Paris VI

Sylvain BROCCOLICHI
Psychologue clinicien
Docteur en Sociologie
Maître de conférences en Sciences de l'Éducation
Détaché à l'INRP-CRESAS

Alain BRONNER
Maître de conférences en Didactique des Mathématiques
I.U.F.M de Montpellier
Équipe ERES

Philippe CHAUSSECOURTE
Professeur agrégé de mathématiques
IUFM de Paris
Doctorant
Centre de Recherche Éducation et Formation, Université Paris X Nanterre,
Équipe Savoirs et Rapport au savoir.

Françoise HATCHUEL
Maître de conférences en Sciences de l'Éducation, Université de Paris X Nanterre
Centre de Recherche Éducation e Formation, Université Paris X Nanterre
Équipe Savoirs et Rapport au savoir.

Nicole MOSCONI
Professeure en Sciences de l'Éducation,
Université Paris X Nanterre,
Centre de Recherche Éducation et Formation, Université Paris X Nanterre,
Équipe Savoirs et Rapport au savoir.

Marie-Lise PELTIER
Maître de Conférences en Didactique de mathématiques
IUFM de Rouen
Équipe DIDIREM Paris VII

COMMUNICATIONS

Communication C1

RÉSOLUTION DE PROBLÈMES AUTOUR DU ROBOT DE PLANCHER

Eric GREFF

I QUESTIONNEMENT GÉNÉRAL. DÉFINITION DU VOCABULAIRE. CADRE THÉORIQUE.

L'objet de cette recherche est actuellement d'étudier ce que peuvent apporter aux *apprentissages premiers* les activités centrées autour de l'utilisation d'un véritable robot de plancher.

1 Les apprentissages premiers

Les apprentissages premiers évoqués sont ceux définis dans les programmes officiels de 1995[1]. Il s'agira pour nous de favoriser plus particulièrement les apprentissages premiers concernant :

- la structuration de l'espace (repérage dans le plan, latéralisation, représentation de trajets…),
- la structuration du temps (chronologie, séquentialité, anticipation…),
- la construction du nombre (estimation, comparaison de distances, fonction du nombre…),
- l'action dans le monde (conduite motrice, prise de repères, acceptation et respect de règles du jeu…),
- la communication (lexicale, syntaxique, structurelle, graphique…).

L'ouvrage de référence du Ministère de l'Éducation Nationale : « Les cycles à l'école primaire » [MIN 91], indique clairement que l'enfant de l'Ecole Maternelle doit s'ouvrir au monde et aux autres :

« *L'enfant adapte son comportement dans une situation où il n'est pas seul, coopère, établit des relations de plus en plus nombreuses, reconnaît l'autre, l'écoute…* ».

« *Il est capable, à l'occasion des activités qui lui sont propres, d'observer, d'interroger, de verbaliser ce qu'il comprend ou de le traduire par un dessin, une ébauche de schéma. Il accepte des activités contraignantes pour acquérir des savoirs nouveaux* ».

« *L'enfant apprend à fixer son attention, à observer, à se concentrer sur une tâche. Il doit pouvoir participer à un projet dont il connaît l'objet. Il comprend et exécute une consigne. Il doit pouvoir mettre en œuvre des stratégies de tâtonnement pour trouver des solutions aux problèmes qui lui sont proposés* ».

Sans les reproduire ici de manière totalement exhaustive, citons également les compétences en rapport avec la construction de l'espace relevées dans les textes officiels [MIN 91] et concernant les enfants du cycle 1 :

« *L'enfant affirme son autorité dans l'espace par rapport aux objets et aux personnes. Il connaît son corps, adapte ses comportements à l'activité exercée et manifeste de l'aisance corporelle* ».

[1] Bulletin officiel de l'Education Nationale n°5 du 9 mars 1995

« *Au cours d'explorations d'espaces de plus en plus étendus et nombreux, dans des durées diversifiées, l'enfant se situe dans un espace donné (classe, cour, rues, quartier…), sait parcourir un itinéraire simple, se donne des repères et des codes* ».

Le nouveau programme pour l'école maternelle [MIN 95] précise : « *Se repérer dans l'espace, se déplacer selon des consignes strictes, manipuler des indicateurs spatiaux du langage, sont des activités qui s'ordonnent tout au long du cursus de l'école maternelle. L'école maternelle doit permettre à l'enfant de donner un sens à ce repérage en passant de son point de vue à celui de ses camarades au travers d'activités nombreuses et diverses, jouant sur les trajets et parcours, réels ou représentés, et incluant leur description verbale* ».
Nous étudierons l'acquisition de ces apprentissages premiers principalement sur les élèves de Grande Section (GS) de l'Ecole Maternelle.

2 Le robot de plancher

La robotique pédagogique constitue un vaste domaine de recherche. Pour notre part, nous nous attacherons principalement à sa composante « robot de plancher ». En effet, nous nous intéressons plus particulièrement aux robots conçus pour initier l'apprenant à la démarche algorithmique. Parmi ces machines, la tortue de sol de **Seymour Papert** a fait figure de pionnière. Les buts de son expérience initiale sont clairs : « en apprenant à la tortue à agir ou à « penser », on en arrive à réfléchir sur sa propre action et sa propre pensée » [PAP 81].
La reconnaissance officielle de la robotique pédagogique permet de la définir comme une activité de conception, création, mise en œuvre, à des fins pédagogiques, d'objets techniques physiques qui sont des réductions aussi fidèles et signifiantes que possible de procédés/outils robotiques réellement utilisés dans la vie courante, en particulier en milieu industriel.
Le robot pédagogique est essentiellement fait, comme son nom l'indique, pour comprendre et apprendre [VIV 82], [TAN 87]. Sa ressemblance avec les robots industriels constitue donc une contrainte moins prioritaire que ses visées didactiques. Il permet néanmoins d'aborder l'informatique par un autre biais et selon d'autres contraintes que celles imposées par l'ordinateur, son écran et son clavier. « La manipulation de robots introduit la notion de logique de commande pour atteindre un objectif ou un but » [BOS 87].

Les travaux de robotique concernent la programmation d'une machine informatique qui fait intervenir l'algorithmique, le repérage dans l'espace, l'anticipation et la structuration temporelle d'événements.

Délibérément, nous ne nous intéresserons pas à la construction du robot, qui constitue un pan important de la démarche pédagogique liée à la robotique pédagogique, pour ne nous préoccuper que de sa programmation. Ceci est tellement prégnant que nous avons conçu une ingénierie didactique préalable à l'utilisation de véritable robot de plancher, n'utilisant aucune machine et intitulée : « le jeu de l'enfant-robot » décrite dans la suite de ce texte.
De nombreuses expériences relatives à l'utilisation de robots de plancher avec les très jeunes enfants ont été relatées durant les années 80 [BAS 81], [BOS 83], [PIL 84], [BEA 85], [CAL 85], [HEN 85], [PER 85], [LET 86], [PER 87], [BOU 88].]. Nous nous sommes naturellement appuyés sur ces travaux. Il s'agit ici de poursuivre ceux-ci sous l'angle de la résolution de problèmes. L'objet de cette recherche est d'étudier ce que peuvent apporter aux *apprentissages premiers* les activités centrées autour de l'utilisation d'un véritable robot de plancher.

II PROBLÉMATIQUE

Questionnement

Nous avons retenu de l'ensemble des instructions officielles concernant les apprentissages premiers les trois axes essentiels constitués par la construction de l'espace et du temps à travers des activités motrices, la construction du nombre et la socialisation. Nous avons déjà à notre disposition une série d'activités dont nous avons étudié et mesuré les apports à la construction de l'espace et à sa représentation [GRE 96b]. Nous y avons notamment observé les acquisitions concernant la latéralisation, la séquentialité, la description et l‘explicitation de parcours (précision du langage).

Nous vous proposons ici une série de travaux portant sur la bande numérique, l‘estimation de longueur et les pivotements qui constituent de véritables activités de résolution de problème en Grande section de l‘Ecole Maternelle en utilisant un robot de plancher. Que le robot de plancher soit un excellent support pour la résolution de problème n‘est plus à prouver mais peut-être n‘est-il pas superflu de le rappeler. Nous présenterons donc une série de situations d‘apprentissage et exposerons les différentes stratégies utilisées par les élèves pour répondre aux problèmes proposés. Nous expliciterons plus particulièrement les observations qui nous sont apparues comme relevant typiquement de l‘activité de résolution de problème.

III MÉTHODOLOGIE

1 Présentation du matériel pédagogique

Le « Roamer » Valiant

Au cours de notre travail de recherche, nous avons été mis en contact[2] avec la société Valiant Technology de Londres qui fabrique, depuis 1988, un robot pédagogique dénommé « Roamer ». Si celui-ci est largement diffusé en Grande-Bretagne ainsi qu‘au Québec, il est encore quasiment inconnu en France. Le robot « Roamer » nous a semblé présenter des similitudes intéressantes avec notre travail et de réels atouts pédagogiques. Il correspond à notre cahier des charges sauf en ce qui concerne la lecture globale des cartes-instructions. Notre collaboration future avec la société Valiant permettra, sans doute, de gommer cette différence.

[2] grâce à Benoît Limbos de l'Université Libre de Bruxelles

Ce robot a l'apparence d'une sphère aplatie qui, à l'origine, est trop symétrique pour montrer l'orientation du robot mais qui peut être librement décoré (grâce à des « kits d'habille-ment » distribués par le fabricant), ce qui permet à la fois de l'orienter et de le personnaliser. Sur sa face supérieure, il possède un clavier souple dont les touches correspondent à des instructions. Celles-ci per-mettent la programmation du robot qui pourra ainsi se déplacer, pivoter, faire de la musique, temporiser et également mémoriser des procédures. Un certain nombre de modules additionnels sont proposés par le fabricant tels une console de contrôle, un module de dessin permettant au robot de laisser une trace au sol, un kit d'éclairage ou de capteurs… Notons que le terme employé par le fabricant pour désigner ce produit est « Roamer », ce qu'on pourrait traduire par « randonneur ». Le robot Valiant est commercialisé au prix de 94£ (≈ 900 FF).

2 Méthodologie de recherche

1. Dispositif expérimental

Afin de mettre les enfants en situation de résolution de problème, nous avons travaillé avec deux classes expérimentales de Grande Section de l'Ecole Maternelle Jean Guillon à Boulogne-Billancourt.
L'expérimentation s'est déroulée en 1999-2000 à raison d'une à deux séances par semaine.

Ces exercices portent sur :

- La construction du nombre (à partir d'une bande numérique, se rendre successivement sur des nombres donnés) ;
- L'estimation de longueur (l'unité de longueur d'avancement du robot étant définie, estimer la distance qui le sépare d'une cible) ;
- Les pivotements
- Le repérage sur quadrillage (anticiper un trajet sur quadrillage afin d'atteindre un but fixé).

Nous souhaitions observer la réussite (et la stratégie) de l'élève, par rapport à ces problèmes.
Afin de mesurer ces notions, il a été tourné un film observant le travail de l'enfant.

2. Description des séances expérimentales

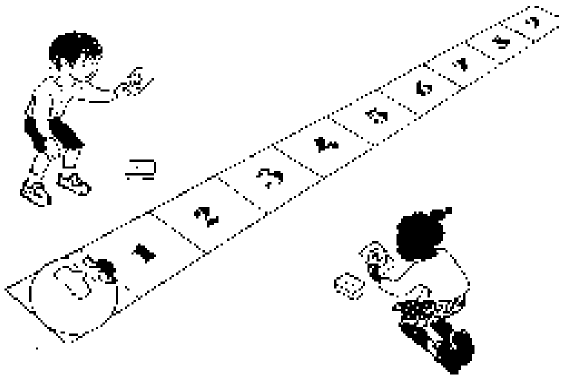
Séance n° 0. Familiarisation avec le matériel
Matériel
Trois robots « Roamer »
Forme de travail :
En petit groupe, puis individuelle.
Durée : 30 minutes. Séance renouvelée une fois pour consolider l'apprentissage.

Objectifs pédagogiques :
Cette séance a pour but d'expliquer au groupe le maniement élémentaire du robot. Les enfants ont l'occasion de se familiariser avec l'environnement qui leur échoit et de manipuler les machines.

Déroulement, consignes :
Après une présentation en petit groupe (9 élèves), les enfants manipulent individuellement les machines sur un quadrillage vierge. Ils utilisent la syntaxe particulière aux machines (une flèche suivie d'un nombre), font avancer, reculer et pivoter le mobile. Il leur est également demandé d'enchaîner plusieurs instructions élémentaires.

Bilan :
Les enfants des 4 groupes se sont rapidement familiarisés avec l'outil. Ils retiennent fort bien qu'un programme commence en pressant 2 fois consécutivement la touche rouge (pour effacer la mémoire de la machine), qu'une instruction est constituée d'une flèche suivie d'un nombre et que la touche verte permet de lancer le programme.
Nous avons pu observer, pour l'ensemble des groupes, lors de cette première séance, que les enfants font plus volontiers du « pas à pas » (une instruction, une exécution, une instruction, une exécution…) que de la programmation enchaînée (un groupe d'instructions, une exécution).
En ce qui concerne les enfants manipulant le robot…
Nous avons noté la fascination, difficilement quantifiable, des élèves observant le robot se déplaçant en fonction des ordres qu'ils lui ont donnés.

Séance n° 1 : Bande numérique



Matériel :
Une bande numérique numérotée de 1 à 9, le mobile placé sur la case 0 de la bande numérique, des cartes-nombres.

Forme de travail :
Chaque enfant, joue individuellement, à son tour, sous le contrôle de l'observateur. Le « programmeur » doit presser, sur le clavier du mobile, la séquence d'instructions qui lui semble convenable.
Durée : 10 minutes.
Objectifs pédagogiques :
travailler sur l'anticipation faisant intervenir le comptage.
Déroulement, consignes :
1. Le robot est en 0. « Ecris le programme qui permettra au mobile d'aller sur la case dont le numéro est 5 ».
2. Le robot est en 2. « Ecris le programme qui permettra au mobile d'aller sur la case dont le numéro est 6 ».
3. Le robot est en 6. « Ecris le programme qui permettra au mobile d'aller sur la case dont le numéro est 1 ».
4. Le robot est en 4. « Ecris le programme qui permettra au mobile d'aller sur la case 7 puis sur la case 5 ».

5. Si je programme « avance 3 recule 1 » alors que le robot est en 4, où va-t-il s'arrêter ?

Bilan

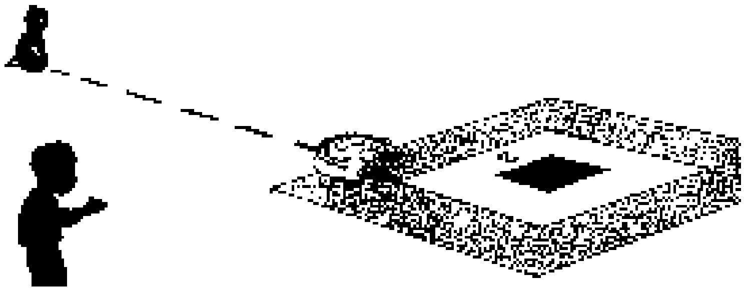
On constate que la quasi totalité des enfants (30/32) a mémorisé le maniement du matériel. Les élèves savent qu'il faut :

- appuyer 2 fois consécutives sur la touche rouge avant de commencer.
- appuyer d'abord sur la flèche puis sur un nombre pour faire avancer (ou reculer) le mobile.
- Appuyer sur la touche verte pour lancer le programme.

Ils ont (presque) tous (30/32) convenablement réussi l'exercice emmenant le mobile de la case n° 0 à la case n° 5.

Très peu d'élèves (6/32) ont trouvé, du premier coup, le programme permettant au robot d'aller de la case 2 à la case 6 . La plupart d'entre eux (24/32) a programmé **↑6**, confondant le numéro inscrit sur la case à atteindre et le nombre de pas à faire exécuter au mobile pour qu'il l'atteigne.
La réussite à l'exercice 3 (aller de la case n° 6 à la case n° 1) est bien meilleure qu'à l'exercice 2 bien qu'une instruction de type « recule » soit introduite. En effet, presque la moitié des élèves (14/32) réussit l'exercice, tenant très probablement compte de son échec à l'item précédent.
En ce qui concerne la moitié qui échoue, on peut faire la même remarque que pour l'item précédent (confusion entre le numéro inscrit sur la case à atteindre et le nombre de pas à faire exécuter au mobile).

Plusieurs enfants (4/32) souhaitaient faire faire demi-tour au robot pour l'item 3 plutôt que de le faire reculer.



Séance n° 2 : Cible **Date :3 /11/98**

Matériel : Une ligne matérialisée au sol, le mobile placé sur un repère à l'extrémité de la ligne, une cible dessinée à l'autre extrémité de la ligne. On aura préalablement para-métré le pas du robot convenablement.

Forme de travail :
Chaque enfant, joue individuellement, à son tour, sous le cont « programmeur » doit presser, sur le clavier du mobile, la séque semble convenable.
Durée : 10 minutes.
Objectifs pédagogiques :

- se familiariser avec la notion de longueur.
- être capable d'anticiper un résultat.
- estimer une mesure en tant que multiple d'une mesure de référen
- être capable de remettre en cause, d'ajuster son résultat en fonction de ses essais antérieurs, établir une stratégie.

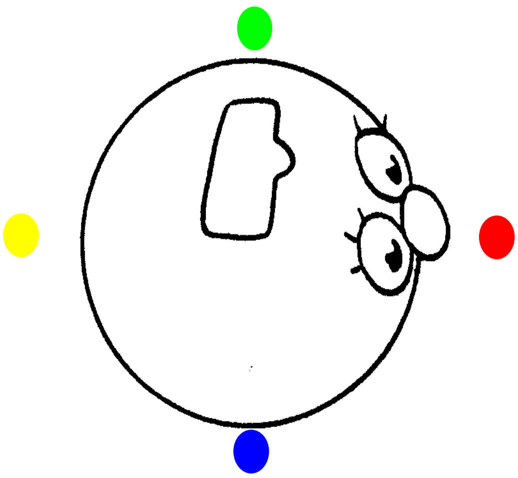
- argumenter, utiliser le vocabulaire topologique « trop loin », « plus loin que », « pas assez loin ».

Déroulement :
Le mobile est placé, à chaque essai, dans une case repère de départ.
Faire quelques essais préalables avec le programme **CM CM ↑1 GO** afin de se familiariser avec l'unité de longueur.

Consignes :
1. s'adressant au joueur : « Programme le mobile pour qu'il se retrouve au centre de la cible ».
2. « Tu as droit à un deuxième essai. Recommence ».

Bilan
Cet exercice est difficile pour les enfants. On constate que les enfants font, au départ, une estimation tout à fait aléatoire. Puis, peu à peu, ils utilisent des repères comme les dalles au sol qu'ils comptent. A la fin, ils prévoient le déplacement du robot en estimant avec leur main, et en se déplaçant la valeur de chaque pas.

Séance n° 3 : Pivotements
Matériel :



4 points cardinaux représentés par des pastilles de différentes couleurs, le mobile placé au centre des points cardinaux et dirigé vers le rouge, des cartes-nombres et des cartes de pivotement « Pivote à droite » et « Pivote à gauche », 2 reproductions photocopiées de la fiche-dessin descriptive par élève.

Forme de travail :
Chaque enfant, joue individuellement, à son tour, sous le contrôle de l'observateur. Le « programmeur » doit presser, sur le clavier du mobile, la séquence d'instructions qui lui semble convenable.

Durée : 10 minutes

Objectifs pédagogiques :
- pratiquer la notion de pivotement,
- aborder les notions de quart de tour, demi tour et tour complet,
- utiliser éventuellement le vocabulaire topologique « à droite », « à gauche ».

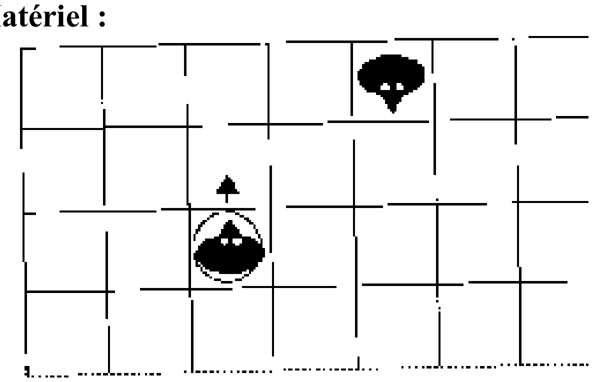
Déroulement
Après un ou deux essais de « révision », l'observateur indique successivement au programmeur un point coloré que le mobile peut atteindre :
1. en faisant un ¼ de tour à droite ;
2. en faisant un ½ tour ;
3. sans rien faire.

Consigne : Dans chacun des 3 cas :« Ecris le programme qui permettra au mobile de se retrouver successivement face aux points colorés indiqués ».

Bilan
Cette série d'exercices a été détaillée dans la revue N.

SÉANCE N° 4 : ACTIVITÉS SUR QUADRILLAGE

Matériel :



Un quadrillage carré dont la taille des cases permet de contenir le mobile.
Le mobile sera paramétré pour aller, en un pas, du centre d'une case au centre de la case suivante.
On paramètrera également l'unité d'angle à 90°.
Le mobile sera placé sur le quadrillage comme défini ci-contre.

Forme de travail :

Chaque enfant, joue individuellement, à son tour, sous le contrôle de l'observateur. Le « programmeur » doit presser, sur le clavier du mobile, la séquence d'instructions qui lui semble convenable.

Durée : 10 minutes

Objectifs pédagogiques :

- se projeter dans l'espace et dans le temps.
- codage de programme.

Déroulement, consigne :

- S'adressant à l'enfant : « Sur le quadrillage, j'ai placé un mobile à sa position d'arrivée, une fois qu'il aura exécuté son programme. Trouve le programme permettant au mobile d'aller de sa case de départ à la case d'arrivée ».

Bilan

L'exercice proposé n'a pas été réussi. Les enfants, rappelons-le, n'ont pas suivi d'autre formation que celle correspondant au maniement de base du mobile. Cet échec montre, s'il en était besoin, qu'il n'est absolument pas suffisant de connaître les instructions permettant de faire avancer, reculer ou pivoter le mobile pour lui faire exécuter des parcours précis.
On aurait raisonnablement pu penser que les élèves utiliseraient des procédures « pas à pas » pour se rapprocher peu à peu de la case à atteindre. Il n'en a rien été. Si les enfants ont effectivement effectué des procédures « pas à pas », ils ont généralement privilégié le pivotement comme première instruction et se sont trouvés dépourvus pour la suite du programme. En effet pratiquement aucun enfant (2 sur 34) n'a su rectifier un programme qui « partait mal ».
Il est à noter que la très grande majorité des enfants travaillant avec le robot (14/17) utilise l'instruction **➘3** (ou parfois **➘4**) comme unique instruction qui suffirait au robot pour rejoindre la case voulue. Les élèves expriment clairement que le robot doit d'abord tourner vers la droite (**➘**) , sous-entendu dans la direction qui les arrange, c'est-à-dire à 45°, avec l'idée que le mobile va rejoindre son but « en diagonale ». Ils comptent ensuite (physiquement), avec plus ou moins d'exactitude, les cases à franchir « en diagonale ». S'ils comptent la case où le mobile se trouve déjà (erreur courante chez des enfants de cet âge), ils arrivent au nombre 3 et donc à l'instruction **➘3** comme unique instruction leur permettant d'atteindre le but. Leur désappointement, à l'exécution de ce programme, est important (pour eux le robot doit faire ce qu'ils souhaitent et qui n'est pas ce qu'ils ont programmé) ; la plupart des enfants déclare cependant ne pas avoir d'autre idée pour atteindre le but fixé.

CONCLUSION PARTIELLE

Au vu de la faible réussite de cette dernière séance et pour ne pas renouveler une situation d'échec pour les élèves, nous avons pris, en accord avec les enseignantes des classes, la décision d'interrompre l'expérimentation à ce stade. En effet, nous pensons avoir atteint les limites de ce qu'un enfant de 5 ans, en début de Grande Section, est capable de faire avec la formation limitée (sans préalable corporel) qui lui a été prodiguée. Ce premier bilan dressé, nous allons maintenant commencer une véritable formation de l'élève prenant notamment en compte le schéma corporel et progressant, pas à pas, dans les apprentissages... et dans la réussite.

IV CONCLUSION

L'analyse de ces quelques séances a révélé essentiellement les résultats importants suivants :

1°) Tout d'abord, la connaissance des instructions de bases d'utilisation du mobile, si elles sont immédiatement mémorisées, ne permettent pas d'accéder avec succès à des activités de déplacement sur quadrillage. A ce propos, notre expérience de plusieurs années concernant le « jeu de l'enfant-robot » [GRE 96b] dans lequel c'est le jeune enfant qui « joue le rôle » du robot nous a permis d'observer que lorsque les instructions de déplacements élémentaires sont enseignées à l'enfant, celui-ci les utilise sans difficulté pour effectuer des parcours sur quadrillage. Dans le cas du jeu de l'enfant-robot, l'élève met plus de temps pour apprendre les mouvements fondamentaux (avance, recule, pivote à droite, à gauche) puisqu'il doit les exécuter lui-même parfaitement en commençant et finissant « pieds joints », en effectuant des « quarts de tours » difficiles pour lui, en « reculant d'un pas » avec une assurance qui n'est pas innée. Cependant, cet apprentissage « intégré par le corps » lui permet presque aussitôt d'effectuer avec succès des parcours sur quadrillage.
L'utilisation du robot de plancher permet un apprentissage rapide des commandes de bases qui reste trop superficiel pour aborder des problèmes mettant en œuvre ces commandes dans des activités de parcours.

2°) Les activités autour du pivotement sont assez bien réussies par les enfants utilisant le robot. Indirectement, là encore, le travail du corps constitue une composante essentielle de ce résultat. En effet, c'est la capacité à se déplacer et à se mettre « dans le même sens » que le robot de plancher qui favorise la réussite.

3°) Les activités concernant l'estimation de longueur sont, là encore, favorisées par l'utilisation du corps... Le fait que l'enfant puisse « compter » en appuyant sa main au sol (afin d'estimer le nombre de pas de robot à exécuter) marque le déclenchement de la réussite à l'exercice.

4°) A ce titre, l'utilisation de la bande numérique est très révélatrice dans la mesure où elle constitue un espace continu dans lequel l'enfant utilisant le robot de sol peut « s'aventurer » physiquement pour compter les cases.

Les situations proposées sont de réelles activités de résolutions de problèmes. On y voit avec plaisir ce qu'on souhaiterait voir dans tout cours de mathématiques :
- des enfants chercher avec enthousiasme,
- tenter d'imposer leur idée,
- accepter leurs erreurs,
- prendre en compte les erreurs commises par eux ou d'autres pour finalement réussir,
- proposer une autre stratégie alors que le problème a déjà été résolu,
- être capable de vérifier que le résultat trouvé correspond bien à la consigne énoncée.

Nous avons, en outre, travailler sur des apprentissages premiers essentiels tel que :

- la construction du nombre
- la construction de l'espace
- l'estimation de longueur
- la séquentialité,
- l'anticipation,
- le respect des consignes,
- les raisonnement hypothético-déductifs implicites (si le robot pivote à droite alors la quille rouge…).

Nous continuerons de nous interroger sur les différentes questions posées (énoncé et interprétation de la consigne, choix de stratégies, gestion de la surcharge d'informations…) qui sont apparues dans ces activités et que l'on retrouve à d'autres niveau de l'école primaire… et même au delà.

Dans ce type d'activité, l'utilisation du robot programmable est un atout essentiel qui permet de valider immédiatement la solution proposée. Dès lors que son maniement ne constitue plus un problème, il offre l'indéniable intérêt d'un objet cybernétique, à la programmation rigoureuse, qui permet de vérifier (ou d'infirmer), de manière prégnante, les hypothèses avancées. Il constitue un excellent auxiliaire à de véritables activités de résolutions de problèmes en Grande Section de Maternelle.

BIBLIOGRAPHIE

[ARS 70] ARSAC Jacques, *La science informatique*, Dunod, 1970

[BAS 81] BASTIDE Pierre, LE TOUZÉ Jean-Claude, Prototype d'un dispositif autonome programmable par de jeunes enfants, Revue Française de pédagogie n° 56, INRP, 1981

[BEA 85] BEAU DE MOULIN S., Tortue de sol et apprentissage de symboles en grande section de maternelle, Colloque "l'enfant et l'ordinateur". Rouen, 1985

[BOS 83] BOSSUET Gérard, L'ordinateur à l'école./ L'éducateur, PUF, 1983

[BOS 87] BOSSUET Gérard, *Sécante. Conséquence 1*, Université Paris VI, 1987

[BOU 88] BOULE François, L'informatique, l'enfant, l'école, Armand Colin-Bourrelier, 1988

[CAL 85] CALMY-GUYOT Gisèle, Informaticiens en herbe., Ecole La Fontaine, Meudon, 1985

[COM 84] COMBES-TRITHARD Françoise, Enregistrer, lire, programmer à l'école maternelle, Armand Colin-Bourrelier, 1984

[DEL 94] DELANNOY Paul, *Peut-on enseigner un langage que personne ne parle ?*, Actes du 4ième Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Québec, 1994

[DEN 94] DENIS Brigitte, *Agir avec la tortue LOGO, agir avec l'ordinateur à l'Ecole Maternelle*, Centre technique de l'Enseignement de la Communauté française, Frameries, Belgique, 1994

[DUC 90] DUCHÂTEAU Charles, *Images pour programmer : un environnement pour l'apprentissage de l'algorithmique,* Actes du 2ème Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Namur, 1990

[DUC 93] DUCHÂTEAU Charles, *Robotique-Informatique : mêmes ébats, mêmes débats, mêmes combats ?* Actes du 4ème Colloque de Robotique Pédagogique, Liège, 1993

[DUC 94] DUCHÂTEAU Charles, *Faut-il enseigner l'informatique à ses utilisateurs ?* Actes du 4ème Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Québec, 1994

[GRE 95 a] GREFF Éric, *Une année de logique et algorithmes avec les 5/6 ans,* Nathan Éducation, 1995

[GRE 95 b] GREFF Éric, *Comment introduire la pensée algorithmique auprès de jeunes enfants à travers le jeu de l'enfant-robot*, *Journée sur la recherche à l'IUFM de l'Académie de Versailles*, 1995

[GRE 96 a] GREFF Éric, *Les apports du jeu de l'enfant-robot à la didactique de l'informatique, Actes du 5ème Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique,* Monastir, 1996

[GRE 96 b] GREFF Éric, *Le jeu de l'enfant-robot : une démarche et une réflexion en vue du développement de la pensée algorithmique chez les très jeunes enfants,* Thèse de Doctorat de l'Université Pars VII, Juin 1996

[HEN 85] HENAFF Françoise, BASTIDE Anne, Informaticiens en herbe, École Maternelle Jean de la Fontaine, Meudon, 1985

[LET 86] LE TIRILLY Marc, Quelques visées éducatives : l'enfant programmeur, CNDP, CRDP de Marseille, 1986

[MIN 86] Ministère de l'Éducation Nationale. Direction des Écoles, *Orientations pour l'école maternelle*, 1986

[MIN 91] Ministère de l'Éducation Nationale. Direction des Écoles, *Les cycles à l'école primaire*, Cndp, Hachette Écoles, 1991

[MIN 95] Ministère de l'Éducation Nationale. Direction des Écoles. *Programme pour l'école maternelle*, 1995

[PAI 88] PAIR Claude, *L'apprentissage de la programmation,* Actes du 1er Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Paris, 1988

[PAP 81] PAPERT Seymour, *Jaillissement de l'esprit,* Flammarion, 1981

[PER 85] PERES Jacques, *Recherches en didactique sur l'utilisation de la tortue de sol. Compte rendu d'une préexpérimentation,* Université de Bordeaux, 1985

[PER 87] PERES Jacques, *Recherches menées à l'IREM de Bordeaux sur l'utilisation de la tortue de sol LOGO à l'École Maternelle*, Université de Bordeaux, 1987

[PEY 88] PEYRIN Jean-Pierre, GUÉRAUD Viviane, *Un jeu de rôles pour l'enseignement de la programmation,* Actes du 1er Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Paris, 1988

[PEY 92] PEYRIN Jean-Pierre, *Une variété d'expressions des algorithmes pour mieux apprendre à raisonner*, Actes du 3ième Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Sion, 1992

[PEY 94] PEYRIN Jean-Pierre, *Enseigner la programmation : quoi ?, pourquoi ?, comment ?,* Actes du 4ième Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Québec, 1994

[PIL 84] PILLOT Jacqueline et Christian, L'ordinateur à l'école maternelle, Armand Colin-Bourrelier, 1984

[ROG 88] ROGALSKI Janine, *Méthode de programmation*, Actes du 1ier Colloque Francophone de Didactique de l'Informatique, Paris, 1988

[TAN 87] TANGUY R., *Un réseau de mobiles autonomes pour l'apprentissage de la communication*, Thèse d'Université Paris VI, 1987

[VIV 82] VIVET Martial, *LOGO : un environnement informatique pour la formation d'adultes*, Actes du Colloque National LOGO, Clermont-Ferrand, 1982

Communication C2

ENSEIGNER LES MATHÉMATIQUES DANS LES ÉCOLES COMMUNAUTAIRES, DANS LA SAVANE AU NORD DU TOGO.

(PROJET SAVANES, PARTENARIAT AIDE&ACTION-GREF)

Patrick DEBÛ

Résumé de la séance.
Dans un premier temps le contexte est décrit. Puis les principaux problèmes rencontrés du point de vue des mathématiques et de leur apprentissage sont évoqués. Les choix effectués et les éléments de validation sont exposés. Une discussion s'organise autour de ces différentes rubriques.
Dans la suite une partie des informations sont données en annexe.

LE « PROJET SAVANES ».

L'enseignement de base est l'objet d'une grave crise au Togo depuis un grand nombre d'années. L'enseignement officiel, extrêmement formel, est caractérisé par un taux de redoublement insupportable, des effectifs très lourds dans les petites classes (les CP1 de plus de 150 enfants sont monnaie courante), une évaporation importante des élèves, notamment des filles, bref un rendement des plus faibles. La langue d'enseignement est le français que peu d'enfants pratiquent à la maison. Les écoles normales n'ont plus recruté pendant des années avec les conséquences qu'on peut imaginer. Enfin l'état n'assure pas la scolarisation de tous les enfants en particulier dans les zones rurales.

Le « Projet Savanes » est d'une des opérations montées par l'ONG Aide&Action, en partenariat avec le Gref[1], en réponse à ces problèmes. Il s'agit de convaincre et d'aider les paysans à prendre en main la scolarisation de leurs enfants. Aide&Action construit les écoles avec la participation des parents, les équipe sommairement, aide au recrutement d'éducateurs et prend en charge le coût de leur formation. Ses animateurs assurent un suivi auprès des conseils de parents dans les villages. Enfin l'ONG recrute des instituteurs (quatre), les « co-formateurs », qui prennent le relais des européens à l'issue des trois années du projet. Le projet Savanes est conçu sur une durée de trois ans. Un centre de formation est construit à Dapaong, préfecture de la région, à partir de concours financiers extérieurs. La formation des éducateurs se fait en alternance.

Les élèves sont les enfants des paysans. Les effectifs sont limités à 40 par classe, la parité fille-garçon est imposée. Il ne doit pas y avoir de redoublement, les méthodes actives sont promues, la langue d'enseignement est le Ben[2] la première année, le français à partir de la seconde. Dans les écoles les enfants ne disposent que d'une ardoise, un cahier et un livre de lecture. A l'issue des trois premières années de scolarité les enfants rejoignent les écoles

[1] Groupe des retraités éducateurs sans frontières où militent de nombreux collègues pensionnés.
[2] Langue de l'ethnie Moba qui peuple le département de Tône au nord ouest du Togo.

officielles ou les EDIL[3]. Une école communautaire comporte donc un CP1, puis la seconde année un CP et un CP enfin la troisième année les trois niveaux CP1, CP2 et CE1. Au cours de la troisième année environ 2 000 enfants fréquentaient les 23 écoles communautaires.

Les éducateurs : ils sont recrutés dans l'environnement des communautés villageoises. Ils sont sensés avoir le niveau scolaire de quatrième. Dans la pratique leur niveau académique varie de celui d'un élève du CM2 à celui d'un élève de seconde. La première année, leur âge s'étendait de 19 ans à 43 ans.

Le rôle du Gref : concevoir les programmes, participer au recrutement et assurer la formation des éducateurs, suivre la scolarisation des enfants sur le terrain, assurer la formation des co-formateurs[4].

LES QUESTIONS POUR L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES.

Pourquoi enseigner les mathématiques et quelles mathématiques enseigner ?

- Faut-il se limiter à des objectifs pratiques : le calcul appliqué aux échanges monétaires, aux mesures de quelques grandeurs (seul le coton fait l'objet de pesées, les échanges locaux utilisent des unités de volumes comme le « tas », la « bassine », la « calebasse », la « bouteille » etc.), avec l'idée que la plupart des enfants resteront au village, ne poursuivront pas une scolarité « longue », et devraient acquérir des compétences leur permettant de participer au développement local ?
- Les parents caressent l'espoir, du moins pour leurs garçons, que leurs enfants apprennent le français, acquièrent des diplômes et s'assurent des situations plus rémunératrices et moins astreignantes que les leurs. Les choix doivent-ils être dictés par ces considérations, la ligne de mire étant alors les cursus officiels ?
- Les ONG maîtres d'œuvre visent le développement durable et la formation des citoyens. Les mathématiques jouent-elles un rôle important dans ce domaine et celui-ci doit-il servir de guide : esprit critique, rigueur, argumentation, …, honneur de l'esprit humain ?

Quelles méthodes et quels moyens mettre en œuvre ?

- Comment prendre en compte l'extrême pauvreté ?
- Comment tenir compte du très faible niveau de formation initiale des éducateurs ? Ceux-ci ne disposent, de plus, dans leur classe, d'aucun support matériel autre que ceux confectionnés pendant leur formation alternée : pas de manuels, de recueils d'exercices, etc.
- Comment prendre en compte la taille des effectifs et la volonté de pratiquer des méthodes actives permettant tout au moins aux enfants de s'exprimer, d'échanger, de produire des connaissances …
- Comment prendre en compte l'environnement culturel ? La parole des anciens est synonyme de vérité. La tradition scolaire est celle de l'écoute et de la répétition. Les enfants ne sont pas autorisés à interroger l'adulte …

La principale difficulté rencontrée est ~~-~~

[3] Ecoles d'initiative locale : les instituteurs sont recrutés directement par les parents d'élèves mais le système d'enseignement est calqué sur l'école officielle … avec un personnel moins ou pas du tout formé.
[4] Voir annexe 1.

~~L~~le niveau académique des éducateurs et la force de l'impact des méthodes de l'école formelle sur leurs pratiques pédagogiques.

NOS CHOIX.

Nous avons opté pour l'enseignement de mathématiques « culturelles » et bâti un cursus « ambitieux » en faisant deux hypothèses :

- Les enfants des paysans de la savane ne sont pas dans une situation d'infériorité en ce qui concerne l'apprentissage des mathématiques (l'absence de l'écrit dans l'environnement constituant en revanche un handicap sérieux à l'apprentissage de la lecture). L'enseignement dans la langue locale la première année représente de plus un avantage important par rapport à l'enseignement dans les écoles officielles ou les EDIL.
- En se fixant comme objectif le développement de l'esprit critique, la nécessité d'argumenter, la pratique du tâtonnement et de la conjecture sur un programme d'étude des nombres et de la numération, du calcul raisonné et des relations entre les objets de l'espace, on gagne de surcroît de meilleurs performances dans la pratique des mathématiques utilitaires qu'en mettant directement l'accent sur ces dernières.

Quelques exemples :

- Numération construite à partir de la question « comment écrire tous les nombres ?» posée concrètement aux enfants. Le passage à la numération de position décimale ne venant qu'après de multiples activités faisant surgir écritures additives, groupements hétérogènes puis groupement par dix. *De façon anecdotique la numération orale des Moba est décimale et régulière : on dit piig yén yénn (dix et un), piig yén ŋanlé (dix et deux), etc. Pourtant les enfants rencontrent les mêmes difficultés à saisir le groupement de dix dans la dizaine ou de cent dans la centaine que les petits français. A confronter avec l'expérience de notre collègue Brissiaud.*
- ~~…~~
- Jeu des calebasses qui disent toujours la vérité pour raisonner sur l'ordre sur les entiers.
- Pratiques d'alignement de cailloux et pliage de « papier sac-ciment » pour construire le sens « projectif » de la ligne droite.

Nos choix et méthodes, assez classiques, se sont heurtés

- d'abord à l'incompréhension des éducateurs longtemps persuadés qu'il suffit de dire « le vrai » et que le reste est perte de temps et complication ;
- ensuite à la difficulté, très évidente dans leurs conditions de vie et de travail, de construire des exercices individuels pour l'entraînement et l'évaluation. Les éducateurs ne disposent pas d'autres supports que ceux fabriqués dans les phases de formation.

Pour surmonter ces handicaps nous avons essayé de conduire les phases de formation à l'image de ce qu'on aurait souhaité qu'ils pratiquent dans leurs classes : travail de groupes, ateliers d'élaboration d'exercices ou de matériel, discussion des conseils, droit à la critique etc[5]. Avec des résultats modestes.

[5] Voir en annexes quelques exemples de production.

EVALUATION DES COMPÉTENCES EN MILIEU DE TROISIÈME ANNÉE (CE1)

Il ne s'agit pas d'une évaluation scientifique. Elle a consisté~~e~~ à proposer les mêmes épreuves aux enfants du CE1 des écoles communautaires et aux enfants d'une classe de CE1 d'une école officielle de la ville de Dapaong (école Bodjoal). Les épreuves ont été élaborées en commun avec l'inspection et le maître en charge de l'école pour éviter des choix favorisant l'un des deux groupes. Elles ont porté~~es~~ sur le français et les mathématiques. Les résultats ont donné un avantage significatif aux écoles communautaires en mathématiques et un avantage en français à l'école officielle.

~~Ils font apparaître que les résultats des enfants des écoles communautaires sont légèrement, mais significativement, meilleurs en mathématique que ceux de l'EPP et sont légèrement inférieurs en français.~~ Le fait que les tests n'aient été proposés qu'à une seule EPP peut affaiblir la prétention de généraliser les résultats. Cependant ces derniers apportent tout de même des renseignements intéressants.
Les tests ont été élaborés en concertation avec l'inspection de l'éducation nationale togolaise. Ils ne favorisent pas l'une ou l'autre filière (EC, EPP).

Les enfants des Écoles communautaires vivent dans un environnement éducatif défavorable par rapport à ceux de l'EPP comme le met en évidence le tableau ci-dessous.

Écoles communautaires	**EPP Bodjoal**
Faible niveau de formation académique des éducateurs, faible niveau en français écrit voire parlé.	Instituteurs ayant bénéficié d'une formation académique effective.
Enfants des villages des ~~S~~savanes.	Enfants de la ville.
Enfants dans leur troisième année de scolarité.	Enfants ayant de trois à sept années de scolarité, conséquence des taux de redoublements effrayants.
Environnement très pauvre en écrits. Économie de subsistance.	L'écrit est visible partout : affiches, publicités, enseignes. Le livre et le journal sont présents dans l'environnement. Économie monétaire prédominante.
La langue française n'est pas pratiquée dans les villages. La grande majorité des villageois l'ignore totalement.	Le français est parlé par une minorité de citadins. Il est utilisé comme langue de communication entre les membres d'ethnies différentes.

On est en droit de penser que les meilleurs résultats en mathématique des enfants des écoles communautaires sont la conséquence de la mise en œuvre des méthodes des pédagogies actives et des choix de contenu mais, plus encore, par l'utilisation du Ben comme langue d'enseignement la première année. Cette seconde caractéristique des écoles communautaires est, par ailleurs, une condition de mise en œuvre des pédagogies actives : l'enfant peut ainsi s'exprimer librement et il comprend ce que ses pairs et son éducateur lui disent.

En revanche, les résultats inférieurs en français semblent indiquer que les raisons qui expliquent les succès en mathématique ne s'appliquent pas à la première discipline. On est en droit d'émettre l'hypothèse suivante : le transfert espéré de la lecture en Ben à la lecture en

français ne s'effectue pas. Le temps, très important dans l'emploi du temps du CP1, consacré à l'apprentissage du Ben écrit ne contribue ni à former des lecteurs effectifs du Ben ni à faciliter l'apprentissage du français écrit. Peut-être parce que la durée d'enseignement du Ben écrit est trop courte : le projet initial prévoyait deux années d'enseignement en Ben et non une seule. En deux ans la grande majorité des enfants apprennent effectivement à lire ce qui n'est pas le cas en un an.
Cette petite tentative d'évaluation est corroborée par ailleurs par les évaluations de fin d'année interne aux écoles communautaires[6], aux constats des nombreuses visites de classes effectuées par les greffons et les co-formateurs et par les impressions d'une délégation Burkinabé venue étudier le travail effectué sous l'égide d'Aide&Action au mois de mai 2 000.

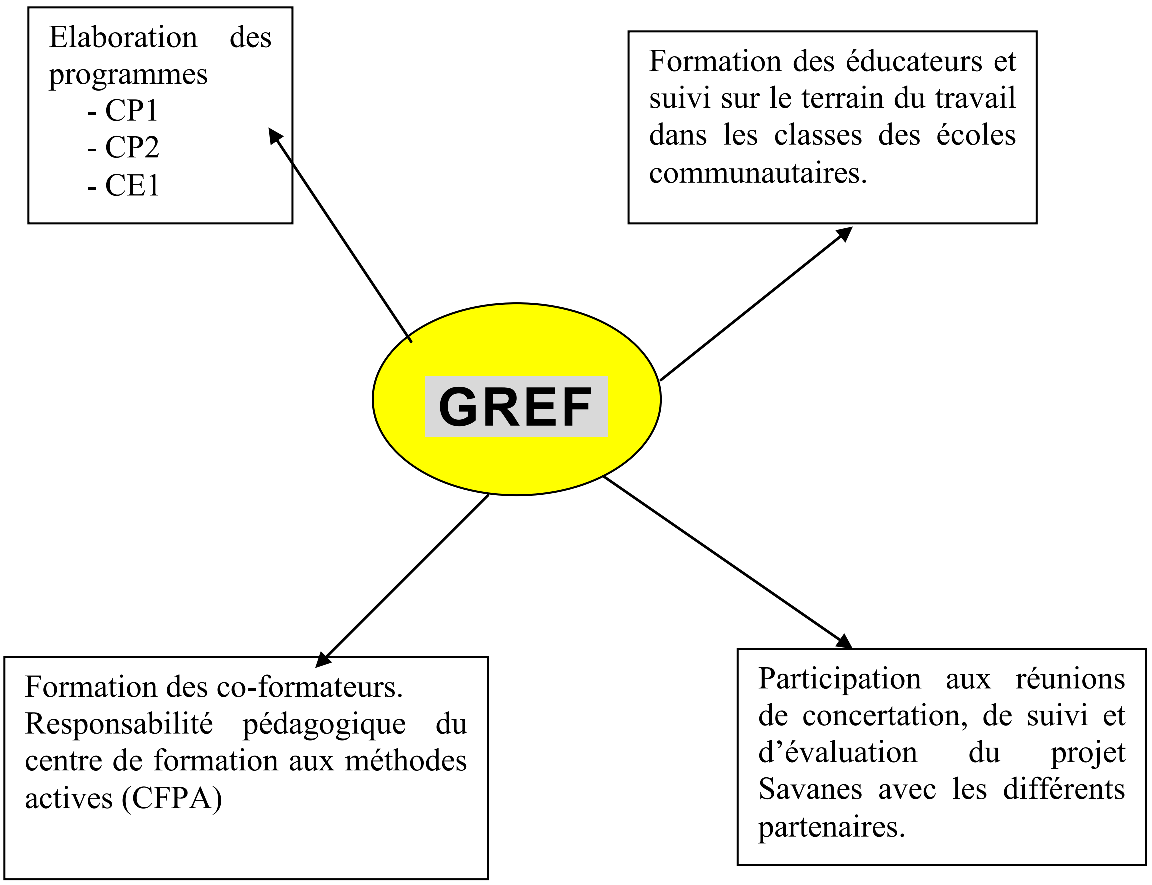
En guise de conclusion provisoire.

Il est possible de rester exigeant sur les contenus mathématiques et les méthodes d'enseignement, malgré la pauvreté des moyens et la faiblesse initiale des connaissances des éducateurs. Enseigner des mathématiques culturelles, libératrice par ailleurs, assure une meilleure maîtrise des mathématiques utilitaires.

[6] En annexe quelques documents pour l'évaluation.

Annexe 1

LES INTERVENTIONS DU GREF



CALENDRIER

1995-1996	Elaboration du projet
1996-1997	Préparation du terrain, de la formation, construction des écoles, recrutement de la première cohorte d'éducateurs.
1997-1998	Ouverture des classes de CP1 Début de la formation des éducateurs
1998-1999	Ouverture des classes de CP2. Poursuite de la formation. Construction et ouverture du CFPA. 1999-2000
1999-2000	Ouverture des classes de CE1. Première évaluation comparative avec une classe de l'école officielle. Elargissement des missions du CFPA.
2000-2001	Les enfants des écoles communautaires qui entrent au CE2 rejoignent les écoles officielles ou les EDIL.

Annexe 2

UNE ÉCOLE COMMUNAUTAIRE (DANS L'IDÉAL)

- Elle comprend un CP1, un CP2 et un CE1.
- L'effectif normal d'une classe est de 40 élèves.
- La parité est imposée : 20 filles et 20 garçons.
- Les enfants recrutés pour le CP1 ont 6ou 7 ans.
- La langue d'enseignement est le Ben au CP1, le français au CP2 et au CE1.
- On ne redouble pas.
- La chicotte est interdite, les méthodes pédagogiques promues sont actives.

Les enseignants des EC

- Recrutés et payés par les Conseils de Parents d'Elèves.
- Appartiennent à l'environnement villageois.
- Ont bénéficiés d'une scolarité jusqu'en quatrième et passent des tests (niveau 6$^{\text{èm}}$) en français, en mathématiques et en Ben oral. Leur niveau académique effectif varie du CM à la classe de seconde.
- Initiés au Ben écrit pendant un premier stage pendant les vacances scolaire d'été.
- Exercent en alternance ½ la première année, puis la part de la formation au centre diminue pendant la seconde et troisième année. Pendant leur temps de formation ils sont indemnisés par A1A (préciser la signification). Leur salaire mensuel s'élève à environ 10 000 CFA et le logement est au village (case pour l'éducateur). Ils travaillent pour la classe le matin et cultivent leurs champs l'après-midi.
- Sont des hommes dans leur grande majorité.

Les co-formateurs

Ils sont quatre à ce jour. Ce sont des instituteurs. Deux ont bénéficiés d'une formation à l'école normale de Kara. Un est issu « du terrain ». Le dernier a suivi une courte formation à l'université du Bénin à Lomé.

Le responsable du CFPA

Il a bénéficié d'une formation d'alphabétiseur à l'université de Niamey. Il est l'auteur du livre de lecture en Ben du CP1 que A1A a fait éditer.

Annexe 3

EXERCICES INDIVIDUELS POUR LE CP1

INTRODUCTION

A quel moment effectuer les exercices ?

Les exercices viennent après la leçon : après les activités de jeux à l'extérieur ou dans la classe, après les manipulations.

Les exercices individuels doivent être faits tous les jours de la semaine. Pas une leçon de mathématique sans exercices individuels.

Les mêmes exercices sont effectués tout au long de la semaine en changeant seulement la valeur des nombres ou la forme des dessins.

Comment organiser la classe ?

Dix enfants travaillent au tableau : cinq sur chacun des deux tableaux, dans la partie basse qui est réservée à leur travail.
L'éducateur doit préparer les tableaux avant la classe ou pendant les récréations.

Dix enfants travaillent sur leur cahier. L'éducateur a préparé les cahiers la veille en préparant la leçon.

Les autres enfants effectuent des manipulations, travaillent sur leur ardoises ou s'interrogent mutuellement.

Chaque jour les groupes d'enfants permutent de façon à ce que tous les enfants aient travaillé sur le cahier dans la semaine.

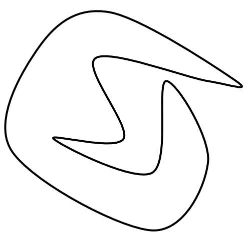
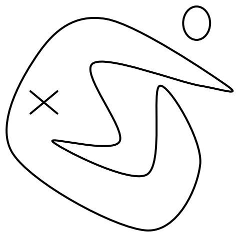
Comment initier le travail ?

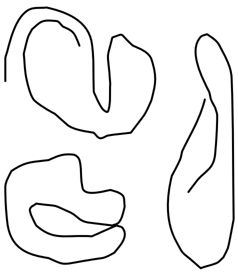
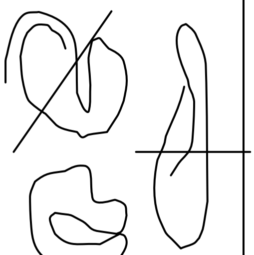
Le premier jour de la semaine un premier exercice est effectué collectivement. Il est proposé dans la partie haute du tableau de travail. L'éducateur questionne les enfants. Il s'assure que les consignes sont bien comprises. L'exercice est effectué au tableau par les enfants sous la conduite du maître. Les enfants travaillent ensuite seuls. Les exercices effectués au tableau sont corrigés collectivement à la fin de la séquence. Les exercices sur le cahier sont corrigés par l'éducateur.

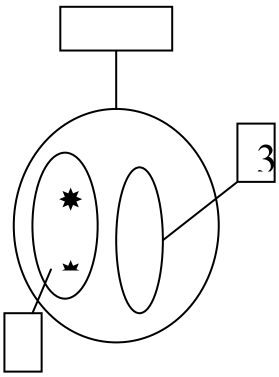
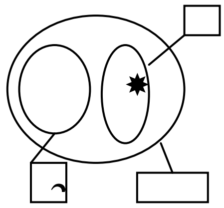
Les jours suivants l'éducateur demande aux enfants de rappeler le travail précédent ; il s'assure que les consignes sont bien comprises, puis les enfants travaillent seuls. Les corrections s'effectuent de la même façon que le premier jour.

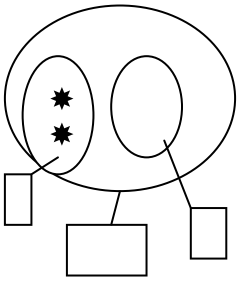
Chaque semaine tous les enfants doivent avoir travaillé au moins une fois sur le cahier

EXERCICES INDIVIDUELS POUR LE CP1

Leçon	Supports	Ce que dessine le maître	Ce que dit le maître	Ce que fait l'élève	Remarques
Topologie Intérieur et extérieur 1	Le tableau : Cinq dessins sur la partie basse de chaque tableau. Le cahier : Préparer 10 cahiers à chaque séquence.		Dessine une croix à l'intérieur du domaine ; Dessine une calebasse à l'extérieur du domaine.		Une dizaine d'enfants travaillent sur les tableaux, dix autres sur leurs cahiers**.**

Leçon	Supports	Ce que dessine le maître	Ce que dit le maître	Ce que fait l'élève	Remarques
Topologie : Ligne ouverte, ligne fermée. 2	Le tableau : Cinq dessins sur la partie basse de chaque tableau. Le cahier : Préparer 10 cahiers à chaque séquence.		Barre les lignes ouvertes.		Une dizaine d'enfants travaillent sur les tableaux, dix autres sur leurs cahiers**.**

Leçon	Supports	Ce que dessine le maître	Ce que dit le maître	Ce que fait l'élève	Remarques
Ecritures additives 7	Le tableau : Cinq dessins sur la partie basse de chaque tableau. Le cahier : Préparer 10 cahiers à chaque séquence.		Ecris le nombre d'arachides du premier sac. Dessine les arachides du deuxième sac. Ecris les nombres dans la grande étiquette.	Il écrit 4 dans la petite étiquette. Il dessine 3 arachides. Il écrit : 4 + 3	On peut changer la place des sacs. 

Leçon	Supports	Ce que dessine le maître	Ce que dit le maître	Ce que fait l'élève	Remarques
Ecritures additives 8	Le tableau : Cinq dessin sur la partie basse de chaque tableau. Le cahier : Préparer 10 cahiers à chaque séquence.		Ecris le nombre de mangues dans l'étiquette du premier sac. **Dessine les mangues dans le deuxième sac et écris leur nombre dans l'étiquette.** Complète la grande étiquette.	Il écris 5 dans l'étiquette. Il dessine 2 mangues et il écrit 2 dans l'étiquette. Il écrit : 5 + 2	L'exercice est plus difficile que les précédents. Varier les positions des sacs et des étiquettes.

Annexe 4

EVALUATION MATH CP1, Juin 2 000

1° Dictée de nombres

2° Entoure le plus grand nombre

27

72

59

3° Ecris le nombre qui vient juste après 19

4° Complète les égalités

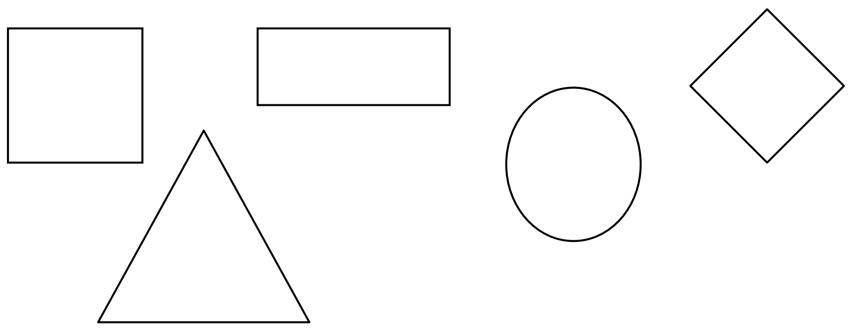
5 + 4 =

8 + 9 =

17 + 4 =

21 + 32 =

5° Dessine une croix dans les carrés



Consignes pour l'éducateur

1° L'éducateur dicte les nombres 7 ; 11 ; 16 ; 37
2° L'éducateur lit la consigne : —Entoure le plus grand nombre ”
3° L'éducateur lit la consigne : —Ecris le nombre qui vient juste après ”
4° L'éducateur lit la consigne : —Complète les égalités ”
5° L'éducateur lit la consigne : —Dessine une croix dans les carrés ”

Barème

Quatre point par question.

EVALUATION MATH CP2, Mai 2 000

1° Dictée de nombres

2° Continue la suite
15 ; 16 ; 17 ; ….. ; ….. ; ….. ; ….. ; ….. ; ….. ;

3° Continue la suite
5 ; 10 ; 15 ; ….. ; ….. ; ….. ; ….. ; ….. ; ….. ; ….. ;

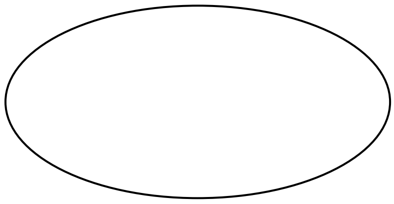
4° Entoure le plus petit nombre de chaque groupe

8 5 6	12 21 30	67 75 57
4 9	19 32	76 61

5° Complète les égalités

3 + 7 = ………….	5 + …….. = 9	……… + 3 = 8	15 + 2 = ………
23 + 10 = ……….	10 + 52 = ………	24 + 6 = ………	38 + 5 = ……….

6° Dessine une croix à l'**intérieur** du domaine, dessine un rond à l'**extérieur** du domaine.



7° Trace avec ta règle le segment AB

•B

A•

Consignes pour l'éducateur

1) L'éducateur dicte les nombres : 3 ; 11 ; 16 ; 37
2) L'éducateur ne lit pas la consigne
3) L'éducateur ne lit pas la consigne
4) L'éducateur lit la consigne : « Entoure le plus petit nombre de chaque groupe ».
5) L'éducateur ne lit pas la consigne.
6) L'éducateur lit la consigne : « Dessine une croix à l'intérieur du domaine ». Il laisse une minute aux enfants. Puis il lit la consigne : « Dessine un rond à l'extérieur du domaine ».
7) L'éducateur lit la consigne : « Trace avec ta règle le segment AB ».

Barème

1) 1   2) 1   3) 1   4) 2   5) 2   6) 2   7) 1   Total : 10

EVALUATION MATH CE1 Mai 2 000

1) Entoure le plus grand nombre.

256   625   526   652   265   562

2) Effectue les additions sans les poser

7 + 5 =   34 + 3 =   28 + 10 =   25 + 37 =

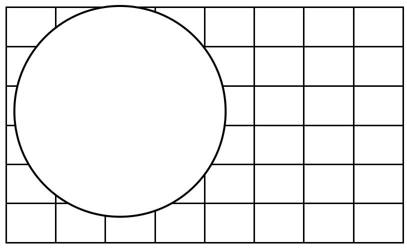
3) Effectue les additions

$$\begin{array}{r} 251 \\ +327 \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{r} 308 \\ +219 \\ \hline \end{array} \qquad \begin{array}{r} 286 \\ +557 \\ \hline \end{array}$$

4) calcule les produits

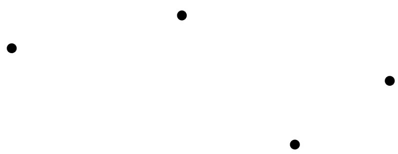
2x5 =   4x5 =   9x2 =   10x2 =

5) Ecris le nombre total de cases de ce quadrillage. Certaines cases sont cachées.

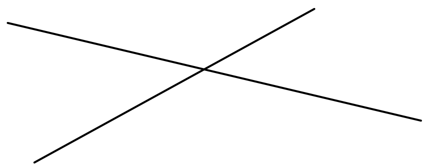


Nombre de cases : ……x…….

6) Trace tous les segments qui ont pour extrémités deux des quatre points



7) Barre le segment le plus long (utilise une brindille ou une bande de papier)



8) – Dessine une croix dans la case (B , 3).
- Dans quelle case se trouve le bonhomme ?

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					

Consignes pour l'éducateur

1) L'éducateur ne lit pas la consigne
2) L'éducateur ne lit pas la consigne
3) L'éducateur ne lit pas la consigne
4) L'éducateur ne lit pas la consigne
5) L'éducateur lit la consigne : « Ecris le nombre total de cases de ce quadrillage. Attention certaines cases sont cachées. »
6) L'éducateur lit la consigne : « Trace tous les segments qui ont pour extrémités deux de ces quatre points ».
7) L'éducateur lit la consigne : « Barre le segment le plus long (utilise une brindille ou une bande de papier) ».
8) L'éducateur lit la première consigne : « Dessine une croix dans la case (B , 3) ».
Il laisse quelques minutes aux enfants.
Ensuite il lit la deuxième consigne : « Ecris dans quelle case se trouve le bonhomme ? ».

Barème

1) 2   2) 2   3) 3   4) 3   5) 2   6) 3   7) 2   8) 3   Total : 20

Communication C3

LES « CLASSES MATHÉMATIQUES » ET LA LIAISON CYCLE 3 - SIXIÈME.

Pierre EYSSERIC – IUFM d'Aix-Marseille

Cette communication relate l'expérimentation réalisée au cours de l'année 2001 avec plusieurs classes des Hautes-Alpes.
Le projet : son origine, ses objectifs, sa construction, sa place dans la liaison Cycle 3 - Sixième…
La mise en œuvre : le fonctionnement des 5 « classes mathématiques », les contenus,…
Le bilan : les décalages par rapport au projet initial, réussites, échecs et projets pour d'autres « classes mathématiques ».

I - LE PROJET

Les classes mathématiques dans les Hautes-Alpes sont nées de la rencontre de deux projets : les Ateliers de Recherches en Mathématiques (A.R.M.)[1] tels qu'ils sont expérimentés depuis une dizaine d'années dans diverses classes de l'école primaire et le projet de l'IEN de la circonscription (Madame Valat-Viaux) d'une liaison école-collège dynamique , ne se limitant pas à des rencontres annuelles entre les enseignants des deux cycles.
Dans les A.R.M. on vise la transposition dans une classe du fonctionnement d'un chercheur en mathématiques dans son laboratoire ; c'est dans un temps dans les apprentissages durant lequel la démarche est privilégiée par rapport aux contenus ; on apprend à formuler des problèmes, à les résoudre, à communiquer sa démarche, à argumenter,… Pour plus de détails sur ces ateliers, on se reportera aux différents articles cités dans la bibliographie.
Le projet de l'IEN était de faire vivre la liaison école-collège dans l'action pédagogique : permettre aux élèves et aux enseignants d'une classe de cycle 3 et d'une classe de sixième de vivre ensemble une semaine organisée autour d'une dominante mathématique. Les principaux objectifs visés étaient les suivants :

- « construire ensemble des accompagnements pédagogiques et didactiques cohérents pour permettre une continuité des apprentissages entre cycle 3 et 6ème. »
- « limiter les problèmes de morcellement, de dispersion, de linéarisation des apprentissages mathématiques qui provoquent une perte de sens et de motivation. »
- « utiliser des activités langagières structurées pour favoriser des retours réflexifs sur les raisons de la réussite ou de l'échec, sur les différentes procédures et stratégies employées en fonction des variables de la situation proposée. »
- « apprendre en situations d'interactions (élèves/élèves et mathématiques/français). »
- « construire et/ou renforcer des compétences disciplinaires et transversales dans des situations d'action et évaluer les écarts constatés. »
- « rendre l'élève acteur dans la construction de ses connaissances dans le cadre d'un contrat de travail négocié. »

[1] Repères IREM n°35

Chaque classe mathématique devait concerner une classe de cycle 3 et une classe de 6ème avec des enseignants volontaires. Le projet devait se dérouler en quatre temps :

1. un stage commun de deux journées pour tous les enseignants volontaires concernés afin de construire et finaliser ensemble le projet.
2. une première semaine à dominant mathématique (en résidence au collège de rattachement ou dans l'école élémentaire la plus proche) après évaluation de tous les élèves concernés en mathématiques et en français. Ces évaluations[2] doivent permettre l'élaboration d'un contrat individualisé conçu à partir des <u>besoins identifiés</u> par les enseignants et des <u>intérêts formulés</u> par les élèves.
3. au cours du second trimestre, suivi des élèves dans le cadre du programme et du contrat individualisé.
4. organisation d'une deuxième semaine à dominante mathématique au cours du troisième trimestre ; évaluations de fin d'année et bilan.

Un encadrement élargi était envisagé pour les semaines de classes mathématiques afin de permettre un fonctionnement par ateliers de 5 ou 6 élèves. Les intervenants pressentis pour l'encadrement étaient : l'enseignant de la classe de cycle 3, les professeurs de mathématiques et de français de la classe de sixième, les deux conseillers pédagogiques de la circonscription, l'enseignant animateur du réseau rural concerné, un enseignant spécialisé du RASED du secteur concerné, deux aides-éducateurs volontaires, d'autres professeurs volontaires de la classe de 6ème pour des interventions plus ponctuelles.
Les groupes projetés étaient selon les objectifs poursuivis des groupes de besoin pour le renforcement de certaines compétences, des groupe de recherche autour d'un sujet choisis par les élèves, des groupes d'intérêt pour un travail à partir de jeux mathématiques (jeux de stratégie), des groupes de productions d'écrits (gestion d'un dossier personnel conservant la trace du travail de la semaine).

II - LES RENCONTRES DE FORMATION POUR CONSTRUIRE LE PROJET

Le stage de formation de deux journées au mois de juin 2000 a rassemblé une douzaine d'enseignants de cycle 3 de la circonscription ainsi que des professeurs de mathématiques et de français des trois collèges de rattachement (Laragne, Veynes et St Bonnet). Il a été complété par des réunions locales organisées par les conseillers pédagogiques.
Ces différentes rencontres ont permis de :

1. Mesurer l'intérêt des différents partenaires pour le projet.

2. Se former pour affiner les objectifs et les contenus.

3. Envisager le « passage à l'acte ».

[2] Evaluations nationales CE2/6ème et évaluations départementales A.I.D.A. (Accompagnement Individualisé Des Apprentissages) CM1/CM2.

Communication C4

L'APPRENTISSAGE DU SENS, CERTES ! MAIS, DANS QUEL SENS PRENDRE LE SENS ?

Alain DESCAVES

Résumé : L'article développe les idées esquissées lors de ma communication du colloque de Tours.

Nous étudions tout d'abord quelques conceptions du sens sous-jacentes à différentes théories didactiques : la théorie des situations de Guy Brousseau, la théorie des champs conceptuels de Gérard Vergnaud, la définition du fondement d'un concept arithmétique par Rémi Brissiaud. Faute d'intégrer certains niveaux d'analyse, ces théories n'autorisent pas une compréhension élargie et consistante des phénomènes du sens.

Nous postulons que les phénomènes d'enseignement des mathématiques doivent être reconstruits de manière ascendante, dans le cadre d'une théorie explicative, en articulant plusieurs niveaux d'analyse dans différents champs de recherche. La modélisation des phénomènes d'enseignement doit nécessairement intégrer leur dimension culturelle et idéologique, mais cette dimension ne doit intervenir qu'en bout de chaîne dans la reconstruction.
Plusieurs écueils sont à éviter : décrire les phénomènes d'enseignement à un niveau supérieur directement observable, par une théorie conceptuelle descriptive dont les concepts affichent une trop grande indépendance par rapport aux théories décrivant ou expliquant les différents niveaux participant à ces phénomènes (c'est le cas de la théorie des situations de Guy Brousseau), ou bien transposer dans le cadre de la didactique des mathématiques des analyses appartenant à un cadre d'analyse trop restreint, par exemple celui de la psychologie cognitive (c'est le cas de la théorie des champs conceptuels de Gérard Vergnaud ou de la conception psychologisante de Rémi Brissiaud).

Nous montrons que, concernant la question du sens, l'épistémologie des mathématiques, les sciences cognitives, la psychologie cognitive et la sémiotique sont des champs de recherche qui fournissent, relativement à différents niveaux de réalité, des descriptions, des explications et des modélisations essentielles aux analyses didactiques, qui concernent les **phénomènes de diffusion et d'acquisition des savoirs mathématiques en milieu scolaire**.

Dans le cadre de l'épistémologie des mathématiques, nous postulons que les mathématiques ne se réduisent pas à des processus mentaux et que les objets mathématiques sont des corrélats d'actes opérant sur un donné perceptif, des transcendances objectives fondées sur l'immanence des actes assurant leur accessibilité cognitive et épistémique. Les objets mathématiques peuvent être considérés comme des principes de cohérence. Ce ne sont pas les situations concrètes qui donnent du sens (c'est-à-dire leur cohérence) aux objets mathématiques, mais bien plutôt les mathématiques et leurs objets qui déterminent les formes de la réalité. On ne peut par ailleurs confondre le sens des objets mathématiques avec celui de leur utilisation dans des situations concrètes.
Il convient donc de considérer que, lors de l'apprentissage, les élèves s'approprient tout d'abord des objets mathématiques concrets, corrélés à des actes concrets opérant sur un donné matériel concret, puis des objets idéels de niveaux supérieurs, issus d'actes opérant sur un donné perceptif symbolique comme celui des écritures mathématiques. La question de la nature des objets mathématiques et des structures doit donc nécessairement être prise en compte dans les analyses didactiques, sachant que **toute objectivité est le résultat d'une production de sens par un sujet constituant**.

Dans le cadre de la sémiotique, définie comme théorie des modes de signifier, nous postulons l'existence du fonctionnement d'une dynamique modale dont les effets de contrainte déterminent le sens en général et tous les registres sémiotiques connus. C'est dans la jonction d'un sujet et d'un objet (dans ce cadre il faut aussi y inclure les objets de savoir) que l'on a la notion de modalité. Deux grands types de modalités permettent de modéliser toute production de sens : les **modalités cognitives** (niveaux aléthique et épistémique) et les **modalités pragmatiques** (niveaux déontique et ontique). Les savoirs, élaborés dans le cadre d'une pensée épistémique s'appuyant sur la perception d'états de chose (niveau aléthique), sont établis et stabilisés en certitudes au cours de processus mentaux de véridiction (mise en relation d'arguments portant sur des faits). Le pouvoir faire être un savoir (pragmatique-ontique) est également le résultat d'un devoir faire (pragmatique-

déontique) qui opère sur ce pouvoir faire et d'un vouloir faire qui reçoit les destinations (celles du maître, de camarades, des parents, etc., et auto-destination). **La production de sens est temporelle, dynamique et est dépendante d'un système d'attentes du sujet.** L'analyse didactique doit intégrer les systèmes d'attente de tous les sujets qui participent au phénomène d'enseignement analysé.

La psychologie cognitive et les sciences cognitives fournissent des niveaux d'analyse qui permettent une compréhension de la nature des représentations et des connaissances, ainsi que de leur fonctionnement. Les sciences cognitives montrent que la cognition s'appuient sur des représentations cognitives de différents types (iconiques, linguistiques, arithmétiques, etc.). Le sens se fonde sur les systèmes de représentation. **Dans le cadre d'une théorie des significations, nous postulons que les apprentissages qui procèdent à une structuration doivent occuper une place centrale.** La prise en compte de la constitution progressive de réseaux de significations et de structures de sens chez les élèves ne peut être ignorée par les analyses didactiques. **La distinction entre sens et significations est importante.**

Les phénomènes de diffusion et d'acquisition des savoirs mathématiques en milieu scolaire sont culturels. **La théorisation des phénomènes didactiques doit permettre d'analyser à un dernier niveau culturel pragmatique les échanges qui les produisent. C'est à ce niveau que la didactique se doit d'analyser les savoirs dont la société vise la diffusion, les pratiques culturelles dont elle vise l'acquisition, les savoirs effectivement enseignés, les savoirs acquis par les élèves ainsi que leur valeur d'utilité dans la vie professionnelle et citoyenne.** Cette analyse doit en particulier repérer les choix effectués collectivement et individuellement. Ces choix sont nécessairement idéologiques. C'est pourquoi il convient, dans un premier temps, de séparer l' analyse des niveaux de réalité qui sont les sous-bassements des phénomènes d'enseignement, de celle des choix qu'opèrent les acteurs, avant de les articuler de manière consistante.

En conclusion, une compréhension élargie et consistante des phénomènes du sens dans le cadre de la didactique des mathématiques nécessite au moins (sans que cela soit limitatif):
- à un niveau épistémologique, une analyse de la nature des objets mathématiques en relation avec la cognition et l'applicabilité des mathématiques au monde de l'expérience (phénomènes) et une compréhension de ce que l'on peut appeler un sens d'objet ;
- au niveau de la cognition, une analyse du fonctionnement des systèmes de représentation cognitifs dans le cadre d'une théorie des significations, où le sens peut être considéré comme un phénomène d_émergence, de reconnaissance, de mise en relation (traduction d'un registre à l'autre, basculements ou glissements de significations, …), aussi bien au niveau des représentations que des traitements qui opèrent sur elles.
- à un niveau sémiotique, une analyse d'une charpente modale du sens qui articule le cognitif au pragmatique, l'épistémique au déontique, où la constitution des savoirs s'opèrent dans des jonctions entre sujets et objets au cours de processus de véridiction qui nécessitent en général la levée d'obstacles ;
- à un niveau culturel, une analyse des choix qu'opèrent les acteurs de la relation pédagogique et leurs conséquences sur les phénomènes de diffusion et d'acquisition des savoirs.

I. QUESTION(S) DE SENS

Donner du sens aux apprentissages mathématiques ou mettre le sens au cœur de l'apprentissage sont deux questions dont la pertinence ne fait aucun doute, mais sont-elles identiques ? Et l'apprentissage ne doit-il pas être défini en faisant référence non seulement à l'objet de l'apprentissage, mais aussi au rôle du contexte dans la mise en œuvre de processus cognitifs, à l'organisation sociale de l'apprentissage, à la valorisation socio-culturelle des savoirs, des savoir-faire et des compétences ?

Faut-il envisager, comme dans la théorie des situations de Guy Brousseau, des situations fondamentales qui préservent le sens des connaissances ou bien, comme le pense Rémi Brissiaud, des situations qui font surgir les contradictions fondamentales caractéristiques de la genèse des savoirs ? Mais alors, qu'est-ce que le sens, et comment permettre aux élèves d'établir les cohérences au terme de parcours cognitifs parsemés de contradictions ?

Le sens est-il, comme le pense Gérard Vergnaud, constitué par les schèmes, c'est-à-dire les conduites et leurs organisations, évoqués chez le sujet par une situation ou un signifiant ? Ou bien, comme le fait Guy Brousseau, faut-il plutôt parler du sens d'une connaissance en le définissant d'une manière très large par des collections de situations et par un ensemble de conceptions ?

Mais qu'est-ce qu'une connaissance et ne faut-il pas, comme le montre François Conne, établir une distinction entre savoir et connaissance ? Et dans ce cas, faut-il considérer un savoir uniquement comme une connaissance utile, utilisable, dont le sujet reconnaît le rôle actif sur une situation ?

Qu'est-ce alors qu'un savoir ? N'existe-t-il pas plusieurs niveaux de savoirs, individuels ou collectifs, résultats de modes de validation plus ou moins élaborés ? Et dans ce cas, quelles difficultés doit surmonter l'institution scolaire pour faire accéder individuellement les élèves aux savoirs qu'elle définit comme objectifs à atteindre. Les savoirs sont-ils tous utiles et utilisables et quelles positions occupent-ils dans les processus de constitution de sens ? Et quels sont les objets sur lesquels portent ces savoirs ?

Mais qu'est-ce qu'un objet ? Et la question de l'existence et de la nature des objets mathématiques n'est-elle pas une question centrale pour la didactique ? Le sens provient-il des objets ou est-il au cœur de la construction des objets par un sujet constituant ? Les objets sont-ils le fruit de la subjectivité du sujet, de l'intersubjectivité, ou sont-ils objectifs ?
Mais si les objets mathématiques existent, comment peut-on les penser ? Quelles sont les voies qui permettent d'y accéder ? Et, comme le pense Raymond Duval, ces voies d'accès ne sont-elles pas sémiotiques ? La pensée mathématique n'est-elle pas nécessairement associée au développement et à la diversification de systèmes sémiotiques de représentation ? Quelle est alors la nature de la conceptualisation des objets mathématiques ? Et l'objet mathématique est-il un concept ?

Mais qu'est-ce qu'un concept ? Un triplet, constitué, comme le pense Gérard Vergnaud, par l'ensemble des situations qui donnent du sens au concept, par celui des invariants sur lesquels reposent l'opérationnalité des schèmes de la cognition et celui des formes langagières qui permettent de représenter le concept, ses propriétés, les situations, les procédures de traitement ? Ou ne faut-il pas plutôt orienter la réponse à la question de la nature de la conceptualisation du côté des représentations cognitives ? De quelle nature sont alors ces représentations ? Véhiculent-elles uniquement des informations ou sont-elles porteuses de significations ? Et quelle relation existe-t-il entre sens et significations ?

Et le sens alors ? Décidément présent partout ! Emerge-t-il ou se construit-il ? Et la question des structures n'est-elle pas alors à remettre à l'ordre du jour ? Au lieu d'être de nature logique, comme le postulait jean Piaget, ne sont-elles pas des ensembles de relations rationnelles et interdépendantes qui se nouent lors de la mise en cohérence de réseaux de significations, c'est-à-dire des structures de sens ?
Alors finalement, dans ces conditions, comment prendre en compte l'apprentissage du sens, alors même que les programmes de l'école élémentaire sont essentiellement rédigés aujourd'hui en terme de compétences à acquérir à la fin des différents cycles ? L'apprentissage du sens peut-il être simplement considéré comme une juxtaposition d'apprentissages visant l'acquisition de compétences, ou ne nécessite-t-il pas impérativement autre chose ? Et la trop grande centration sur l'appropriation des procédures des élèves est-elle suffisante à l'analyse didactique pour rendre compte des phénomènes du sens dans la diffusion des savoirs mathématiques ?

C'est à ces questions, que notre recherche centrée sur l'épistémologie de la didactique, tente d'apporter quelques éléments de réponse.

II. LES CONCEPTIONS DU SENS SOUS-JACENTES À QUELQUES THÉORIES DIDACTIQUES

1. La théorie des situations de Guy Brousseau

Concernant l'analyse des phénomènes d'enseignement des mathématiques, l'apport de Guy Brousseau, , se situe dans l'idée de situation. Pour lui, « *une situation est l'ensemble des circonstances dans lesquelles une personne se trouve, et des relations qui l'unissent à son milieu. Prendre pour objet d'étude les circonstances qui président à la diffusion et à l'acquisition des connaissances conduit donc à s'intéresser aux situations*». **Ce qui est innovant, c'est que, comme le montre François Conne, la réalité sur laquelle il y aura interaction avec le sujet prend également place dans la situation. Cette place est désignée par le terme de milieu.** La situation est donc une modélisation théorique d'un niveau de réalité (celui des phénomènes de diffusion et d'acquisition des connaissances mathématiques) qui tient compte des différents types d'interactions qu'il faut distinguer selon les statuts des sujets et des objets qui interagissent.
Dans le cadre de la théorie des situations, Guy Brousseau définit alors le sens d'une connaissance, ou plutôt sa modélisation, comme un ensemble de situations.
« *Le sens d'une connaissance se définit :*
non seulement par la collection des situations où cette connaissance est réalisée en tant que théorie mathématique ; non seulement par la collection des situations où le sujet l'a rencontrée comme moyen de solution ; mais aussi par l'ensemble des conceptions qu'elle rejette, des erreurs qu'elle évite, des économies qu'elle procure, des formulations qu'elle reprend. »
Guy Brousseau assigne alors un but à la didactique des mathématiques, celui de caractériser les connaissances par des situations a-didactiques (milieux pour l'apprentissage des savoirs) qui en préservent le sens. Ces situations sont appelées situations fondamentales. Il s'agit donc, à propos d'une même notion mathématique, d'«*envisager une famille de situations où cette notion fonctionne comme une connaissance (situation d'actions), une famille de situations où elle figure comme un savoir (par exemple situations de validation), une famille de situations où apparaît l'identification d'un besoin de connaissances et de la possibilité de le satisfaire par la communication du savoir correspondant.* »
Le sens est donc défini par Guy Brousseau en relation avec les situations a-didactiques, mais cette approche reste très allusive et la définition qu'il donne du sens d'une connaissance comme réunion de situations ne permet pas d'aborder cette question dans toute sa dynamique. Elle soulève donc un certain nombre de problèmes.

Tout d'abord, celui de la définition des connaissances et des savoirs. Comment une même connaissance pourrait-elle à la fois être réalisée comme théorie dans certaines situations, comme moyen de solution dans d'autres et comment, en outre, peut-elle rejeter des conceptions, éviter des erreurs, procurer des économies et reprendre des formulations ? Quelle est dans ce cas la nature des connaissances, et sur quoi portent-elles ? Autant de questions auxquelles la théorie des situations de Guy Brousseau n'apporte pas actuellement de réponses. Soucieux, à juste titre, de définir un nouveau champ d'étude, celui des phénomènes d'enseignement des mathématiques ou plus exactement celui de la diffusion des connaissances mathématiques en milieu scolaire (en fait il convient, de notre point de vue, de parler plutôt de diffusion de savoirs et non de connaissances), Guy Brousseau a tenu à en rendre compte par une théorie s'émancipant des disciplines qui pendant un temps avaient servi de bases d'appui à cette étude. Les concepts de la théorie des situations sont donc définis trop indépendamment de théories concernant par exemple les champs de la psychologie cognitive, des sciences cognitives, de l'épistémologie des mathématiques, etc. **Dans ses descriptions, Guy Brousseau n'établit pas une distinction nette entre savoirs et connaissances,** si ce n'est que les savoirs semblent être les enjeux des situations a-didactiques de validation.

En fait, le concept de connaissance émerge de l'analyse d'un niveau de réalité qui est celui des représentations cognitives, c'est-à-dire celui de la cognition, en relation avec ceux de la perception et de la mémoire. Il est d'ailleurs impossible de parler de manière consistante des connaissances sans faire intervenir l_analyse de la mémoire, car avant d'être activée et devenir efficiente, toute connaissance doit être stockée dans la mémoire à long terme. Les connaissances, fondées sur les représentations cognitives (leur actualisation est par nature contextualisée et transitoire) sont difficilement cernables, voire observables et sont intransmissibles. **L'école ne peut contrôler de manière fiable l'utilisation des connaissances, même si elle en favorise l'acquisition en enrichissant l'expérience des élèves. Elle peut par contre définir les savoirs dont elle vise la diffusion, et proposer des situations qui permettent aux élèves d'accéder à leur certitude (par construction ou émergence).**
Le concept de savoir s'articule bien quant à lui sur la cognition, mais il nécessite quelque chose d'autre. **Les savoirs sont en quelque sorte produits dans le processus de compréhension et de maîtrise des connaissances, et sont nécessaires au développement de ces dernières. Ils contrôlent et organisent les connaissances.** Ils sont le résultat d'une production de sens et leur analyse s'inscrit dans celle d'un niveau de réalité supérieur, celui des modes de signifier, dont la sémiotique est la science qui en rend compte. **Les savoirs doivent en effet être établis par une pensée dépendante de systèmes sémiotiques de représentation, lors de processus de véridiction au cours desquels leur certitude est établie.** Le niveau cognitif ne suffit pas d'ailleurs à cette analyse, et il convient d'y ajouter un niveau pragmatique, car un savoir nécessite d'être produit à la fois ontiquement (faire être) et déontiquement (devoir faire être).
Comme le montre François Conne, il s'agit de comprendre les relations entre quatre pôles : les situations et les savoirs d'une part (dans cette relation les objets mathématiques doivent être explicitement présents), l'expérience des élèves et les connaissances d'autre part (c'est ici que prennent place selon nous les performances et les compétences).

L'analyse de la diffusion et de l'acquisition de savoirs mathématiques en milieu scolaire opère bien sûr sur un niveau de réalité différent de celui des simples représentations cognitives ou de l'utilisation des modes de signifier dans d'autres circonstances, mais la modélisation des phénomènes culturels d'enseignement, doit, afin d'être consistante, intégrer par concaténation les descriptions et explications de niveaux inférieurs comme ceux de la cognition et de la production de sens en général.
Les analyses de la psychologie cognitive sont donc indispensables à la compréhension de la nature des connaissances activées en situation scolaire chez les élèves. D'une part, cette compréhension nécessite une bonne théorisation des représentations cognitives sur lesquelles elles s'appuient, ainsi que celle de leur traitement (notamment dans le cadre des sciences cognitives). D'autre part, les systèmes de représentation permettant de produire du sens, il convient d'y adjoindre une théorie des significations.
Les analyses de la sémiotique sont également nécessaires, nous venons de le souligner, à la compréhension des phénomènes inhérents à la constitution des savoirs.

Mais les savoirs mathématiques portent sur des objets spécifiques, une compréhension de la nature de ces derniers est également indispensable, et cela dans le cadre de l'épistémologie des mathématiques. Affirmer simplement qu'une notion mathématique peut fonctionner comme une connaissance ou comme un savoir selon les situations ne permet pas de clarifier la question de la nature des objets mathématiques et donc des savoirs mathématiques.
Faute d'intégrer les modélisations d'autres niveaux de réalité, Guy Brousseau ne parvient pas, dans sa théorie des situations, à rendre consistante la modélisation des connaissances et des savoirs en jeu dans le champ d'étude de la diffusion des savoirs mathématiques en milieu scolaire, et par voie de conséquence le concept de situation manque lui-même de consistance.
Un autre problème est celui posé par le concept de situation fondamentale. Caractériser une connaissance par une situation a-didactique, définie comme milieu pour l'apprentissage d'un savoir et qui en préserve le sens, est en effet une tâche délicate à partir du moment où la différence entre connaissances et savoirs n'est pas clairement établie. Le parti pris consistant à ne pas intégrer la question épistémologique de la nature des objets mathématiques aggrave cette difficulté.
La recherche effectuée par Guy Brousseau concernant l'enseignement des rationnels et des décimaux dans la scolarité obligatoire illustre bien ce problème. Le choix de Guy Brousseau consiste à proposer, au début de l'apprentissage, la situation des tas de feuilles de papier caractérisés par leur épaisseur et le nombre de feuilles. Chaque tas de feuilles est défini par un couple d'entiers. Les savoirs dont Guy Brousseau vise l'appropriation sont une transposition de la construction des rationnels au sein de la théorie des ensembles (un rationnel étant défini comme une classe d'équivalence de couples d'entiers). Après une série de situations d'action, de formulation et de validation, visant notamment la mise en œuvre de procédures de comparaison des différents types de feuilles (ces procédures interviennent comme réponses au besoin de connaissances pour résoudre le problème posé), Guy Brousseau propose alors une situation d'institutionnalisation où chaque type de papier est caractérisé par un ensemble d'écritures fractionnaires équivalentes. En fait, la mise en œuvre de cette ingénierie didactique vise l'adhérence cognitive des élèves à un savoir préétabli, ici un savoir élaboré, celui de nombre rationnel défini par des écritures fractionnaires équivalentes, qui ne correspond ici ni à l'apparition historique de la notion de fraction, ni à l'appropriation d'un objet mathématique concret, mais à l'appropriation d'une structure mathématique. Ce choix, qui cherche à confronter les élèves avec ce type de réalité idéale et abstraite avant d'aborder un niveau de réalité plus concret, n'est pas explicité.
D'autres approches proposent aujourd'hui une situation initiale en rapport avec la mesure des grandeurs (comment mesurer un segment plus petit que le segment-unité ?) ou encore en rapport avec la division-partage (comment partager une entité entière en plusieurs parties équivalentes ?). Alors comment trancher ?
François Conne montre à juste titre que la question de l'ordre et du cumul des expériences que l'école fournit aux élèves est à prendre en compte dans l'analyse didactique. **Le concept de situation fondamentale ne règle pas le problème du choix des savoirs dont les situations a-didactiques doivent préserver le sens, ni celui du choix de l'ordre dans lequel on propose les situations.**

Une autre dérive du concept de situation fondamentale peut également consister à rechercher un même support à des situations qui serait susceptible de mettre en relation un ensemble de savoirs concernant un même objet mathématique. Guy Brousseau a souvent proposé de tels supports : par exemple le jeu de la boîte pour donner du sens à la soustraction. **En, fait plusieurs situations fondées sur des supports différents sont en général nécessaires pour aborder les différentes significations d'un objet mathématique.** D'autre part ce sont les objets mathématiques d'un niveau supérieur qui donnent du sens, c'est-à-dire une cohérence aux phénomènes de niveaux inférieurs. Les savoirs concernant la soustraction ne peuvent pas être construits à partir du simple jeu de la boîte (il est difficile par exemple d'aborder la notion d'écart et de conservation de l'écart à partir de ce jeu), et la cohérence des significations structurales et fonctionnelles associées à la soustraction ne peut apparaître aux élèves que par la maîtrise progressive des règles opérant sur les écritures mathématiques, c'est-à-dire par la construction progressive d'un objet mathématique qui transcende les objets concrets précédents. C'est la cohérence des règles arithmétiques opérant sur le symbolisme mathématique qui donne du sens aux différentes situations sur lesquelles la soustraction s'applique.

Jean Brun a montré que « *ce sont les conditions d'adaptation et leur influence sur les apprentissages qui sont les objets d'étude de cette théorisation* (celle des situations a-didactiques par Guy Brousseau) *; ces conditions* (étant) *regroupées par la théorie en trois grandes classes distinctes de situations (action, formulation, validation) correspondant à des conditions majeures d'adaptation.* » En fait cette hypothèse épistémologique n'ayant pas été établi par l'expérience didactique, on peut affirmer que **Guy Brousseau fait trop confiance au modèle piagétien (théorie psychologique du développement cognitif décrivant essentiellement la construction d'une logique naturelle) et qu'il convient d'envisager une modélisation plus complexe si l'on veut rendre plus consistante l'analyse du sens de l'apprentissage et du sens dans l'apprentissage.**

2. La théorie des champs conceptuels de Gérard Vergnaud

Gérard Vergnaud définit le sens comme une relation du sujet aux situations et aux signifiants. Il s'agit là d'une différence importante avec la théorie des situations de Guy Brousseau. Ce dernier plaçant les interactions au cœur de la situation y positionne également le sens, alors que pour Gérard Vergnaud, la situation étant extérieure au sujet, le sens se place dans la relation sujet-situation. *« Plus précisément ce sont les schèmes évoqués chez le sujet individuel par une situation ou par un signifiant qui constituent le sens de cette situation ou de ce signifiant pour cet individu ».* Un schème est défini comme une « *organisation invariante de la conduite pour une classe de situation* ».
Gérard Vergnaud situe sa théorie des champs conceptuels dans le champ d'une psychologie des concepts. Un concept est défini par « un triplet de trois ensembles :
C = (S, I, S).
S: *l'ensemble des situations qui donnent du sens au concept (la référence)* (il est à noter qu'ici le concept de situation n'est pas celui de situation didactique, mais est à prendre plutôt au sens de tâche) ;
I : *l'ensemble des invariants sur lesquels reposent l'opérationnalité des schèmes (le signifié)* ;
S : *l'ensemble des formes langagières et non langagières qui permettent de représenter symboliquement le concept, ses propriétés, les situations et les procédures de traitement (le signifiant). »*

Définir un concept comme une juxtaposition de tâches, d'invariants opératoires et de formes langagières et non langagières ne peut pas aider à sa compréhension.
Faute d'intégrer une réflexion épistémologique sur les objets mathématiques, la théorie des champs conceptuels ne s'appuie pas sur une analyse consistante de la nature des concepts. La réflexion doit, selon nous, établir les liens existant entre la perception des phénomènes d'un niveau de réalité donné, leur conceptualisation via un processus de catégorisation, et la construction d'objets mathématiques via une schématisation des concepts impliquant le truchement d'un langage mathématique .

Il n'existe d'ailleurs pas qu'un seul type de concept. Jean Petitot, épistémologue des mathématiques, montre qu'il en existe deux grandes catégories. Les concepts psychologiques issus directement de l'expérience, abstraits des composantes réelles des actes mentaux (multiplicité, collectivisation, colligation, etc .) et les concepts catégoriaux (unité, ensemble, nombres, etc.), corrélats objectifs, non produits par l'esprit, des actes opérant sur les matériaux des sensations. On rassemble, on compte et à ces actes sont corrélés des objets spécifiques, les nombres, qui ne sont pas de simples concepts psychologiques.
Il existe d'autre part des objets de différents niveaux, car de nouveaux objets sont corrélés aux actes opérant sur un nouveau donné perceptif, ceux correspondant aux règles opérant sur les écritures mathématiques.

Pour Gérard Vergnaud « *le sens de l'addition pour un sujet individuel est l'ensemble des schèmes qu'il faut mettre en œuvre pour traiter des situations auxquelles il lui arrive d'être confronté, et qui impliquent l'idée d'addition, c'est aussi l'ensemble des schèmes qu'il peut mettre en œuvre pour opérer sur les symboles, numériques, algébriques, graphiques, et langagiers qui représentent l'addition* ». Le sens est ici défini comme un sous-ensemble de schèmes. D'une part, nous pensons que le concept de schème est insuffisant pour modéliser l'activité mathématique et qu'il convient plutôt d'étudier le fonctionnement de systèmes de représentation et de traitement et notamment des registres sémiotiques, d'autre part que dans le cadre de ce que Gérard Vergnaud appelle le champ des situations additives, plusieurs objets mathématiques de différents niveaux sont en fait en jeu (il n'y a pas un concept unique d'addition). **Le sens d'un concept n'est pas une simple juxtaposition de schèmes ou de significations. Il émerge de cohérences nécessitant des mises en relation.**

En ce qui concerne la catégorisation des problèmes additifs et multiplicatifs proposée par Gérard Vergnaud, nous avons déjà montré que cette catégorisation ne permet pas de rendre compte de la démarche de résolution des élèves. En effet « *les glissements d'une catégorie à l'autre sont fréquentes, car l'expertise de la résolution de problèmes permet à un sujet de transformer un problème en un autre problème qui a la même solution, soit du côté de la représentation du problème, soit du côté de la représentation du calcul…La difficulté de catégorisation des problèmes provient du fait qu'il est difficile d'envisager une telle tâche sans prendre en compte le sujet (c'est-à-dire l'élève) qui résout le problème avec ses connaissances, ses savoirs et savoir-faire. Si l'on admet la réalité d'une démarche algébrisante dans la résolution de problèmes numériques, il est difficile d'envisager les transformations, les basculements de significations que l'élève peut mettre en œuvre* » . On retrouve donc la remarque précédente : **si l'on veut modéliser le sens du problème, il convient d'intégrer les interactions du sujet dans la situation elle-même**. Il est donc difficile d'aboutir à une catégorisation consistante des problèmes sans tenir compte des interactions avec le sujet, mais aussi de l'inscription de cette activité dans un champ d'activités (par exemple celui de la diffusion des savoirs mathématiques ou celui du développement de la pensée mathématisante).
Nous avons montré que les schémas que propose Gérard Vergnaud pour illustrer chacune des catégories concernant les problèmes additifs pouvaient être considérées comme des interfaces entre les représentations iconiques gestaltiques immédiates et les représentations calculables observables dans les chemins cognitifs des élèves. Ces schémas peuvent alors plutôt être considérés comme des supports qui permettent de contrôler la validité des démarches de résolution, donc le sens de la validation, et non comme des catégorisations de problèmes sans sujet et sans contexte.

3. Le sens du fondement d'un concept arithmétique dans la conception de l'apprentissage de Rémi Brissiaud

Constatant qu'il existe soit une concordance, soit une discordance, entre la représentation initiale d'un problème et l'économie de sa résolution, Rémi Brissiaud soutient que ce sont les équivalences entre procédures qui fondent les différents concepts arithmétiques.
Il analyse par exemple les deux problèmes suivants :

S1 : Julie a 51 bonbons et Odile a 47 bonbons. Odile veut avoir le même nombre de bonbons que Julie. Combien doit-elle en acheter ?

S2 : Pierre a 63 bonbons et Paul a 4 bonbons. Paul veut avoir le même nombre de bonbons que Paul. Combien doit-il en acheter ?

Ces problèmes ont la même sémantique. Ils conduisent à s'interroger sur la valeur d'un ajout. Mais l'économie du calcul conduit dans le premier cas à surcompter de 47 à 51, et dans le second à retirer 4 à 63 en décomptant. Le calcul d'une soustraction peut s'effectuer soit « en avançant » , soit « en reculant ». Pour Rémi Brissiaud « *l'exercice du calcul d'une soustraction tantôt par retrait, tantôt par complément, masque l'aspect conceptuel de l'équivalence de ces deux procédures* » ; par contre un problème du type S2 incite selon lui, à passer d'une procédure à l'autre et permet aux élèves de s'approprier l'équivalence entre les deux procédures dans un contexte autorisant une activité réflexive. «*Plus généralement, la résolution d'un problème dans lequel il y a discordance entre la représentation initiale et l'économie de sa résolution, peut être à l'origine d'un phénomène d'explicitation et d'organisation de connaissances qui, auparavant, étaient insérées dans des schèmes d'action* » (6).

S'inspirant des conceptions de Vygotski, Rémi Brissiaud développe l'idée que l'enseignement doit créer d'emblée les conditions pour que les concepts scientifiques s'organisent en systèmes et ne soient pas , comme les concepts quotidiens, pris dans la gangue de l'expérience, le symbolisme jouant dans ces conditions un rôle crucial. Pour Vygotski, les concepts scientifiques se développent sur la base des concepts quotidiens (par exemple l'« ajout » et le « retrait »), mais transforment ces derniers à leur « image » (Rémi Brissiaud parle de réorganisation).
Pour Rémi Brissiaud c'est la locution « a moins b » et l'écriture « a-b » qui, concernant la soustraction, fournissent un mode général de désignation de la recherche d'un ajout, ou d'un retrait. Il y a, selon lui, équivalence entre les deux gestes mentaux de la soustraction, et cette équivalence est assurée par une désignation unique.
En fait nous avons montré dans un article portant sur la nécessité de prendre en compte une démarche algébrisante dans l'apprentissage de la résolution de problèmes à l'école élémentaire, que loin de donner raison à une pseudo-équivalence entre deux gestes mentaux, cette démarche pédagogique, en renforçant de manière limitative la mise en œuvre de basculements automatisés de signification, éloigne plutôt les élèves de la constitution de structures de sens ; « ajout » et « retrait » sont deux images mentales opposées dont la cohérence tient davantage d'une relation logique entre deux opérations et dont le fondement est leur réversibilité.
En fait les concepts quotidiens de Vygotski correspondent aux concepts psychologiques que nous avons évoqués précédemment et les concepts scientifiques aux concepts catégoriaux. **S'il existe bien un concept psychologique concret de soustraction (correspondant à une image mentale de retrait ancrée dans un système iconique de représentation cognitive) et un concept concret d'addition (correspondant à une image mentale d'ajout), il existe des concepts d'une toute autre nature, corrélats d'actes opérant sur un nouveau donné perceptif, celui des écritures mathématiques. Ce sont ces nouveaux concepts, plus riches**

et plus abstraits (idéaux), qui donnent du sens (c'est-à-dire une cohérence) aux différentes situations qu'ils modélisent. Si les situations concrètes apportent bien des significations aux concepts mathématiques catégoriaux dans un rapport de modélisation, ce sont ces concepts qui en retour donnent du sens aux situations. Ce qui assure la cohérence entre l'équivalence des résultats d'un ajout ou d'un retrait, et non l'équivalence des gestes mentaux, c'est en fin de compte des systèmes de règles opérant sur des objets de niveaux supérieurs, ceux des opérations arithmétiques, puis algébriques. En fait la cohérence s'établit grâce à des systèmes d'opérations formelles qui ont une légalité autonome. Vygotski pensait fort justement que la grande affaire de l'école était celle des apprentissages des systèmes symboliques (la langue orale et écrite, le système symbolique mathématique, etc.). Dans le cadre d'une activité mathématisante, les symboles matériels sont nécessaires comme base intuitive aux manipulations symboliques. La réorganisation des concepts psychologiques et leur mise en relation contrôlée s'opère lors de l'appropriation des concepts mathématiques catégoriaux et idéaux (c'est-à-dire les objets mathématiques de niveaux supérieurs). Mais l'accès cognitif à ces derniers n'est pas direct et ne met pas en jeu les même représentations cognitives.

III. LES DIFFÉRENTS NIVEAUX DE RÉALITÉ DU SENS DANS L'ANALYSE DIDACTIQUE

L'objet de la didactique des mathématiques est bien l'analyse des phénomènes d'enseignement, phénomènes complexes qui mettent en jeu une multitude de variables relevant elles-mêmes de différents champs d'étude scientifiques.

En premier lieu, il s'agit donc d'analyser l'impact des pratiques scolaires sur l'acquisition par les élèves, au cours de leur scolarité, de savoirs et de savoir-faire mathématiques mais aussi d'une pensée mathématisante, et ce qu'il en reste dans le cadre du fonctionnement de la pensée des adultes, de leur vie citoyenne et des pratiques professionnelles. Cet impact est évidemment à mettre en relation avec les objectifs politiques que se fixe la société, en particulier dans le cadre des programmes et de leurs commentaires, mais aussi bien sûr en relation avec les différents degrés d'adhésion ou de résistance à ces objectifs de la part des enseignants, qui ont eux-mêmes leurs propres convictions idéologiques et se fabriquent les représentations des finalités de leurs actions. En fait, comme le soulignait déjà Pierre Gréco en 1973, les enseignants sont des pédagogues et la pédagogie est bien « *une fonction sociale exercée par des institutions ad hoc et par les déterminations non moins apparentes parfois, mais non moins effectives, qu'imposent son système de production, son statut économique, ses standards culturels et l'image qu'elle se donne de son propre avenir* ». La grande majorité des didacticiens n'intègre pas cette dimension dans leurs analyses, ne permettant pas de combler le fossé d'incompréhension existant entre la didactique et les sciences de l'éducation . Les institutions politiques, les parents, les enseignants, etc., assignent aux élèves des places, des rôles au sein de l'institution scolaire, et les élèves sont bien évidemment des acteurs qui peuvent adhérer ou résister à ces assignations. Si un des buts de la didactique des mathématiques est bien de modéliser les phénomènes d'enseignement, les modèles doivent donc permettre de reconstruire ces phénomènes avec leur dimension culturelle et politique, mais notre point de vue est que cette dimension ne doit intervenir qu'en dernier lieu dans la reconstruction. **Ce ne sont pas les pratiques culturelles qui créent les objets mathématiques, mais elles créent les possibilités de leur dévoilement. Elles ne créent pas non plus la quasi infinité des potentialités objectives de l'appropriation de**

savoirs mathématiques , mais à l'inverse elles font des choix parmi certaines possibilités qui leur sont a priori indépendantes.
Il est par exemple impossible d'envisager l'analyse de phénomènes d'enseignement des mathématiques dans une classe sans tenir compte de l'impact des interventions des inspecteurs sur les pratiques de l'enseignant et l'organisation de l'école (discours visant à la mise en place d'une pédagogie différenciée, d'un certain type d'évaluation, etc.). Mais si les interventions de l'inspecteur influencent les choix des enseignants (car on ne peut ignorer que l'enseignant est lui-même sanctionné positivement ou négativement par des destinateurs, et d'ailleurs pas uniquement par l'inspecteur), ce ne sont pas elles qui créent objectivement l'ensemble des potentialités des mises en œuvre enseignantes.

Ce qui est difficile, et pourtant indispensable à réaliser, c'est l'articulation des différents niveaux d'analyse en vue d'une reconstruction consistante des phénomènes, c'est-à-dire de leur modélisation. Il est donc nécessaire de concaténer, dans le champ de la didactique des mathématiques, plusieurs modèles dans des champs d'analyse différents pour rendre compte des phénomènes d'enseignement des mathématiques. Certes, comme l'a montré Guy Brousseau, une conception d'élève exige bien un supplément d'analyse par rapport à une simple représentation psychologique, mais définir ce concept de conception sans le fonder, entre autres, sur celui de représentation cognitive empêche de le rendre consistant.

Prenons l'exemple d'un des « fameux » « théorèmes-élève » (ce terme n'est pour moi absolument pas approprié) enseigné dans les IUFM : « *Pour ajouter deux nombres décimaux, on ajoute les parties entières entre elles et les parties décimales entre elles* » (les élèves ne l'énoncent bien sûr pas en ces termes), comme si, précise-t-on, les décimaux étaient composés de deux entiers accolés (représentation que l'on fait accéder trop vite au statut de conception).
L'expérience de l'élève lui a fourni la connaissance pragmatique que pour calculer sur des nombres il faut mettre en œuvre des règles de transformation sur les écritures mathématiques. Les différentes règles que les élèves sont susceptibles d'utiliser sont dépendantes des possibilités d'interprétation (par prélèvement et construction de significations), elles-mêmes déterminées par la forme des écritures. La forme de l'écriture à virgule des nombres décimaux prédestine un certain nombre d'interprétations à partir de sa perception (bien sûr cette écriture est culturelle, mais a elle-même été choisie, pour des raisons analysables, parmi d'autres possibilités d'écriture). La virgule peut, entre autres, être interprétée comme une séparation radicale de deux entiers ou encore comme marqueur de deux parties indépendantes d'un nombre décimal (parties entière et décimale d'un « nombre à virgule ») pouvant être à leur tour ressaisies comme des entiers par glissements de signification. L'utilisation de l'écriture $3\underline{1}415$ (autre possibilité pour indiquer la position du chiffre des unités simples) ne prédestinerait pas forcément aux mêmes interprétations que l'écriture 3,1415.
Si l'élève ne peut (pour diverses raisons à analyser) mobiliser des savoirs utiles sur les décimaux et leurs écritures, s'il ne peut pas attribuer de significations pertinentes à ces dernières, il tentera bien naturellement, et certainement parce qu'on l'aura mis en demeure de produire une réponse, de trouver une règle plausible (possible, puis jugé probable sous l'obligation de la produire), à partir d'une interprétation de la forme des écritures en relation avec ses connaissances sur l'addition des entiers. Peut-on pour autant parler de théorème-élève pour catégoriser un tel phénomène ? Il s'agit d'un exemple de conceptualisation des phénomènes d'enseignement que nous jugeons superficielle et idéologique. Superficielle, car peu d'élèves utilisant cette règle de transformation des écritures à virgule seront dans la certitude et soutiendront qu'ils ont raison (et bien évidemment aucun ne pourra fournir de preuves). Si on peut dire que la mise en œuvre de cette règle de transformation des écritures est le résultat d'une interprétation, on ne saurait parler ici de savoir, et encore moins de

théorème, même élève (un théorème exige une démonstration dans un système axiomatique déterminé, c‘est-à-dire le consensus d‘une communauté disposant d‘un système de validation adéquat), et pas plus de conception qui se définit par un réseau de significations. Idéologique, car le terme de théorème semble avoir été choisi pour sa connotation, c‘est-à-dire pour insister sur le fait que les productions d‘élèves comportent leur logique et ne sont pas totalement aléatoires. Il y a chez beaucoup de didacticiens ce souci louable, du point de vue de l‘opinion à défendre auprès du Ministère, des enseignants et des citoyens en général, de vouloir affirmer que l‘apprentissage des mathématiques ne peut s‘appuyer sur la simple conception de la « tête vide », **mais l'opinion ne fait pas la science et l'on ne bâtit pas une théorie didactique en privilégiant simplement les faits qui semblent la conforter**. Et ce n‘est pas non plus (dans le cadre d‘une réponse didactique), en proposant des activités qui mettront en défaut ces règles erronées (opinion répandue chez de nombreux didacticiens qui pensent que la validation doit s‘appuyer essentiellement sur un feed-back de la situation), que l‘on s‘attaque au réel problème de la construction du sens. Il est vrai qu‘il est plus difficile de réfléchir à des situations qui favorisent la mise en cohérence d‘une règle dans des réseaux de significations ou des structures de sens (la règle est validée parce qu‘elle s‘intègre dans une cohérence), plutôt qu‘à des situations qui font apparaître sa fausseté (il est en général plus facile de prouver qu‘une règle est inadéquate que l‘inverse).
Le sens d‘un tel fait est analysable à différents niveaux :
- il ne peut être analysé au niveau épistémologique, car il ne met pas en œuvre une cohérence d‘objet (on ne peut pas parler de théorème) ; par contre ce niveau est nécessaire à la compréhension de la nature des nombres rationnels et des nombres décimaux afin d‘améliorer l‘acquisition des savoirs les concernant ; il est donc nécessaire à l‘élaboration de la réponse didactique à apporter ;
- au niveau cognitif, il nécessite une analyse dans le cadre d‘une théorie des significations ; l‘élève interprète les écritures en puisant parmi les règles possibles ;
- au niveau de la production de sens, il nécessite une analyse dans le cadre d‘une théorie sémiotique (contraintes liées à une charpente modale du sens) ; la production d‘une règle cognitive prend un statut pragmatique et social en relation avec l‘obligation de l‘élève de produire une règle (au statut non mathématique) ;
- au niveau culturel, il nécessite une analyse des pratiques scolaires, des finalités de l‘enseignement, etc. (par exemple la trop grande centration des apprentissages sur l‘acquisition de savoirs-faire coupés des objets de sens qui les légitiment).

Alors, comment rendre consistante l‘analyse de tels phénomènes d‘enseignement (« *la réalité dans l'enseignement* ») dans le cadre d‘une **théorie didactique explicative** et pas seulement descriptive ? De même, comment bâtir une théorie susceptible de proposer des analyses et des ingénieries didactiques permettant aux enseignants de réfléchir à la définition des objectifs d‘enseignement des mathématiques et aux dispositifs à mettre en œuvre pour mieux les atteindre ? Car, bien sûr, **la didactique des mathématiques doit également proposer des dispositifs humains et matériels susceptibles d'améliorer l'acquisition de savoirs et savoir-faire mathématiques chez les élèves (des « *situations pour enseigner* »), mais aussi étudier les « *potentialités de l'expérience* » (François Conne propose dans ce sens deux voies de recherche : celle qui travaille les situations et le savoir et celle qui travaille la pensée).**
Nous postulons que les phénomènes d'enseignement doivent être reconstruits de manière ascendante en articulant plusieurs niveaux d'analyse dans différents champs de recherche, et pas simplement décrits, à un niveau supérieur directement observable, par une théorie conceptuelle descriptive dont les concepts affichent leur indépendance par rapport à toute autre théorie.

Cette voie est certes difficile, mais il nous semble nécessaire de l'emprunter.

1. **L'épistémologie des mathématiques** fournit un premier niveau d'analyse.

Jean Petitot, épistémologue des mathématiques à l'EHESS, a bien montré qu'**il existe quatre piliers à toute philosophie mathématique :**

« ***1. les actes constitutifs de l'activité mathématique ;***
2. le statut de la connaissance et de la légalité symbolique ;
3. le problème de la donation et de la réalité des objets et des structures mathématiques ;
4. la nature de l'applicabilité des mathématiques au monde de l'expérience. »

Ses analyses permettent de mieux saisir la nature des objets mathématiques, celle de leur accessibilité cognitive, ainsi que celle de l'applicabilité des mathématiques au monde l'expérience.

Voici rapidement quelques éléments incontournables.

Les mathématiques ne se réduisent pas à des processus mentaux. Elles ne dénotent pas ; il n'y a pas non plus de rapport de dénotation entre le langage mathématique et les objets mathématiques ; ces derniers sont des corrélats d'actes opérant sur un donné perceptif , des transcendances objectives fondées dans l'immanence des actes assurant leur accessibilité cognitive et épistémique. On ne peut confondre les objets mathématiques avec les actes cognitifs dont ils sont les corrélats.

Par exemple, les nombres concrets sont des corrélats des actes (colligation, dénombrement, etc.) opérant sur des donnés perceptifs particuliers (les objets matériels, en tant qu'entités discrètes délimitées par des contours apparents fermés). Mais les symboles « matériels » mathématiques constituent très vite la base intuitive à de nouvelles manipulations, cette fois symboliques ; ils sont des supports sur lesquels opèrent de nouveaux types d'actes. Les corrélats de ces actes opérant sur ce nouveau donné perceptif sont des nombres d'un niveau supérieur. D'une part les symboles mathématiques participent à la modélisation des faits empiriques, mais ils constituent aussi les matériaux propres à des manipulations symboliques dont les corrélats sont des nombres qui se détachent des matériaux sensibles et concrets du départ. Les élèves sont donc très vite confrontés à des nombres de niveaux différents pourtant désignés par le même symbole; l'utilisation d'un même symbole pour désigner des objets différents est le résultat de l'avancement de la culture mathématique, mais il y a des raisons cognitives à cela : le symbole mathématique constitue une sorte d'interface permettant des traitements à différents niveaux de la conceptualisation des objets et des situations (par ailleurs, en toute rigueur mathématique l'équipe Bourbaki a bien montré la nécessité de ne pas confondre les objets de différents niveaux, et en toute pureté mathématique il convient par exemple de désigner différemment un entier naturel et un entier relatif positif).

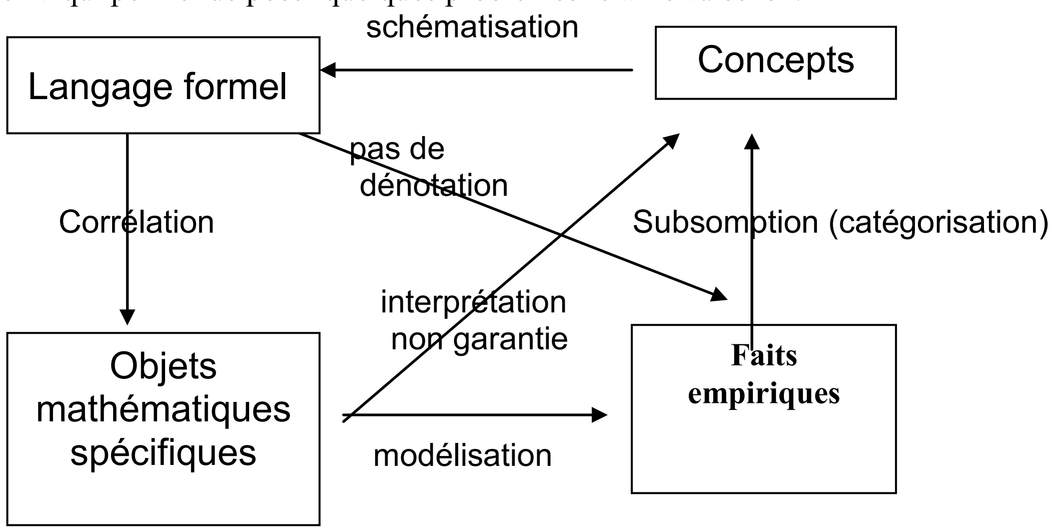
Ainsi, si les situations concrètes de départ permettent d'attribuer des significations à un objet mathématique tel que l'addition (le même symbole « + » est utilisé pour modéliser des actions concrètes du type « ajouter », « réunir », « avancer sur une bande numérique »), c'est la cohérence des règles opérant sur le symbolisme mathématique qui donne du sens à ces situations. On peut donc inverser la représentation habituelle qui consiste à dire à tort que ce sont les situations concrètes qui donnent du sens aux objets mathématiques ; en fait **ce sont les objets mathématiques de niveaux supérieurs qui donnent du sens aux phénomènes de niveaux inférieurs**, et qui établissent la cohérence de situations perçues dans un premier temps comme différentes. **Ce sont les mathématiques (les objets) qui déterminent les formes de la réalité (donnent du sens) et non l'inverse.** D'autre part, un objet mathématique de deuxième niveau ne peut être déterminé par une seule situation de premier niveau, car il est plus riche que les significations dont il était porteur au départ. Il est impossible par exemple de montrer à partir d'une situation de type gains/pertes que le produit de deux entiers négatifs est positif (d'Alembert, dans l'Encyclopédie de Diderot, s'étonnait que le produit d'une perte par une perte puisse être un gain !). Le fait que le produit de deux nombres négatifs soit un nombre positif est le résultat d'une cohérence interne à un système de règles dans une structure donnée (distributivité de la multiplication par rapport à l'addition sur l'ensemble des nombres relatifs, existence d'un élément neutre pour l _addition, existence d'éléments opposés). D'ailleurs, l'interprétation des objets mathématiques n'est pas toujours garantie.

Cette définition de la nature des objets mathématiques est dans la lignée de celle du philosophe Husserl. Les objets mathématiques sont des corrélats « noématiques » des actes « noétiques » opérant sur les matériaux pour les sensations (hylé dans la philosophie grecque). Par exemple, pour les nombres concrets.

Hylé	Actes noétiques	Corrélats noématiques
(matériaux pour les sensations) Les objets se donnent avec leurs caractéristiques essentielles (exemple : perception des contours apparents des objets)	ensemble de procédures, de règles, de programmes, pour le traitement du donné perceptif (saisie des unités, de leurs différences, appréhension de leur simultanéité, successivité énumérative, unification spatiale par délimitation d'une frontière virtuelle pour un agrégat, saisie aperceptive de l'unité, etc.)	Nombres concrets

noèse : chez Husserl, acte du cogito intentionnel par lequel un objet est visé.
noème : contenu visé par la pensée, corrélat de la noèse.

C'est à ce niveau d'analyse épistémologique qu'il devient possible de clarifier les relations existant entre les phénomènes, leur catégorisation par des concepts, la schématisation des concepts, les objets mathématiques et le langage mathématique spécifique (les symboles mathématiques sont peut-être à concevoir dans le cadre du langage mathématique comme des singularisateurs et dans celui d'une interprétation conceptuelle comme des signifiants).
Voici un schéma qui permet de poser quelques problèmes relatifs au sens :



La mathématisation des faits empiriques n'est pas directe. Elle passe par une catégorisation conceptuelle de ces faits, puis par une schématisation des concepts (c'est ce que Kant appelait une double schématisation). La modélisation des faits nécessite à la fois une catégorisation conforme « aux choses » et une schématisation mathématique adéquate des concepts. Un des problèmes essentiels lié aux apprentissages mathématiques est que les élèves envisagent d'abord les écritures mathématiques dans un simple rapport de dénotation avec les faits. Les écritures « racontent » ce qui se passe : « 3 + 4 = 7 » raconte par exemple une partie de billes dans laquelle on a gagné 4 billes ; mais cette écriture peut également « raconter une autre histoire » dans laquelle on rapproche deux collections, ou bien une situation de type « jeu de l'oie » (on avance de 4 cases sur la piste). En fait le sens du concept qui « subsume » ces faits s'établit lors de l'émergence d'une structure conceptuelle qui permet de les regrouper dans une même catégorie. **La construction du sens s'établit à différents niveaux : celui de la conceptualisation des faits par catégorisation, celui de la conceptualisation de la cohérence des règles opérant sur les écritures mathématiques, c'est-à-dire de la conceptualisation des objets mathématiques qui en sont les corrélats, celui de la modélisation des faits par les objets mathématiques et celui de l'interprétation de ces derniers.** La construction du sens est donc étroitement dépendante de l'appropriation de registres spécifiques constitutifs du langage mathématique, comme celui des écritures mathématiques. Ces dernières, hautement organisées dans leur forme perceptive et dans leurs systèmes de règles, constituent l'apport social qui accélère l'apprentissage et l'appropriation du sens ; mais, comme le soulignait Husserl, les mathématiques étant « déjà là », elles apparaissent comme un monde statique de significations constituées. L'école se doit donc de faire apparaître le sens de l'acte constituant, c'est-à-dire le sens originaire qui se dissimule derrière les systèmes symboliques. Retarder l'apprentissage du symbolisme mathématique empêche les élèves, non seulement de conceptualiser les faits empiriques en rapport avec la schématisation mathématique, mais également de conceptualiser des objets mathématiques de niveaux supérieurs dont l'appropriation permet le dévoilement de nouvelles structures de sens. La compréhension des phénomènes de sens à ce niveau épistémologique nécessite l'articulation avec un autre niveau de réalité, celui des représentations cognitives, c'est-à-dire des systèmes de représentations et de traitement de ces représentations, eux-mêmes intimement liés aux registres sémiotiques.

Les objets mathématiques sont des **principes de cohérence.** Un objet matériel perceptible tel qu'une table se donne d'ailleurs par le biais de ses contours apparents, mais il est impossible de « voir » synthétiquement tous les points de vue possibles; il est donc lui-même un corrélat des actes (liés à nos capacités perceptives et cognitives) opérant sur un donné perceptif (la perception des contours apparents). Pour les objets mathématiques de niveaux supérieurs, ce sont les systèmes d'axiomes et les règles opérant dans ces systèmes qui déterminent le sens. Les énoncés mathématiques sont descriptifs avant d'être légalisés par des preuves (dans le cadre de démonstrations). Ce sont ces preuves qui déterminent le sens des concepts, d'où l'importance de la constitution de systèmes de validation (et donc d'une logique mathématique) ; à l'école élémentaire le sens des objets mathématiques ne peut donc être établi que partiellement, mais sa constitution doit être un objectif premier. **Albert Lautmann a bien montré que les mathématiques développent leur unité, dévoilent leur réel et déterminent leur valeur. Les objets mathématiques sont donc accessibles cognitivement, mais ils se donnent d'abord partiellement (par le biais de la conceptualisation des actes dont ils sont les corrélats); ils peuvent également être considérés comme des structures de sens qui se dévoilent**.

C'est donc à ce niveau épistémologique que les interrogations sur les objets mathématiques trouvent des éléments de réponse. Il est important de noter que dès ce niveau d'analyse, les objets mathématiques mettent en jeu un sujet constituant, mais un sujet objectif et non subjectif. D'autres niveaux d'analyse sont évidemment nécessaires : ceux de la psychologie cognitive, des sciences cognitives et de la sémiotique pour ne citer que les principaux.

2. La psychologie cognitive et les sciences cognitives sont des niveaux d'analyse indispensables pour comprendre la nature des représentations et des connaissances, le fonctionnement de la pensée et en particulier celui de la logique naturelle qui évolue en fonction du développement cognitif.

Les sciences cognitives montrent que la cognition s'appuient sur des représentations cognitives de différents types : représentations cognitives de type iconique, représentations cognitives de type linguistique, représentations cognitives traitant le symbolisme mathématique, etc. ; ainsi la pensée s'exerce-t-elle à partir de systèmes de représentation et de traitement, étroitement dépendants des registres matériels de représentation.
Les systèmes de représentation construisent le sens, soit par des **significations immédiates**, directement lisibles (cf. le niveau aléthique), soit par des significations détournées, instrumentales en relation avec les systèmes de traitement. Ces derniers procèdent **au traitement des représentations à partir de règles de correspondance, d'inférence et de transformation** (cf. le niveau épistémique), et permettent la **construction de nouvelles significations.** C'est à ce niveau (ainsi qu'au niveau d'analyse sémiotique) que l'on peut également placer le **rôle des registres sémiotiques dans la conceptualisation des objets mathématiques et de l'activité mathématique.**
Pierre Gréco avait jeté les fondements d'une théorie des significations. D'autres chercheurs, comme Madelon Saada Robert, travaille dans ce sens.
Réfléchir à des dispositifs favorisant la construction de **réseaux de significations structurales et fonctionnelles** chez les élèves est une tâche cruciale pour la didactique des mathématiques. **C'est la fermeture de tels réseaux de significations qui débouche sur la constitution de structures de sens.** Pierre Gréco avait nommé RST le système global opérant dans l'exercice de la pensée naturelle : R comme (système de) représentations, T comme (système de) transformations et au centre, S, comme significations ou structures (de sens).

Il est possible d'inférer quelques conséquences relatives à une analyse un peu consistante à ce niveau. Nous citons ci-dessous celles qui concernent l'activité de résolution de problèmes numériques .

a. Plusieurs systèmes cognitifs de représentation et de traitement coopèrent dans la pensée de la résolution de problèmes numériques.

Ces systèmes sont pour la plupart d'entre eux fondés sur la production et l'interprétation de formulations dans des registres sémiotiques variés (systèmes symboliques signifiants tels que la langue orale et écrite, divers registres d'écritures, schémas, dessins, etc.).
Citons les principaux d'entre eux:
- un système cognitif iconique de représentation et de traitement fondé sur des gestalts plus dynamiques que statiques (processus décrits par des images mentales topologiques dynamiques), qui opère en relation avec le système linguistique, mais également avec les différents registres sémiotiques qui participent au langage mathématique: par exemple le verbe « ajouter » correspond à l'augmentation d'un « tout » et le verbe « réunir » correspond à l'association de deux « touts »; mais ce système permet également de reconnaître et de produire des formes signifiantes liées aux différents registres écrits (la forme d'écriture

3 + 4 = 7 n'est pas perçue par un élève de CP comme équivalente à la forme 7 = 3 + 4, elle est plus prégnante);
- un système cognitif de représentation et de traitement de type linguistique, fort complexe, lié aussi bien à la langue orale qu'à la langue écrite; ce système intervient dans la lecture/compréhension des énoncés de problèmes, le contrôle de l'activité mathématique, l'activité argumentative, etc.; mais il intervient également dans le cadre de l'oralisation des écritures mathématiques; ces écritures « se disent » et la langue intervient comme système de contrôle de l 'activité mathématique;
- des systèmes cognitifs de représentation et de traitement liés aux activités de production et de compréhension de registres et sous-registres plus spécifiquement mathématiques : symboles d'objets mathématiques, écritures mathématiques disposées en ligne ou en colonne, schémas divers, tableaux de correspondance, etc.; ces registres, culturels mais choisis objectivement par construction, explicitent différents aspects de l'information et permettent des traitements spécifiques à chacun d'entre eux :

par exemple le schéma logique $\square \underset{-\,a}{\overset{+a}{\rightleftarrows}} \square$ permet de symboliser la réciprocité de l'addi-tion et de la soustraction ; leur utilisation dépend bien évidemment de l'apprentissage scolaire et de la fonction que l'enseignant souhaite leur voir assignée dans l'activité mathématique des élèves, et nécessite d'être soumis à l'analyse didactique.
.

b. Résoudre un problème numérique consiste à parcourir un chemin cognitif à travers différents systèmes de représentation et de traitement, chemin d'autant plus riche qu'il peut s'appuyer sur la production d'écrits mathématiques, modifiant ainsi les possibilités cognitives de traitement (transformations, mises en correspondance, inférences).
L'analyse de la résolution des problèmes numériques à l'école élémentaire montre que la représentation de la procédure de calcul est très souvent en rupture avec la représentation iconique immédiate du problème (elles ne sont pas en rapport de mimesis). Construction de la représentation du problème et construction de la procédure de résolution sont deux processus en interaction.
La construction de la procédure de calcul peut passer entre autres:
- par une transformation préalable de la représentation immédiate de la situation perçue par lecture de l'énoncé (pour résoudre le problème on change la situation);
- par un « basculement de signification » dans le système arithmétique de représentation et de traitement, après traduction mathématique de la situation (pour résoudre le problème on change la signification de l'opération);
- par des transformations opérant sur des écritures mathématiques (pour résoudre le problème on utilise des règles de transformation inhérentes à un procédé de calcul);
- par des transformations opérant sur une représentation schématique problème (on remplace le problème par un problème équivalent au sein du système de représentation mathématique);
- par le contrôle de la plausibilité du résultat (dans une structure de sens, par exemple les situations additives, on effectue une opération plutôt qu'une autre, car l'une n'est pas possible
- et bien sûr par des combinaisons de ces différents modes de résolution.
L'expertise nécessite également la mise en œuvre de **procédures de vérification et de contrôle**.

c. Comme le souligne R.Duval, « faire des mathématiques » consiste donc :
- à créer des représentations dans des registres sémiotiques;
- à mettre en correspondance différents registres (la traduction d'un registre à l'autre est productrice de sens);

- à mettre en œuvre des règles de traitement opérant sur chacun de ces registres.

d. Si l’on est convaincu comme P.Gréco que les apprentissages efficaces sont ceux qui procèdent à une structuration, qui en tout état de cause, ne peut être produite par une simple accumulation passive de constatations empiriques, et que le passage à une telle structure d‘ensemble nécessite quelque chose de plus, comme un facteur de maturation ou d‘équilibre, **il convient de prendre en compte, comme le propose François Conne la question de l’ordre et du cumul des expériences que l’école fournit aux élèves**.
La psychologie cognitive et les sciences cognitives apporte encore bien d‘autres éléments aux analyses didactiques. L‘étude de la perception, de la mémoire, de la compréhension et de la production des systèmes signifiants (registres sémiotiques), de la résolution de problèmes complexes est au cœur de ce niveau d‘analyse et une modélisation consistante des phénomènes d‘enseignement ne peut pas en faire l‘économie.

A ce niveau cognitif, le sens peut être un phénomène d’émergence, de reconnaissance, de cohérence (non contradiction) de significations immédiates ou construites, procédurales ou structurales, de basculement, de glissement, de mise en correspondance ou en résonance de ces significations. La construction des réseaux de significations qui mènent au sens (par mise en relation) est souvent difficile et laborieuse. L‘émergence de sens est soudaine. Le sens apparaît au détour des relations que découverte et construction entretiennent.

3. La sémiotique, science des modes de signifier, fournit un autre niveau d‘analyse déterminant pour les analyses didactiques et en particulier pour **modéliser la constitution des savoirs**. P.A.Brandt, sémioticien danois, a montré l‘existence et le **fonctionnement d’une dynamique modale** dont les effets de contrainte déterminent le sens en général et tous les registres sémiotiques connus. **C’est dans la jonction d’un sujet et d’un objet (dans ce cadre il faut aussi y inclure les objets de savoir) que l’on a la notion de modalité**. Le système modal est un système mental qui permet de penser le temps dans l‘espace sous forme archétypale et qui permet de prévoir des déroulements d‘un certain type.
Le sens se modélise à partir de quatre catégories modales : aléthique, épistémique, déontique et ontique.

	Sujet cognitif qui établit l‘être. Problématique dans la pensée de l‘objet.	Sujet de faire qui fait paraître. Problématique dans l‘objet.
	Modalités cognitives	Modalités pragmatiques
Modalités transformationnelles (Instances décisionnelles)	Devoir être pensé **Épistémique** Mise en relation des arguments. Déstabilisation des croyances.	devoir faire opérant sur pouvoir faire **Déontique** vouloir faire qui reçoit les destinations

Modalités référentielles	pouvoir être pensé **Aléthique** Niveau des croyances paraître états de choses	pouvoir faire **Ontique** être montrer

Le niveau aléthique est lié à la saisie des états de choses, du paraître des objets, donc au pouvoir être pensé: par exemple, pour revenir au « théorème-élève » cité précédemment, la règle produite est une règle aléthiquement possible (le niveau aléthique, du « vrai », est celui du possible, du nécessaire et de l'impossible).

Le niveau épistémique est une instance de décision qui, par la mise en relation d'arguments tirés de la mémoire et de l'analyse des faits, permet en particulier la déstabilisation des états aléthiques, et donc des croyances. C'est à ce niveau qu'une règle possible au niveau aléthique peut, par décision s'appuyant sur des arguments ou non, devenir probable, certaine ou être exclue.

Penser, c'est inscrire une histoire dans une potentialités d'histoires : la transformer est le résultat d'une pensée déontique, la comprendre est le résultat d'une pensée épistémique, bien sûr ces deux modes de pensée sont en relation. Lorsque l'on « tourne en rond » au niveau épistémique, il convient de faire apparaître quelque chose de nouveau, afin de disposer de nouveaux états de chose, c'est-à-dire d'élargir l'expérience.

Les savoirs sont donc le résultat d'une pensée épistémique. Ils sont issus d'un processus de véridiction (et non de vérité), résultats de la constitution d'une certitude (prise en charge épistémique à partir de constatations aléthiques). Les savoirs, qui selon ce point de vue, ne concernent pas uniquement les connaissances utiles, sont dépendants des modes permettant d'établir cette certitude: prise de décision purement individuelle, en interaction avec des pairs ou avec l'aide d'un « détenteur de savoirs » fondée sur un système plus ou moins formel de validation. La constitution collective d'un savoir confère à ce dernier un degré différent de certitude, puisque les prises de décision individuelles ont pu prendre en compte les arguments d'autres locuteurs, ou d'autres prises de significations.

Une des tâches de la didactique consiste donc à réfléchir sur les moyens d'amener les élèves à acquérir la certitude de la validité des savoirs. Un savoir peut être considéré comme une connaissance certaine; mais si l'on est certain de la validité de cette connaissance, c'est-à-dire si l'on sait, on y croit. **Toute connaissance érigée au rang de savoir est transformée alors en croyance. Après l'établissement de sa certitude, le savoir est déontiquement stabilisé au niveau ontique (la jonction entre le sujet et l'objet de savoir constitué est stabilisée par une contrainte); le certain devient obligatoirement nécessaire** (« c'est obligé » ou « obligé », disent souvent les élèves). C'est ce qui explique que les savoirs antérieurs sont difficiles à déstabiliser. Un savoir nécessite d'être formulé. Il est donc communicable.

La constitution des savoirs, dont la problématique est celle d'un sujet constituant, est intimement liée à des cycles croire – douter – savoir. La didactique des mathématiques se doit de réfléchir aussi bien au contrôle de la déstabilisation des savoirs-croyances chez les élèves, qu'à l'acquisition de savoirs en partant de l'ignorance (savoir que l'on ignore est d'ailleurs déjà un savoir, et peut-être ne considère-t-on pas assez cela dans les processus d'enseignement).

D'autre part, dans une classe, le maître a bien un statut particulier: celui de « détenteur de savoirs », mais aussi celui d'évaluateur qui sanctionne positivement ou négativement les élèves. A l'école, l'élève doit faire; ce devoir faire opère sur son pouvoir faire et son vouloir faire et est dépendant de la façon dont il perçoit les destinations (niveau déontique). Plusieurs destinateurs exerçant des effets de contrainte sur le sujet de faire qu'est l'élève, sont à l'origine du devoir faire : enseignants, parents, camarades, et bien sûr l'élève peut lui-même se positionner en auto-destinateur. Le savoir du maître peut être directement institutionnalisé en croyance par l'élève, mais aussi s'opposer à la liberté de pensée de l'élève. Les modalités épistémiques et déontiques peuvent s'opposer.

Une distinction forte doit être établie entre savoirs et connaissances. La constitution des savoirs est un phénomène de création de sens qui nécessite le parcours de chemins complexes, contraints par une organisation modale. L'expérience fournit les états de choses perçus aléthiquement sans lesquels la pensée ne peut s'exercer, mais il est nécessaire de penser l'expérience pour établir la certitude des savoirs. Apprendre par l'expérience et penser l'expérience sont bien au fondement de ces derniers.

A ce niveau sémiotique, le sens se structure dans des dynamiques temporelles dépendant des systèmes d'attente des sujets (les élèves, le maître, etc.), au cours desquelles les élèves tentent ou refusent de s'approprier des objets de savoir, de réaliser les tâches qu'on leur assigne, réussissent ou échouent.

Répétons-le, nous pensons, comme François Conne, que toute ingénierie didactique doit s'organiser sur deux plans en inter-relation : les **articulations entre situations et savoirs et entre expériences proposées aux élèves et connaissances**. Il faut réfléchir à des situations qui favorisent l'acquisition de savoirs (ceux dont on vise la diffusion), ainsi qu'à l'ordre et au cumul des expériences que l'on fait vivre aux élèves (résolutions de problèmes, exercices d'entraînement, de réinvestissement, etc.).
C'est également à ce niveau que l'on peut analyser l'**importance des réactions thymiques des élèves et du maître**. Le monde (constitué des autres, des objets, etc.) est un principe dynamique de contrôle de l'affectivité du sujet qui oscille entre états « euphoriques » et « dysphoriques ». L'intériorisation de ces réactions thymiques, leur prévision, les traces qu elles laissent rétrospectivement, transforment les systèmes d'attente du maître et des élèves. **Les interventions didactiques du maître doivent s'inscrire dans une stratégie thymique qui favorise le désir de connaître de ses élèves.** Nous avons développé succinctement ces idées dans l'ouvrage « Comprendre des énoncés. Résoudre des problème ». Notre recherche actuelle tente d'intégrer cette dimension incontournable.

4. Le niveau culturel

C'est à ce niveau que la didactique des mathématiques doit analyser les pratiques culturelles. D'une grande complexité, ces pratiques ne sont analysables que dans le cadre d'une théorie conceptuelle descriptive, mais qui, pour être plus consistante, doit intégrer les théories explicatives des niveaux inférieurs.
Les phénomènes de diffusion et d'acquisition des savoirs mathématiques en milieu scolaire ont, nous l'avons dit, une dimension idéologique. Ils sont le reflet des représentations sociales concernant les finalités de l'enseignement, et intègrent également les représentations concernant les théories épistémologiques, psychologiques, linguistiques, sémiotiques, etc., de l'époque. Les choix opérés par les acteurs de l'école (enseignants, inspecteurs, élèves, représentants politiques et syndicaux, parents, citoyens, etc.) et leur mise

en œuvre (pas toujours en adéquation), déterminent, comme le montre François Conne, des réalités multiples. **Comment trancher alors parmi la multiplicité des opinions et des mises en œuvre pédagogiques et déterminer celles qui auraient plus de sens que d'autres ?** Et, pour utiliser une formule de « matheux », ne doit-on pas considérer que la somme vectorielle des opinions est égale au vecteur nul !
Alors quels éclairages la didactique peut-elle apporter à ce niveau ?

L'analyse didactique doit mettre en lumière les choix effectués par l'institution et les enseignants concernant les finalités de l'enseignement des mathématiques : apprentissage de pratiques sociales de référence, acquisition de savoirs et savoir-faire mathématiques, développement de compétences disciplinaires et transversales, acquisition de techniques , d'une pensée mathématisante, etc.. Elle doit également mettre en lumière les choix opérés parmi la multiplicité des pratiques et des savoirs, ainsi que les publics (types de classes, filières, etc.) pour lesquels on vise des diffusions et des acquisitions différenciées, les moments et les lieux (types de classe, filières, etc.) où celles-ci s'effectuent, la place faite à la liberté des élèves et à la possibilité de leur laisser développer des parcours personnels .
Elle doit également déterminer les hypothèses explicites ou implicites, sous-jacentes à ces choix aux différents niveaux de réalité:
- hypothèses concernant la nature des objets mathématiques, de l'activité mathématique, et les rapports avec les phénomènes dont ils rendent compte ;
- hypothèses concernant les apprentissages et le fonctionnement de la pensée ;
- hypothèses concernant les rapports entre développement, acquisition et enseignement ;
- etc.

La liste est longue et le didacticien doit lui-même effectuer des choix en fonction de l'analyse qu'il effectue. Pour mettre en évidence ces hypothèses le didacticien a besoin de théories concernant les différents niveaux de réalité et c'est de leurs éclairages que dépendra la pertinence de ses analyses dans le cadre d'une théorie conceptuelle descriptive.

La didactique doit également analyser les écarts existant entre les objectifs que se fixent l'institution et les maîtres et les résultats effectifs des mises en œuvre pédagogiques.

C'est à ce niveau que le sens de l'apprentissage est analysable, et il l'est de différents points de vue : celui de l'institution et de ses représentants, celui des enseignants, celui des parents et bien sûr, celui des élèves en inter-relation avec les précédents. Ce sens dépend des choix effectués, donc de l'idéologie. La motivation est bien moteur de l'apprentissage, mais celle-ci dépend des échanges dans lesquels les élèves sont impliqués : une théorisation du niveau sémiotique est indispensable là encore au développement d'une analyse pertinente, mais n'est pas suffisante.

Dans cet article, nous ne pouvons développer plus avant notre point de vue sur la théorisation de ce niveau culturel. Nous renvoyons le lecteur à un article à paraître dans les Actes du séminaire de formation de la Copirelem (Nancy 2001) (M.C.Jollivet et A.Descaves) et concernant l'évolution des approches de la division dans les manuels scolaires français de 1945 à nos jours.
Toutefois, il nous paraît important de préciser que le didacticien doit se méfier, à ce niveau d'analyse, d'une confusion toujours possible entre science et idéologie . Il doit éviter de porter des jugements de valeur là où des analyses objectives et scientifiques s'imposent, et s'abstenir de proposer des situations didactiques sans indiquer les choix idéologiques sous-jacents (toute ingénierie didactique doit intégrer le niveau culturel). Lorsqu'un maître enseigne, il ne peut être didacticien. Lorsqu'un didacticien collabore à un ouvrage scolaire, il devient un acteur

pédagogique en proposant un découpage particulier des contenus et des activités dans le cadre des programmes scolaires, en les ordonnant, en effectuant des choix de situations. Il perd alors sa qualité de didacticien et il serait naïf d'assimiler de manière trop mécaniste une théorie aux hypothèses sous-jacentes à l'élaboration d'un manuel. Nous pensons, comme François Conne, que les manuels ne sont pas les médiateurs des théories pour la pratique, ils ne sont pas non plus des manuels d'application de ces théories. Mais ils manuels s'inscrivent comme des produits de pratiques culturelles d'enseignement des mathématiques qui rendent compte de l'évolution des choix idéologiques opérés par la société, mais aussi de l'évolution des théories didactiques. C'est en cela que le didacticien doit s'intéresser aux manuels, en vue de nourrir sa réflexion didactique en se donnant bien sûr un cadre d'analyse qui ne porte pas uniquement sur le niveau culturel. Il en va de même pour l'analyse de tous les phénomènes qui concerne la diffusion et l'acquisition des savoirs mathématiques.
La distinction à effectuer entre didactique et pédagogie nous semble donc toujours à l'ordre du jour. On ne peut confondre les phénomènes et les faits qui les produisent avec les théories qui en rendent compte.

IV. CONCLUSION

S'interroger sur la question du sens en didactique des mathématiques conduit à se poser des questions sur l'épistémologie de cette science. Les réponses dépendent des niveaux sur lesquels portent les analyses.

A un niveau d'analyse épistémologique, le sens des faits mathématiques d'un certain niveau est structuré par les objets mathématiques de niveaux supérieurs. **Les objets mathématiques sont des structures de sens** qui correspondent à des cohérences de règles dont le statut devient progressivement formel, ce qui ne veut pas dire que le sujet est absent de leur constitution. Si les objets mathématiques ne se réduisent pas à des processus mentaux , leur nature intègre nécessairement un sujet constituant objectif.

A un niveau sémiotique on peut considérer que le sens s'établit dans la relation d'un sujet et d'un objet (en particulier d'un objet de savoir). Il peut dans ce cas être considéré comme **la structure de l'attente d'un sujet**, nécessitant une préparation mentale du possible vers le nécessaire, au cours d'un processus où s'opposent les forces qui poussent à l'acquisition de cet objet, et les résistances à vaincre. **Le sens est structuré par une charpente modale qui articule modalités cognitives et pragmatiques. Le sens s'établit lors des réussites, des succès, par la reconnaissance des pairs, par la satisfaction personnelle ou la valorisation apportée par les destinateurs (maître, parents, camarades, …)**. En situation scolaire, les états affectifs sont grandement déterminés par les succès sur le plan cognitif.

Au niveau de la cognition, **le sens peut être considéré comme un phénomène d'émergence, de reconnaissance, de mise en correspondance de significations, de non contradiction et de cohérence**, au travers des systèmes cognitifs de représentation et de traitement, en relation avec les systèmes sémiotiques de représentation (basculements et glissements de significations, inférences, transformations). **Les réseaux de significations s'organisent dans des structures de sens. La traduction de représentations d'un registre sémiotique à l'autre est productrice de sens pour le sujet.**

Au niveau culturel, le sens est dépendant des places et des rôles assignés aux acteurs de la relation didactique. Il dépend des choix effectués lors des échanges qui produisent les phénomènes de diffusion et d'acquisition des savoirs mathématiques, donc ici encore d'un

système d‘attente. Les pratiques culturelles étant idéologiques, le sens prend lui aussi une dimension idéologique. **On ne peut confondre sens de l’apprentissage et apprentissage du sens**. Pour l‘élève un apprentissage peut avoir du sens, même s‘il ne le conduit pas au sens.
Le sens, pour le maître, dépend, de la même façon de son système d‘attente. En confrontant les élèves à des situations il vise des effets. C‘est l‘obtention ou non de ces effets qui régule le sens de ses interventions didactiques.

Les relations entre les systèmes d‘attente du maître et des élèves sont conceptualisables dans le cadre d‘une structure de sens : le contrat didactique. Mais, pour être consistante, cette conceptualisation doit intégrer les analyses de plusieurs niveaux de réalité.

Le sens, quel que soit le niveau d‘analyse, est lié à un phénomène de structuration.
Notre analyse voudrait s‘inscrire dans une perspective structuraliste, dans laquelle les structures ne sont pas de nature logique, mais de nature géométrique et dynamique.
Pour Jean Petitot, une structure mathématique est un ensemble de relations rationnelles et interdépendantes dont la réalité est démontrée, dont la description est donnée par une théorie, et qui est réalisé par un objet visible et observable.

Une structure de sens s‘établit par la reconnaissance d‘une cohérence.

BIBLIOGRAPHIE

(1) BRANDT P.A. **La charpente modale du sens,** Aarhus Universität Press, 1994.

(2) BRISSIAUD Rémi. **Vygotski, Brousseau et la didactique des mathématiques,** Recherches en didactique des mathématiques, La Pensée Sauvage.

(3) BROUSSEAU Guy, **Théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques**, Thèse d'État, Université de Bordeaux 1, 1986.

(4) CONNE François, **Faire des maths, faire faire des maths, regarder ce que ça donne**, Le cognitif en didactique des mathématiques. Presse de l'Université de Montréal, 1999.

(5) CONNE François, **Domaine de validité de différentes approches en didactique**, *Actes de la dixième école d'été de DDM*, 1999.

(6) CONNE François, **La théorie des situations comme ouverture sur l'expérience et l'expérimentation dans le domaine des connaissances et savoirs numériques à l'école primaire**, *Actes du Colloque de Bordeaux*. DAEST, juin 2000.

(7) CONNE François, **Évolution de la référence à la réalité dans les manuels suisses romands au cours du XXème siècle**, *Actes de la XXème école d'été de didactique des mathématiques,* Août 2001.

(8) DESCAVES Alain, **Comprendre des énoncés, résoudre des problèmes**, Pédagogie pour demain, Hachette Éducation, 1992.

(9) DESCAVES Alain, **Introduction du symbolisme à l'école élémentaire et au collège**, *Actes du XXVIème Colloque Inter-IREM,* Limoges 1999.

(10) DUVAL Raymond, **Écriture, raisonnement et découverte de la démonstration en mathématiques,** *Recherches en Didactique des Mathématiques,* Vol.20, n°2, pp.135-170, La Pensée Sauvage, 2000.

(11) PETITOT Jean, **Idéalités mathématiques et réalité objective. Approche transcendantale**, C.A.M.S. P.O65

(12) VERGNAUD Gérard, **La théorie des champs conceptuels**, *Recherches en Didactique des Mathématiques,* Vol.10, n°23, pp. 133-170, La Pensée Sauvage, 1990.

Communication C5

ARTICULATION ENTRE PERCEPTION ET DÉDUCTION DANS UNE DÉMARCHE GÉOMÉTRIQUE EN PE1

Bernard PARZYSZ[1],
pour le GReDiM[2] (IUFM Orléans-Tours)

1- LE CADRE THÉORIQUE

1.1 Un modèle synthétique

Le cadre théorique dans lequel se place la recherche menée actuellement à l'IUFM Orléans-Tours par le GReDiM résulte d'une synthèse réalisée à partir de recherches antérieures dans le domaine de l'enseignement de la géométrie[3].

a) Notre première référence est relativement ancienne, puisqu'il s‘agit du modèle de P.et D. van Hiele [van Hiele 1984], qui distingue cinq niveaux dans le développement de la pensée géométrique chez l‘enfant que je rappelle brièvement :

- niveau 0 (visualisation) : les figures sont identifiées uniquement par leur aspect général;
- niveau 1 (analyse) : l‘enfant commence à discerner les propriétés des figures, mais sans pouvoir encore les expliciter ;
- niveau 2 (déduction informelle) : l‘enfant peut établir des relations intra- et inter-figurales. Les définitions font sens, les résultats obtenus empiriquement sont souvent utilisés conjointement avec des techniques déductives ;
- niveau 3 (déduction formelle) : la déduction est perçue comme outil de validation, à l‘intérieur d‘un système axiomatique; il en est de même du rôle respectif des notions primitives, des axiomes, des définitions, des théorèmes.
- niveau 4 (rigueur) : l‘élève (l'étudiant) est capable de se placer dans différents systèmes axiomatiques (géométries non euclidiennes, par exemple) et de les comparer.

Comme on le voit, les niveaux 0 et 1 sont fondés sur les « figures » (au sens de « dessins ») : la géométrie correspondante est donc une géométrie « concrète », dont les objets sont matériels (dessins, maquettes, objets de la vie courante...), et dans laquelle l‘argumentation s‘appuie essentiellement sur des critères perceptifs. Au contraire, la géométrie des niveaux 3 et 4 est une géométrie « théorique », dont les objets sont conceptuels, et dans laquelle la seule argumentation acceptable est la démonstration.

[1] Equipe DIDIREM (Université Paris-7).

[2] Groupe de Recherches en Didactique des Mathématiques. Font ou ont fait partie du GReDiM mes collègues à l'IUFM Ghislaine CAILLETTE, André GAGNEUX, Jean-Philippe GEORGET, Joëlle JAN-GAGNEUX, Claude LANDRÉ, Jean-Claude LEBRETON, Laurence MAGENDIE, Edith RENON, Jean TOROMANOFF (co-présentateur de la communication), ainsi que Claudine RAPPENEAU, conseillère pédagogique. Qu'ils soient tous ici chaleureusement remerciés pour leur intérêt et leur participation active, tant au niveau de la conception qu'à celui de l'expérimentation, ainsi que l'IUFM Orléans-Tours pour son soutien.

[3] Ce cadre théorique a déjà été exposé, mais de façon succincte, au précédent colloque de la COPIRELEM par Brigitte NICOLAS-LORRAIN [Nicolas-Lorrain 2000].

28ème colloque Inter-IREM des formateurs et professeurs chargés de la formation des maîtres.
pages 99 à 110

Reste le niveau 2, qui constitue en quelque sorte le niveau-charnière entre ces deux types de géométrie, dans lequel la théorie est en train de se mettre en place chez l'élève - principalement sous l'effet de l'éducation-, en se construisant contre la perception, jusque-là acceptée. C'est le moment où apparaît le plus clairement le conflit entre le su et le perçu, que j'ai déjà étudié dans le cadre de la géométrie de l'espace [Parzysz 1989, Colmez & Parzysz 1993].

Cette distinction en niveaux, prise au pied de la lettre, risque cependant de laisser penser qu'un individu donné, à un moment donné de son développement, doit se situer à un niveau donné. Mais ce serait faire abstraction de la *situation* dans laquelle se trouve cet individu à cet instant, et qui peut jouer un rôle déterminant : un "expert" d'un domaine particulier peut ne plus se comporter en expert lorsqu'il est placé dans une situation non familière, même lorsqu'elle relève de son domaine d'expertise.

b) S'inspirant des idées développées par Ferdinand Gonseth dans *La géométrie et le problème de l'espace* [Gonseth 1945-1955], Catherine Houdement et Alain Kuzniak [Houdement & Kuzniak 1998] définissent trois types de géométrie qu'ils distinguent par les rapports qu'entretiennent intuition, expérience et déduction, et qu'ils dénomment respectivement *géométrie naturelle* (G1), *géométrie axiomatique naturelle* (G2) et *géométrie axiomatique formaliste* (G3). La première « confond géométrie et réalité » (comme dans les niveaux 0 et 1 de van Hiele) et la seconde est conçue comme un « schéma » de cette réalité (niveaux 2 (?) et 3 de van Hiele) ; dans la troisième, enfin, on « coupe le cordon ombilical » avec la réalité (niveau 4 de van Hiele). Ainsi donc, très grossièrement, G1 serait la géométrie de l'école élémentaire, G2 celle de l'enseignement secondaire et G3 celle de l'enseignement supérieur.

c) Dans un article récent, Michel Henry, opérant un parallèle entre probabilités et géométrie [Henry 1999], distingue lui aussi trois types de rapports à l'espace dans l'enseignement / apprentissage de la géométrie:

(i) la situation concrète ;

(ii) une première modélisation, consistant en *« l'observation d'une situation réelle et sa description en termes courants. (...) La description qui en découle est alors une sorte d'abstraction et de simplification de la réalité perçue dans sa complexité, dans la mesure où certains choix sont faits pour ne retenir que ce qui semble pertinent de cette situation vis-à-vis du problème étudié. »* (loc. cit. p. 28) ;

(iii) une mathématisation, qui s'opère à partir du modèle précédent.

A première vue, ce modèle présente de fortes analogies avec celui développé par Houdement-Kuzniak. Cependant, l'expression « géométrie <u>axiomatique</u> naturelle » que ceux-ci utilisent les distingue, puisque chez Henry la présence d'une axiomatique sous-jacente n'est pas indispensable dans la première modélisation, même si parfois *« (la) description peut être pilotée par ce que l'on peut appeler un* "regard théorique", *c'est-à-dire une connaissance de type scientifique s'appuyant sur des modèles généraux préconstruits »* (ibid). Cette « première modélisation » se placerait donc entre G1 et G2, et constituerait une étape intermédiaire précédant la construction de l'axiomatisation (correspondant au niveau 2 de van Hiele).

D'autre part, la terminologie de Houdement-Kuzniak semble établir une sorte de tuilage -donc de continuité- entre les trois « géométries » ainsi définies: G1 et G2 ont en commun d'être « naturelles », tandis que G2 et G3 sont toutes deux « axiomatiques ». La géométrie G2 apparaît alors comme une intermédiaire entre G1 et G3. Il semble cependant que l'articulation entre G1 et G2 -de nature épistémique- est plus fondamentale que celle qui sépare G2 et G3 ; en fait, elle correspond en quelque sorte au niveau 2 de van Hiele, lequel se situe au cœur de la question de la modélisation géométrique. En effet, dans G1 les objets de la géométrie sont encore des éléments physiques idéalisant plus ou moins des situations de la « réalité » (maquette d'une pièce d'habitation, dessin d'un champ...), et la validation reste d'ordre perceptif (instrumenté ou non). Au contraire, dans G2 comme dans G3, les objets en jeu sont des éléments situés hors de la réalité (mais *représentés* par des objets physiques), la validation des affirmations étant d'ordre déductif: *« l'élève est invité à abandonner un contrôle empirique de ses déclarations au profit d'un contrôle par le moyen de raisonnements »* [Berthelot & Salin 1992, p. 32]. La distinction de G2 par rapport à G1 et à G3 tient alors essentiellement à deux aspects :

1° G2 est une *modélisation de l'espace « physique »* (c'est-à-dire de G1), alors que G3 ne fait plus référence à aucune « réalité » ;

2° G2 est en quelque sorte une G3 *incomplètement axiomatisée*, ou plutôt une géométrie dont les « axiomes » (canoniques ou non) sont partiellement implicites (que ce soit de façon consciente ou non)[4]. Plus précisément, G2 s'appuie sur des raisonnements déductifs opérant à partir d'un certain nombre de faits considérés comme "évidents" ; en cela elle est analogue à G3 (version « euclidienne »). *Grosso modo*, à certains endroits, là où G3 comporterait un axiome, et éventuellement des définitions et des théorèmes qui en découlent, G2 se contente d'un « on voit que » (qui peut même être implicite). La perception est encore présente, mais elle est censée servir uniquement à construire une théorie de l'espace perçu, et non plus -tout au moins en principe- à appuyer une argumentation (même si les « on voit que » contredisent *de facto* cette remarque).

d) En suivant les distinctions faites ci-dessus, nous proposons un essai de synthèse des modèles précédents, comportant en particulier une articulation légèrement différente de celle proposée par Houdement-Kuzniak pour les raisons évoquées plus haut. Les éléments sur lesquels repose ce modèle sont, d'une part la nature des objets en jeu (physique / théorique), d'autre part les modes de validation (perceptif / logico-déductif). Partant de la « réalité », ou encore du « concret » (G0), qui n'est pas géométrique, nous opposerons d'une part une géométrie non axiomatique, s'appuyant sur des situations concrètes[5] qui sont idéalisées pour constituer le « spatio-graphique »[6] (G1) et d'autre part une géométrie axiomatique, l'axiomatisation pouvant être explicitée complètement (G3) ou non (G2), et la référence au « réel » étant facultative pour G2 (mais pas pour G1) ; dans le dernier cas, nous parlerons de géométrie *proto-axiomatique*. La situation peut alors être schématisée par le diagramme ci-après :

<table>
<tr><td></td><td colspan="3">géométries non axiomatiques</td><td colspan="3">géométries axiomatiques</td></tr>
<tr><td>type de géométrie</td><td>géométrie concrète (G0)</td><td colspan="2">géom. spatio-graphique (G1)</td><td colspan="2">géom. proto-axiomatique(G2)</td><td>géométrie axiomatique (G3)</td></tr>
<tr><td>objets</td><td colspan="3">physiques</td><td colspan="3">théoriques</td></tr>
<tr><td>validations</td><td colspan="3">perceptives</td><td colspan="3">déductives</td></tr>
<tr><td>van Hiele</td><td>niveau 0</td><td>niveau 1</td><td colspan="2">niveau 2</td><td>niveau 3</td><td>niveau 4</td></tr>
</table>

Du point de vue didactique, la distinction entre ces géométries apparaît dans les *ruptures de contrat* qui se produisent entre l'une et l'autre, et plus précisément:

- passage de G0 à G1 : matérialité des objets en jeu (bois, carton, paille...) ;

---

4 Même si on n'y utilise pas le terme "axiome" (on lui substitue en général le mot « propriété », terme passe-partout qui en fait obscurcit plus qu'il n'éclaire).

5 D'après le Petit Larousse (éd. 2000): « 1.qui se rapporte à la réalité, à ce qui est matériel (...)
2. Qui désigne un être ou un objet réel. »

6 Qualificatif dû à Colette Laborde (voir par exemple [LABORDE & CAPPONI 1995]).

- passage de G1 à G2 : épaisseur des traits, des points; justification par le perçu ;
- passage de G2 à G3 : propriétés jugées "évidentes".

En se référant à la théorie anthropologique du didactique [Chevallard 1999], on peut considérer G1 et G2 comme deux praxéologies qui, pour un même type de problèmes (comme par exemple les problèmes de construction sous des contraintes fixées) se distinguent à la fois au niveau des *techniques* , des *technologies* et des *théories* :

∗ pour G1, les *techniques* utilisées pour la résolution de ce type de tâches sont essentiellement liées à l'usage d'instruments tels que règle graduée, compas, équerre, rapporteur (perception instrumentée). Les *technologies* (mode de validation) font également usage des instruments, qui sont alors utilisés pour contrôler le dessin construit par la constatation visuelle de coïncidences ou de superpositions : graduations de la règle, pointes du compas, bords de l'équerre, rayons du rapporteur ... Le *niveau théorique* -absent dans la pratique usuelle- serait une théorie relative à la précision ou à l'économie des tracés, qui est effectivement attestée au début du 20ème siècle (voir par exemple le chapitre VI, *Constructions graphiques*, de [Sainte-Laguë 1913]).

∗ dans G2 et pour le même type de tâches, les *techniques* concernent des objets géométriques (droites, points, segments, cercles...) dont l'existence est assurée par des énoncés (définitions, axiomes, propriétés admises...), et l'usage des instruments permet d'en obtenir des représentations (dessins). Les *technologies* correspondantes consistent en la production d'un discours de type déductif appliqué aux données de l'énoncé et utilisant des éléments de G2 rencontrés antérieurement. Le *niveau théorique* est constitué par une géométrie axiomatique de type G3 (en l'occurrence la géométrie affine euclidienne). Cependant, une technique très générale dans G2 est la réalisation et l'étude de « figures » (= dessins) sur lesquelles on fera éventuellement agir des techniques de G1 dans le but de rechercher des indices qui permettront d'aboutir à une démonstration.

En ce qui concerne les institutions dans lesquelles vivent ces différentes géométries, on peut dire grossièrement que G1 correspond à l'école élémentaire, tandis que G2 correspond au lycée et G3 à l'université. Mais qu'en est-il pour le collège ? En fait, ce sont essentiellement les « figures », objets communs à G1 et G2, qui mettent ces deux géométries *en concurrence* chez des non-experts comme le sont les élèves de collège. Plus précisément, pour un élève donné confronté à une tâche de géométrie :

- si elle est perçue comme relevant de G1, elle conduira bien sûr à s'appuyer sur des techniques de G1 (réalisation d'une « figure » + comparaison, superposition, mesurage...) ;
- si elle est perçue comme relevant de G2, elle conduira à s'appuyer sur des techniques de G2 (réalisation d'une "figure" + démonstration).

Notons enfin que G1 et G2 sont susceptibles de se contrôler l'une l'autre :

- *G2 contrôle G1* : si une contradiction perceptive est relevée sur la « figure » (G1), on peut rechercher dans G2 l'erreur de démonstration qui l'a produite ;
- *G1 contrôle G2* : si la conclusion d'un raisonnement géométrique surprend, le retour à la « figure » et à des techniques de G1 peut permettre de confirmer ou d'infirmer ce résultat.

1.2 La relation G1 / G2 dans l'activité géométrique

Pour préciser ce qui précède, plaçons-nous maintenant au niveau de l'activité géométrique. Dans G1 les objets en jeu sont *matériels* (maquettes, dessins...), et les propriétés de ces objets sont des propriétés *physiques*, qui sont validées (déterminées, vérifiées et éventuellement contredites) par des techniques spécifiques (méthodes de comparaison, mesures, etc.), et par exemple un dessin sera accepté comme triangle si ses « côtés » (= traits) sont rectilignes. De même, ce triangle sera accepté comme isocèle si, à l'aide d'un compas dont la pointe sèche est piquée en l'un des sommets (bien choisi), on peut tracer un cercle passant par les deux autres sommets ; ou bien si la mesure de deux de ses côtés fournit le même résultat. Au contraire, on pourra lui refuser la propriété si l'on constate un écart, éventuellement même minime). On se situe donc ici dans une problématique de la *précision*.

Par contre, dans G2 les objets en jeu sont des concepts *abstraits*, qui peuvent être *représentés* par des objets physiques *mais ne se réduisent pas à ces objets*. Ce qui était objet dans G1 devient donc, dans G2 ou G3, simple représentation d'un objet, c'est-à-dire qu'il s'intègre à un concept d'ordre supérieur[7]. Par exemple, un dessin de triangle sera considéré comme une représentation de l'objet « triangle » de G2 dans le registre figural de Duval [Duval 1996], de même que la phrase « Soit un triangle ABC » en constituera une représentation dans le registre langagier. On se situe donc ici dans une problématique de la *déduction*.

Considérons maintenant un utilisateur « expert » de géométrie élémentaire : pour résoudre un problème dans G2, il se place dans le registre de représentation qui lui semble le mieux adapté et en change aussi souvent qu'il en ressent le besoin, tout en conservant en permanence à l'esprit que *l'objet sur lequel il travaille reste le même* à travers les formes sous lesquelles il se (re)présente, et ceci même s'il n'en est pas réellement conscient.

Par contre, pour un non-expert, le changement de registre s'accompagnera d'un changement d'objet ; c'est ainsi que la « figure » (= dessin) réalisée à partir de l'énoncé d'un problème de géométrie deviendra pour lui l'objet même à propos duquel sont posées les questions du problème (il passe ainsi, sans même s'en rendre compte, de G2 à G1). Et, inversement, une propriété contingente du dessin réalisé, une fois qu'il l'aura constatée, pourra être comprise -et annoncée- comme une propriété de la configuration (= objet géométrique) définie par l'énoncé[8] (il passe cette fois, toujours sans s'en rendre compte, de G1 à G2; c'est ce que nous appelons la « contamination du su par le perçu » (CSP)). Bien entendu, cette distinction G1 / G2 n'est pas perçue par l'apprenti géomètre, pas plus que les passages de l'une à l'autre.

Ce caractère permanent de l'objet d'étude, ainsi que la versatilité des registres de travail susceptibles d'être mis en œuvre de façon consciente dans son étude, constituent en fait deux aspects fondamentaux de l'expertise, et l'acquisition par l'élève de ces deux capacités en quelque sorte antagonistes est l'une des finalités que doit viser l'enseignement de la géométrie.

2- LA RECHERCHE EN COURS

2.1 Contenus et finalités

La recherche que nous avons entreprise concerne les étudiants admis en IUFM pour y préparer le concours de professeur des écoles (PE1). Elle a d'abord commencé à l'IUFM de Lorraine[9] puis s'est poursuivie à l'IUFM Orléans-Tours. Elle est partie du constat selon lequel

[7] On pourrait ici, comme pour l'interprétation d'un texte, parler de « premier degré » et de « second degré »: un dessin peut être considéré au premier degré (G1) ou au second degré (G2), c'est-à-dire comme ne représentant que lui-même (en tant qu'objet physique localisé dans l'espace, et alors un « carré posé sur sa pointe » n'est pas un carré mais un losange) ou comme représentant un objet géométrique (abstrait), comme par exemple l'objet « triangle équilatéral ». La notion de *concept figural*, développée par Fischbein [Fischbein 1993], dans laquelle les images sont partie intégrante du concept, s'avère ici pertinente.

[8] Il ne s'agit pas d'un simple passage du particulier au général, mais bien d'une confusion de deux types d'objets (et, partant, de deux géométries).

9 L'équipe lorraine initiale comprenait mes collègues d'alors à l'IUFM Pascal BERTIN, Anne-Claire DALSTEIN, Jacqueline EURIAT, Natacha HANSEL, Isabelle LAURENÇOT, Ginette MARCHAL, Brigitte NICOLAS-LORRAIN, Catherine PAQUIN, Bernard VARIN, Gérard WIPFF. Qu'ils soient eux

le rapport personnel des professeurs des écoles à la géométrie ne leur permet pas toujours d'être à même de préparer efficacement leurs élèves à entreprendre une démarche de conceptualisation géométrique qui s'étend sur toute la durée du cursus obligatoire (et même-au-delà pour certains d'entre eux). Nous nous sommes alors posé la question de la nature des insuffisances constatées et des moyens possibles pour y remédier. D'où la double dimension de notre travail, qui comprend:

- un volet « fondamental », constitué d'une recherche destinée en partie à tester la validité de notre cadre théorique, mais surtout à préciser le rapport personnel des PE1 à la géométrie;
- un volet « développement », consistant à élaborer, à mettre en œuvre et à évaluer des ingénieries didactiques prenant en compte les résultats obtenus dans l'autre volet et destinées à prendre place dans la formation des PE1.

Plus précisément, et en référence à notre cadre théorique, les finalités de notre recherche peuvent s'établir comme suit:

(F1) Établir un inventaire et une classification des types d'argumentation utilisés en géométrie par les PE1.

(F2) Mettre à l'épreuve le cadre théorique et les hypothèses de recherche.

(F3) Élaborer et tester des ingénieries didactiques (en environnements papier / crayon et informatique) destinées à faire prendre conscience aux PE1 de la distinction G1 / G2 et à les amener à un comportement plus expert en géométrie.

[Notons que, du point de vue déontologique, la présence du concours de recrutement nous impose, vis-à-vis de nos étudiants, la contrainte d'intégrer les divers éléments de notre recherche dans le cadre du plan de formation de l'IUFM.]

2.2 Nos hypothèses

Les études préliminaires nous ont conduits à formuler les *hypothèses de recherche* suivantes, que nous allons chercher à valider, à modifier ou à infirmer :

(R1) Certains PE1 ne distinguent pas clairement G1 et G2.

(R'1) *Conséquence:* certains PE1 ne font pas de distinction entre les validations théoriques de G2 (démonstration) et les validations perceptives de G1 (constatation, mesure).

(R2) Même chez un PE1 qui a conscience de travailler dans G2, l'évidence de la figure peut provoquer une contamination du su par le perçu.

D'autre part, nous nous appuierons au cours de notre recherche sur les *hypothèses de travail* suivantes :

(T1) Dans les conduites expertes en géométrie élémentaire (G2), les géométries G1 et G2 sont susceptibles de se contrôler l'une l'autre (dialectique G1 / G2) (voir plus haut).

(T2) Il est nécessaire qu'un professeur des écoles ait une conscience claire de la distinction G1/G2.

Il n'est peut-être pas inutile de justifier sur un exemple ce dernier point. Par exemple, dans les tâches de construction, un professeur des écoles est amené à valider / invalider les productions de ses élèves et il faut donc qu'il soit en mesure de pouvoir distinguer les propriétés intrinsèques d'une figure géométrique des propriétés contingentes d'une représentation dessinée de cette figure (contrôle des techniques de G1 par la technologie de G2).

---

aussi chaleureusement remerciés pour leur participation à la détermination et à la mise en place de cette recherche, et en particulier du questionnaire.

3- UNE SÉANCE DE TRAVAUX DIRIGÉS

Dans l'état actuel, le volet « fondamental » de notre recherche se compose lui-même de deux éléments méthodologiques distincts et complémentaires:
- un *questionnaire* passé par les PE1 à leur arrivée à l'IUFM, avant toute formation en géométrie ;
- une *séance de travaux dirigés*, réalisée au tout début de la formation.

L'état actuel de l'analyse du questionnaire a été présenté au colloque inter-IREM de Montpellier [Parzysz & Jore 2001]. Nous présentons ici la séquence de travaux dirigés et les premiers résultats qu'elle nous a permis d'obtenir.

3.1 La situation proposée

L'idée qui a gouverné l'élaboration de cette séance est de proposer aux étudiants une situation géométrique « ambiguë » (en ce sens qu'on ne précise pas si on se place dans G1 ou dans G2), dans laquelle les validations usuelles de type perceptif (relevant de G1) risquent d'être mises en défaut. Une telle situation conduit normalement un « expert » à rechercher une validation au niveau technologico-théorique (G2/G3) ; mais avec des « non experts », comme le sont la plupart des PE1 (dont seulement une faible minorité a fait des études scientifiques), nous espérions voir apparaître des références à des validations alternatives relevant de G1. En outre, nous ne souhaitions pas voir les étudiants résoudre le problème posé (ce qui risquait de poser des problèmes au niveau de la mise en œuvre des techniques), mais seulement *indiquer des types de validation*.
Une technologie de G2 nous semblait faire partie des connaissances -sinon disponibles, du moins mobilisables- de la quasi-totalité des étudiants : la « propriété de Pythagore ». C'est pourquoi nous[10] avons recherché une situation fondée sur la notion de triplets pythagoricien[11] (TP) ou pseudo-pythagoricien[12] (TPP) : un tel triplet sera utilisé pour construire, à la règle et au compas, un triangle qui dans G2 sera rectangle (TP) ou non (TPP), mais qui dans G1 sera sans doute perçu comme rectangle. Finalement, la situation retenue a été celle de l'exemple suivant:

> Tracer une droite d. On appelle O un point de cette droite.
> Tracer le cercle C_1 de centre O et de rayon 2. Ce cercle coupe la droite d en deux points A et B.
> Tracer le cercle C_2 de centre O et de rayon 3,5.
> Tracer le cercle C3 de centre A et de rayon 4. Ce cercle coupe le cercle C1 en deux points C et D.
> Quel(s) moyen(s) pouvez-vous mettre en œuvre pour savoir si la droite (CD) est, ou non, la médiatrice du segment [AB] ?

<u>*Commentaires*</u>*:*
1) Les valeurs numériques données aux trois rayons constituent une variable didactique qui - à un facteur multiplicatif près- peut correspondre au choix à un TP ou à un TPP (sur l'exemple ci-dessus, il s'agit du TPP (4, 7, 8)).
2) L'unité n'est pas précisée, de façon à permettre aux étudiants de jouer sur la taille du dessin.

---
[10] A l'IUFM de Lorraine.
[11] C'est-à-dire un triplet (a, b, c) d'entiers naturels tels que = $a^2 + b^2 = c^2$. Exemple: (5, 12, 13).
[12] C'est-à-dire un triplet (a, b, c) d'entiers naturels tels que $a^2 + b^2 = c^2 \pm 1$. Exemples: (4, 7, 8) et (4, 8, 9).

3) En se plaçant dans G2 : d'après la symétrie de la construction, (CD) est dans tous les cas perpendiculaire à (AB); la seule question est donc théoriquement de savoir si (CD) passe par O ou non.
4) La consigne ne fait référence ni à G1 ni à G2 : on demande de « mettre en œuvre » des « moyens », et non de « démontrer » (G2) ou de « vérifier » (G1).

3.2 Le déroulement

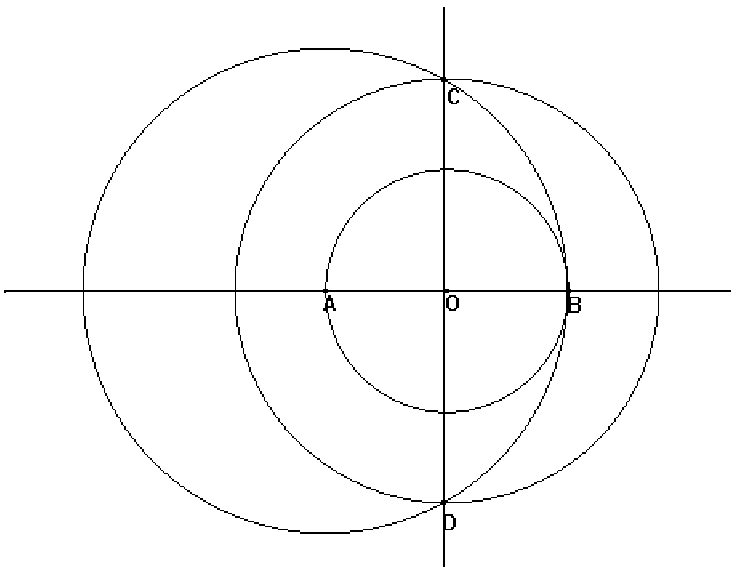
La mise en œuvre de cette situation, au cours d'une séance de deux heures, s'est opérée selon un scénario inspiré de l'équipe lyonnaise de Gilbert Arsac. On trouvera les justifications du recours à ce type de fonctionnement dans [Arsac et al. 1992].

1) Mise en place : les étudiants d'un groupe de formation sont répartis en équipes de 4 (avec éventuellement un ou deux groupes de 3). Les étudiants d'origine scientifique sont regroupés, afin d'éviter d'éventuels phénomènes de leadership. Une feuille comportant un énoncé est distribuée à chacun.

N.B. : Dans chaque équipe, chaque étudiant dispose d'un énoncé dans lequel les valeurs numériques sont différentes. Le tableau ci-dessous indique, pour chacune des 4 versions de l'énoncé, les valeurs numériques choisies, le triplet correspondant et la nature de celui-ci :

version	valeurs des rayons	triplet correspondant	nature du triplet
A	1 1 1,5	(2, 2, 3)	TPP
B	2,5 6 6,5	(5, 12, 13)	TP
C	2 4 4,5	(4, 8, 9)	TPP
D	8 15 17	(8, 15, 17)	TP

Voici à titre d'exemple un dessin obtenu à l'aide de Cabri-Géomètre pour la version C :



2) Séquence individuelle : réalisation de la construction demandée et recherche d'une réponse possible à la consigne.

3) Travail par équipes : comparaison des productions obtenues à la séquence précédente; réalisation d'une affiche qui sera exposée au tableau avec les autres à la fin de la séquence.

4) Séquence collective : un membre de chaque équipe vient commenter l'affiche de son équipe et répondre aux questions individuelles. Puis une synthèse est réalisée par l'enseignant(e).

3.3 Les résultats

Nous nous contenterons ici d'étudier, du point de vue des validations, les 31 affiches produites dans 5 groupes de PE1 de l'IUFM Orléans-Tours (chaque groupe comportant de 5 à 7 équipes).
N.B.: chaque groupe sera identifié par le prénom de son enseignant(e); Laurence avait en charge deux groupes, notés B et C. Dans chaque groupe les équipes seront numérotées de 1 à 5, 6 ou 7 selon le cas.

Nous appelons ici « validation » une technique proposée par une équipe de PE1 pour déterminer si (CD) est médiatrice de [AB] ou non. Nous avons distingué les validations figurant dans les affiches selon qu'elles relèvent de G1 ou de G2. Lorsqu'il y a plusieurs validations proposées dans une même affiche, les cas suivants ont pu être constatés :

(i) soit ces validations relèvent toutes de l'un des deux paradigmes géométriques G1 ou G2 (et alors l'affiche est classée dans G1 ou dans G2).

Exemples : affiche 4 chez Ghislaine (dans G1) et affiche C7 chez Laurence (dans G2):

> <u>Définition de la médiatrice</u>:
> C'est une droite qui coupe un segment en son milieu perpendiculairement.
> Donc tout point situé sur la médiatrice d'un segment [AB] est situé à égale distance de A et de B.
> <u>Moyens</u>:
> * pour vérifier que (CD) passe par le milieu de [AB]:
>   - O milieu de [AB]. (CD) passe-t-elle par O?
>   - avec compas ou règle graduée: est-ce que CA = CB? ou DA = DB?
> * pour vérifier que (CD) ⊥ [AB]:
>   - avec équerre
> * pour vérifier que (CD) est la médiatrice de [AB]:
>   - construire la médiatrice de [AB], si elle est confondue avec (CD) alors (CD) est la médiatrice de [AB].
>   - construction du losange ACB'D. B = B'?

<u>Commentaire</u>: Malgré le vocabulaire, les notations et la définition de la médiatrice, on se trouve ici sans ambiguïté dans G1 (le "donc" de la partie "définition" montre déjà qu'on n'a pas affaire à une équipe experte de G2). Tous les moyens listés ici relèvent de la perception, instrumentée ou non. En particulier, le principe consistant à dessiner aux instruments l'objet conjecturé, puis à observer s'il y a ou non coïncidence avec l'objet existant revient à plusieurs reprises.

> La médiatrice du segment [AB] le coupe perpendiculairement en son milieu O.
> Si AOC est triangle rectangle en O, alors la droite (CD) est la médiatrice de [AB]. On applique la réciproque du théorème de Pythagore :
> Si $AC^2 = CO^2 + OA^2$, alors AOC est triangle rectangle en O.
> Même chose avec le triangle AOD.
> Si AOC et AOD sont triangles rectangle en O, alors C, O, D sont alignés et (CD) est la médiatrice de [AB].

<u>Commentaire</u>: Il s'agit d'une démonstration classique de G2.

(ii) soit certaines validations se situent dans G1 et les autres dans G2, sans qu'il soit établi de distinction entre les deux types de validation (et alors l'affiche est considérée comme mettant sur un pied d'égalité G1 et G2).

Exemple : affiche C4 chez Laurence:

Méthode arithmétique :
Médiatrice : passe par le milieu de [AB] et perpendiculaire
∗ on suppose CD ⊥ AB, et O milieu de [CD].
Donc si OB ⊥ OC d'après pythagore dans le triangle BOC rectangle en O on a :
$BC^2 = OB^2 + OC^2$
$(4,5)^2 = 4^2 + 2^2$
20,25 ? 20 ∗ Donc le triangle BOC n'est pas rectangle en O et
∗ BO n'est pas perpendiculaire à OC
Donc (CD) n'est pas médiatrice de [AB]
Méthode géométrique :
∗ Médiatrice : tout point sur la médiatrice est équidistant à [AB]
Or en vérifiant avec le compas AC ? BC
∗ Par la figure en traçant la médiatrice à [AB] passant par O on s'aperçoit que (CD) et la médiatrice ne sont pas confondues.

<u>Commentaire</u>: La méthode « arithmétique » se situe dans G2: c'est une démonstration par l'absurde, exemplifiée par la version C de l'énoncé. La méthode « géométrique » se situe clairement dans G1. A noter que, pour cette équipe, le qualificatif « arithmétique » semble apparemment correspondre à la présence de calculs numériques, tandis que « géométrique » paraît lié à l'utilisation d'instruments. Les deux méthodes apparaissent placées sur un pied d'égalité.

Lorsque l'affiche propose une seule validation, celle-ci peut se situer dans G1 (perception instrumentée) ou dans G2 (démonstration). Un autre cas se présente également, celui dans lequel, bien que la démarche argumentative se situe clairement dans G2 (vocabulaire, référence à des résultats de G2, etc.), s'opère à un moment donné une CSP, c'est-à-dire que la démonstration inclut, de façon plus ou moins implicite, des éléments relevant de la perception.

Exemple : affiche 3 chez Ghislaine.

C_1 est le cercle de centre O: tous les points du cercle sont situés à égale distance du point O.
Donc: * OA = OB
* O milieu de [AB]
Comme A et B ∈ à (d), les points A, O, B sont alignés.
- C et D sont sur les cercles C_2 et C_3 respectivement de centre O et A.
Donc: * OC = OD, O milieu de [CD]
* AC = AD.
- le triangle ACD est isocèle en A car AC = AD. La demi-droite [Ad) issue de A coupe [CD] en O. Comme O est milieu de [CD], [AO] est la hauteur et la médiatrice de [CD].
- On en déduit que [AB] et [CD] sont perpendiculaires en O. Donc [CD] médiatrice de [AB].

<u>Commentaire</u>: cette démonstration en 4 points fait preuve d'une certaine expertise dans G2: le vocabulaire et le symbolisme sont correctement utilisés (y compris la demi-droite), le développement de l'argumentation est clairement exposé et les affirmations justifiées, à l'exception d'une seule: l'alignement sous-entendu des points C, D, O : la CSP est venue mettre à bas le bel édifice soigneusement construit.

Le tableau ci-dessous indique la répartition que nous avons obtenue en nous situant selon les types de validations indiqués et exemplifiés plus haut :

	Edith	Ghislaine	Jean	Laurence B	Laurence C	Total
validation dans G2	4	5	4	1. 3. 4. 5. 6	2. 7	**10**
val. dans G2 + CSP		1. 3	1. 3	2. 7	3	**7**
parité G1 - G2	3. 6	2			4. 5. 6	**6**
validation dans G1	1. 2. 5	4	2. 5. 6		1	**8**

Tout d'abord, ce tableau met en évidence la grande disparité des 5 groupes étudiés, du point de vue du rapport à la géométrie ; ceci n'est guère étonnant étant donné la diversité des origines scolaires et universitaires des PE1. On peut au passage noter le « haut niveau » relatif du groupe B de Laurence.

On peut ensuite constater que seules quelques équipes (10 sur 31) se placent sans ambiguïté dans G2. Quelques autres (8 sur 31) travaillent uniquement dans G1, mais il n'en reste pas moins qu'une part importante des équipes (13 sur 31) font « coexister » d'une façon ou d'une autre les deux géométries, le plus souvent de façon non consciente. En fait, la distinction claire entre les modes de validation de G1 et ceux de G2 n'est le fait que d'une faible minorité des PE1 : elle n'est exprimée que dans 3 affiches, parmi les 10 qui se placent dans G2.

D'autre part, 12 équipes ont formulé une assertion relative à la véracité de l'affirmation « (CD) est médiatrice de [AB] » (ce qui n'était pas demandé). Dans 3 cas les situations pour lesquelles la réponse est « oui » (versions B et D de l'énoncé) et celles pour lesquelles elle est « non » (version A et C) ont été correctement identifiées (au moins partiellement). Par contre, dans les 9 autres cas, une réponse unique a été donnée pour les 4 versions: « oui » pour 8 équipes (effet de contrat ?) et « non » pour la dernière. Ceci confirme notre intuition initiale que la seule validation perceptive (instrumentée ou non) se révèlerait insuffisante pour déterminer la réponse à cette question, d'autant plus qu'aucun étudiant n'a indiqué le changement d'unité ni le changement d'échelle comme moyen de validation (de G1).

4- CONCLUSION

Comme on le voit, l'ensemble de ces premiers résultats tend à confirmer nos hypothèses de recherche R1 et R2 quant au rapport qu'entretiennent les PE1 avec la géométrie. Nombre d'entre eux, on l'a vu, n'établissent pas de différence de nature entre les divers modes de validation, et ne sont apparemment pas conscients du fait qu'ils ne portent pas sur les mêmes objets. Il s'agit pourtant d'étudiants qui ont été confrontés à la totalité du cursus obligatoire, et qui donc, en particulier, ont eu des activités géométriques jusqu'en classe de Seconde inclus. Ils montrent d'ailleurs qu'ils disposent dans ce domaine, dans leur quasi-totalité, d'un ensemble de connaissances non négligeable, comprenant en particulier le vocabulaire ainsi qu'un certain nombre de constructions « classiques » aux instruments (médiatrice, losange) et d'énoncés (définitions, théorèmes), ce qui pourtant n'empêche pas qu'ils se comportent dans leur grande majorité comme des « non experts ». Ceci renforce notre conviction qu'une formation initiale des PE1 doit viser à les amener à un niveau minimum d'expertise géométrique (au sens où nous l'avons défini plus haut), et c'est à cette tâche que nous allons travailler, en particulier par la recherche d'ingénieries didactiques susceptibles de favoriser une évolution de leur rapport personnel aux savoirs géométriques.

BIBLIOGRAPHIE

ARSAC, Gilbert et al. (1992) : Initiation au raisonnement déductif au collège. Presses Universitaires de Lyon.

BERTHELOT, René & SALIN, Marie-Hélène (1992) : Espace et géométrie dans la scolarité obligatoire. Thèse, Université de Bordeaux 1.

CHEVALLARD, Yves (1999) : L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique, in *Recherches en Didactique des Mathématiques* vol. 19 n°2, pp. 221-266.

COLMEZ, François & PARZYSZ, Bernard (1993) : Le vu et le su dans l'évolution de dessins de pyramides, du CE2 à la Seconde, in *Espaces graphiques et graphismes d'espaces. Contribution de psychologues et de didacticiens à l'étude de la construction des savoirs spatiaux* (sous la direction d'A. Bessot et P. Vérillon), 35-55. Ed. La Pensée Sauvage, Grenoble.

FISCHBEIN, Ephraim (1993) : The theory of figural concepts, in Educational Studies in Mathematics vol. 24 n°2, pp. 139-162.

GONSETH, Ferdinand (1945-1955) : La géométrie et le problème de l'espace. Ed. du Griffon, Lausanne.

HENRY, Michel (1999) : L'introduction des probabilités au lycée: un processus de modélisation comparable à celui de la géométrie, *in Repères-IREM* n° 36, pp. 15-34.

HOUDEMENT, Catherine & KUZNIAK, Alain (1999) : Quelques éléments de réflexrion sur l'enseignement de la géométrie : de l'école primaire à la formation des maîtres*, in Petit x* n° 51.

LABORDE, Colette & CAPPONI, Bernard (1995) : Modélisation à double sens, in *Actes de la 8ème Ecole d'été de Didactique des mathématiques*. Editions IREM de Clermont-Ferrand

NICOLAS-LORRAIN, Brigitte (2000) : Conceptualisation géométrique en formation de PE, *in Actes du colloque COPIRELEM (Chamonix)*. Ed. Université Joseph-Fourier, Grenoble , pp. 165-178.

PARZYSZ, Bernard (1989) : Représentations planes et enseignement de la géométrie de l'espace au lycée. Contribution à l'étude de la relation voir/savoir. Thèse de doctorat. Université Paris-7. Ed. IREM Paris-7.

PARZYSZ, Bernard & JORE, Françoise (2001) : Qu'ont-ils retenu de la géométrie du collège ? Le rapport à la géométrie des futurs professeurs de écoles, *in Actes du colloque inter-IREM (Montpellier)*. Ed. Université de Montpellier (à paraître).

SAINTE-LAGUË, A. (1913) : Cours de mathématiques. Ed. Hermann

Van HIELE, Pierre (1984) : A child‘s thought and geometry, in *English translations of selected writings of Dina van Hiele-Geldof and Pierre M. van Hiele* (D. Geddes, D. Fuys & R. Tischler, eds.). Research in Science Education Program of the National Science Foundation (USA).

Communication C6

ENSEIGNER UNE COMPTINE NUMÉRIQUE "À L'ASIATIQUE" AU CP : POURQUOI ET COMMENT ?

Rémi BRISSIAUD
MC de Psychologie à l'IUFM de Versailles
Laboratoire "Cognition et activités finalisées"
ESA CNRS 7021

Résumé :

Après avoir pris connaissance d'expérimentations menées dans des écoles de quartiers défavorisés par l'équipe de la psychologue américaine K. Fuson (1997), l'auteur propose une méthode pour commencer à enseigner notre système de numération. Celle-ci consiste essentiellement à organiser l'apprentissage d'une chaîne numérique verbale régulière construite avec les principes de désignation orale des nombres dans les langues asiatiques (les nombres comme Tchou) puis à la confronter aux désignations orales usuelles (les nombres comme nous) via les écritures chiffrées qui, elles, sont indépendantes de la langue.

Des résultats américains et des premières expérimentations françaises, l'auteur déduit que l'apprentissage d'une comptine ―à l'asiatique ” peut favoriser, voire accélérer, d'une part, la compréhension de la structure de notre système de numération et d'autre part le développement de stratégies de calcul réfléchi additif et soustractif.

Cet article correspond au chapitre 5 du livre du maître de “ J'apprends les maths avec Tchou-CP ”, Editions Retz, 2001.

POURQUOI ENSEIGNER UNE SUITE VERBALE RÉGULIÈRE ?

Dans une nouvelle version de *J'apprends les maths-CP*, la version « Tchou » les enfants, tôt dans l'année, apprennent deux comptines numériques : la comptine traditionnelle et la comptine régulière ci-dessous.

> Un, deux, trois... huit, neuf, dix,
> dix et un, dix et deux, dix et trois... dix et neuf, deux dix,
> deux dix et un, deux dix et deux, deux dix et trois... deux dix et neuf, trois dix,
> trois dix et un, trois dix et deux....

Un tel enseignement se justifie d'abord par les résultats des recherches interculturelles menées au début des années 90 : les élèves asiatiques comptent ainsi et ils comprennent bien mieux que leurs homologues occidentaux la numération décimale.

I.1. La supériorité des élèves asiatiques dans la compréhension de la numération

Diverses tâches testant la compréhension de la numération conduisent à de meilleures performances chez les enfants asiatiques. Dans une de ces tâches[1], l'expérimentateur dispose d'un matériel constitué à la fois de cubes unités et de barres de 10 cubes. Il a été vérifié que les élèves ne connaissent pas au préalable ce matériel et l'expérience commence en leur expliquant sa structure : chaque barre est formée avec 10 cubes. L'expérimentateur demande ensuite aux enfants de former avec ce matériel des collections de 28, 13, 30, 11 et 42 objets (le nombre est donné sous forme écrite chiffrée). On observe alors comment ils s'y prennent : comptent-ils tous les cubes 1 à 1 ou utilisent-ils les groupements de 10 matérialisés par les barres ?

Si un enfant a compté 1 à 1, la tâche lui est proposée une seconde fois en lui demandant de trouver une autre manière de faire, pour qu'il puisse utiliser le groupement de 10 lors de ce second essai.

Vers la fin du CP, dans 31 % des cas, les enfants nord-américains utilisent le groupement de 10 au cours de l'un au moins des deux essais. Chez les enfants asiatiques (japonais et coréens), ce pourcentage est de 91 % !

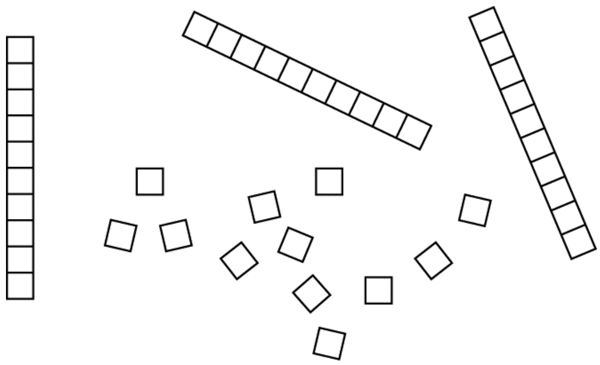
On pourrait s'étonner de l'ampleur d'un tel écart. Mais il apparaît moins surprenant si l'on observe que :

1°) « 42 » se lit « quatre dix deux » dans les langues asiatiques ;

2°) dans ces langues, pour compter de 10 en 10, on dit : « dix, deux dix, trois dix, quatre dix...».

Pour un enfant asiatique, il est donc facile de comprendre que, pour former une collection de “quatre dix deux” cubes, il vaut mieux commencer par “compter des dix” (ici compter des barres de dix cubes) jusqu'à avoir “4 dix cubes”, que de compter directement les cubes 1 à 1.

Il convient cependant de se méfier d'un tel résultat car il se pourrait que les enfants asiatiques se “laissent porter” par cette régularité verbale et qu'ils ne réussissent que quand le matériel est structuré comme leur désignation des nombres. On peut se demander, par exemple, si ces enfants réussiraient aussi bien une tâche où l'expérimentateur présente le matériel suivant



Celui-ci demande de compter pour savoir combien il y a de petits cubes en tout et d'écrire le nombre correspondant (il faut donc écrire 42). L'expérimentateur demande enfin si le chiffre « 4 » et le chiffre « 2 » de « 4 » ont quelque chose à voir avec le matériel présenté.

[1] Miura I., Okamoto Y., Kim C., Steere M. et Fayol M., 1993. First graders'cognitive representation of number and understanding of place value : cross-national comparaisons, Journal of Educational Psychology, 85, 1, 24-30.

On voit que, dans ce cas, il ne suffit plus d'apparier un mot (dix) et un élément matériel perçu (une barre) ; il faut concevoir la dizaine à la fois sous la forme de 10 cubes accolés pour former une barre et sous la forme de 10 unités séparées. Il faut être capable d'adopter un double point de vue sur “dix” : il faut le considérer à la fois comme une *“grande unité”* que l'on peut compter (un dix, deux dix, etc.”) et comme *composé de “dix petites unités”* (dix cubes). Or, cette compétence est cruciale pour comprendre la numération décimale[2]. L'élève doit être capable d'adopter ce double point de vue pour procéder au changement d'unité qui fonde la numération décimale : dès que la taille d'une collection est grande, il vaut mieux compter des cents ou des dix, plutôt que de compter des uns.

Les enfants asiatiques réussissent-ils mieux cette tâche que les enfants occidentaux ? L'expérience a été menée[3] et le résultat est sans ambiguïté : cette tâche est réussie par 25 % d'élèves en fin de CP aux USA contre 45 % au Japon et 58 % en Corée. Même dans une tâche qui teste une compréhension approfondie de la numération, les enfants asiatiques surpassent donc largement les enfants occidentaux.

L'explication d'une telle supériorité semble aller de soi : du fait de la régularité des comptines numériques asiatiques, *le changement d'unité de compte qui fonde la numération décimale, est explicite dans ces langues* et les enfants qui parlent ainsi les nombres accèdent plus facilement aux principes de la numération.

Est-on certain, cependant, que la supériorité des enfants asiatiques dans la compréhension de la numération décimale résulte principalement de la régularité de leur comptine numérique ? D'autres causes, après tout, pourraient être évoquées : une plus grande ardeur au travail dans ces pays, une plus grande considération pour les apprentissages scolaires, etc.

Un argument décisif consisterait évidemment à montrer que, lorsque des enfants occidentaux apprennent une comptine numérique régulière en plus de celle de leur langue, ils comprennent mieux la numération décimale. L'idéal serait même de montrer qu'ils sont susceptibles d'atteindre le niveau de compréhension qui est celui des asiatiques. Or, il existe une étude qui le montre.

I.2. La supériorité des élèves occidentaux qui apprennent une suite verbale régulière

Dans une étude récente, Karen Fuson et ses collaborateurs[4] ont étudié l'effet d'un enseignement “bilingue” des nombres dans deux classes des quartiers défavorisés de Detroit aux USA. Dans l'une de ces classes, l'enseignement se faisait en anglais et dans l'autre en espagnol ; dans les deux classes, les élèves apprenaient à dire les nombres dans leur langue maternelle mais aussi “à la chinoise”, comme cela est fait dans *« J'apprends les maths-CP avec Tchou ».* Concernant le nombre 53, par exemple, ils apprenaient à le dire “five tens and three ones” dans la classe anglophone et “cinco dieces y tres unos” dans la classe hispanophone.

En fin d'année, ces élèves avaient atteint un niveau de compréhension de la numération décimale proche et même parfois supérieur à celui qu'on observe chez les élèves asiatiques. Concernant la tâche qui teste une compréhension approfondie de la numération, par exemple, le tableau suivant permet de comparer les résultats obtenus en fin de CP par des enfants

[2] Brissiaud R., 1989. Comment les enfants apprennent à calculer, Paris : Retz
[2] Miura et al (ibid.)
[4] Fuson K., Smith S., Lo Cicero A.M., 1997. Supporting latino first graders'ten-structured thinking in urban classrooms, Journal for Research in Mathematics Education, 28, 738-766.

américains suivant un cursus normal, par des enfants japonais et coréens et par les élèves des deux classes de l'expérience de K.Fuson et ses collaborateurs :

Pays	*Réussite*
USA	25 %
Japon	46 %
Corée	58 %
USA/Fuson (classe anglophone)	55 %
USA/Fuson (classe hispanique)	82 %

Les différences entre enfants occidentaux et enfants asiatiques ne sont donc pas irréductibles. Lorsque la langue maternelle ne favorise guère l'apprentissage parce qu'elle n'explicite pas le groupement de dix, le pédagogue peut pallier les difficultés que rencontrent de nombreux enfants en les rendant –bilingues”.

I.3. La supériorité des élèves asiatiques dans l'accès au calcul réfléchi d'une addition

Au-delà de ces conséquences concernant la compréhension de la numération décimale, l'apprentissage d'une suite verbale régulière favorise également *l'accès au calcul réfléchi d'une addition et d'une soustraction.*

Rappelons tout d'abord que lorsqu'un enfant ne connaît pas le résultat d'une addition, il peut le reconstruire en utilisant diverses stratégies : comptage 1 à 1 du tout, surcomptage 1 à 1, stratégie de calcul réfléchi tel que le passage de la dizaine (9 + 4 = 9 + 1 + 3, par exemple). Or, du fait que les enfants chinois et américains ne parlent pas les nombres de la même manière, ils n'utilisent pas non plus les mêmes stratégies pour calculer un résultat d'addition qu'ils ne connaissent pas encore par cœur.

Geary et ses collègues[5] ont montré que des enfants chinois, interrogés sur une addition élémentaire dont ils n'ont pas encore mémorisé le résultat, emploient massivement une stratégie de calcul réfléchi comme le –passage de la dizaine” (68 % des cas). Cela s'explique aisément parce qu'en chinois, l'emploi d'une telle procédure va de soi : pour calculer 9 + 4, par exemple, les jeunes enfants savent que le résultat dépasse 10, et comme les nombres après 10 se disent dix-un, dix-deux... dix-huit, dix-neuf, il est clair qu'il leur suffit de chercher de combien 9 + 4 dépasse 10 pour connaître le résultat : ici, dix... trois. La façon dont ils parlent les nombres après dix les conduit *naturellement* à utiliser *un passage de la dizaine*.

En revanche, il n'y a que 13 % des enfants américains qui utilisent ce type de stratégie. Massivement, ces enfants comptent 1 à 1 (87 % des cas). Pour 9 + 4, ils s'aident par exemple de leurs doigts –9, 10 (1), 11 (2), 12 (3), 13 (4)”. Cela aussi s'explique aisément : des enfants qui utilisent une suite numérique irrégulière ne font pas spontanément usage de procédures comme le passage de la dizaine, car il ne leur vient pas immédiatement à l'esprit que, pour trouver le résultat, il suffit de chercher de combien celui-ci dépasse 10. L'irrégularité de la suite verbale leur masque le but de cette procédure alors que, de manière générale, le but d'une procédure est sa caractéristique essentielle : pour comprendre ce que fait un enfant, il faut d'abord comprendre ce qu'il cherche à faire. À défaut d'une action pédagogique

5 Geary D.C., Fan L. & Bow-Thomas C.C., 1992, Numerical cognition : Loci of ability differences comparing children from China and the United States, Psychological Science, 3, 180-185.

volontariste de la part de leurs enseignants, donc, les enfants qui ne disposent pas d‘une suite verbale régulière cherchent le résultat en comptant 1 à 1. Des recherches comme celle de Geary et ses collègues l‘ont confirmé.

Comme les stratégies de calcul réfléchi favorisent mieux la mémorisation, il n‘est guère étonnant que les mêmes chercheurs observent que dans 86 % des cas d‘additions proposées, en fin de CP, les enfants chinois connaissent le résultat par cœur alors que les enfants américains n‘ont un tel accès direct au résultat que dans 29 % des cas. Il y a deux ans de décalage développemental dans la mémorisation du répertoire additif entre enfants chinois et enfants américains !

Mais au-delà, il convient d‘insister sur le fait que l‘emploi de stratégies de décomposition-recomposition n‘a pas pour seul effet d‘accélérer la mémorisation du répertoire additif. Les performances en soustraction sont évidemment également en jeu : l‘enfant qui calcule 9 + 4 par passage de la dizaine accédera plus facilement au calcul de 13 – 4 sous la forme –13 moins 3, 10 et encore moins 1...” que celui qui compte 1 à 1.

Et de manière plus générale encore, les stratégies utilisées pour calculer une addition ou une soustraction élémentaire lors des premiers apprentissages numériques ont des répercussions sur l‘ensemble des apprentissages numériques. Or on sait que les enfants en grande difficulté dans leurs apprentissages numériques sont des enfants enfermés dans un comptage un à un[6]. Quand un enfant apprend une comptine verbale régulière, le risque qu‘il soit en échec est de toute évidence moindre que lorsqu‘il ne dispose pas d‘un tel outil pour conceptualiser le nombre.

Après s‘être intéressé au –pourquoi ?” d‘un tel enseignement, il convient maintenant de s‘intéresser à son –comment ?”.

UN CHOIX FONDAMENTAL : ENSEIGNER LA COMPTINE RÉGULIÈRE SANS L'INTERPRÉTER D'EMBLÉE

Pour enseigner la comptine numérique régulière, il aurait été possible, dans *“ J'apprends les maths-CP avec Tchou ”,* de faire compter des objets aux élèves : –un, deux, trois... neuf, dix, dix et un, dix et deux, dix et trois... dix et neuf, deux dix, deux dix et un, etc.”, tout en s‘arrangeant pour qu‘ils séparent les 10 premiers objets comptés des suivants.

Au moment de dire : –dix et un”, les élèves auraient eu la possibilité de comprendre que ce nombre se dit ainsi parce que la collection correspondante est formée de dix unités d‘un côté et d‘une unité supplémentaire de l‘autre. En ajoutant successivement d‘autres objets, ils auraient eu, de même, la possibilité de comprendre les désignations –dix et deux”, –dix et trois”, etc. Au moment de compter –deux dix”, les élèves se seraient trouvés face à une collection formée de dix unités d‘un côté et de dix autres plus loin, ce qui leur aurait donné la possibilité de comprendre que ce nombre se dit ainsi parce qu‘on peut –compter des dix” (un dix, deux dix) comme auparavant on –comptait des uns”. En bref, il aurait été possible d‘enseigner la suite verbale régulière en l‘interprétant d‘emblée comme correspondant à un changement d‘unité dans la procédure de comptage.

En fait, ce choix aurait été très proche de celui qui a été retenu dans l‘autre version de *“ J'apprends les maths-CP avec Picbille ”*. Rappelons en effet que dans cette dernière, nous recommandons aux enseignants de dire que –quarante, c‘est quatre dix”, parce que cette

[6]Brissiaud R., 1999, Quelques dysfonctionnements dans l'appropriation du nombre, leur diagnostic et leur abord pédagogique, Rééducation Orthophonique, 199, 53-68.

locution aide mieux les élèves à comprendre ce qu‘est le nombre quarante que la locution “quatre dizaines”.
Mais c‘est un choix très différent qui a été retenu dans la version Tchou, ce qui justifie d‘ailleurs l‘existence des deux versions : le choix d‘enseigner la suite régulière, dans un premier temps, sur un plan strictement verbal, indépendamment de tout comptage d‘objets, en s‘appuyant seulement sur ses régularités.

Pour préciser la nature de ce choix, remarquons qu‘il s‘agit, dans un premier temps au moins, de favoriser le même type d‘apprentissage que celui qu‘on observe chez les enfants francophones avec la suite habituelle, quand ils commencent à apprendre les nombres au-delà de “vingt”. Ces enfants francophones se réjouissent en effet de découvrir qu‘ils n‘ont pas toute une série de nouveaux mots à mémoriser parce qu‘il leur suffit d‘accoler au mot “vingt” ceux du début de la suite pour savoir continuer au-delà de vingt : “vingt et un, vingt-deux, vingt-trois...”.

Pour autant, ces enfants sont, dans un premier temps, incapables d‘interpréter ces nombres en terme de décomposition additive : ils ne savent pas que “vingt-quatre ”, par exemple, c‘est “vingt et encore quatre”[7]. Pour eux, “vingt-quatre” c‘est seulement le mot qui vient après “vingt- trois”. Il s‘agit donc d‘un apprentissage “par cœur”, mais cet apprentissage “par cœur” est rendu extrêmement facile par la découverte de la régularité verbale.

C‘est ce type d‘apprentissage de la suite numérique “à l‘asiatique” que, dans la version Tchou, nous avons choisi de favoriser au début de l‘année de CP : plutôt que de demander aux élèves d‘interpréter d‘emblée des désignations comme “deux dix et trois” en termes de décomposition additive et de comptage de “grandes unités”, ils apprennent “par cœur” la suite verbale régulière en s‘appuyant sur ses seules régularités.

Pourquoi un tel choix ?

Remarquons d‘abord que c‘est ainsi que progressent les enfants asiatiques[8]. En effet, vers 4 ans et demi, aucun enfant asiatique, même s‘il sait compter loin, n‘a compris que, si l‘on ajoute sept objets à “deux dix objets”, il y en a en tout “deux dix sept”. Tous ceux qui réussissent obtiennent le résultat en surcomptant 1 à 1 au-dessus de “deux dix” : deux dix un, deux dix deux, deux dix trois, etc. Et à 5 ans et demi environ, il n‘y a qu‘une moitié de ces mêmes enfants qui ont compris que, si l‘on ajoute sept objets à “deux dix objets”, il n‘est pas nécessaire de compter parce qu‘on est sûr qu‘il y en a “deux dix sept” en tout. De plus, ce sont les élèves asiatiques qui connaissent la comptine régulière le plus loin, qui comprennent le plus précocement que “deux dix sept, c‘est deux dix et encore sept”.

Dans les pays asiatiques, c‘est-à-dire dans le contexte favorable où les enfants n‘ont que cette seule suite numérique régulière à apprendre, tout se passe donc comme si une phase d‘apprentissage purement verbale de cette suite, sans l‘interpréter, en s‘appuyant sur ses seules régularités, était nécessaire. Il est raisonnable de penser qu‘un tel cheminement ne peut que profiter à des enfants occidentaux qui, eux, doivent apprendre deux suites numériques : la régulière et, évidemment, la leur. C‘est là un argument important en faveur du choix fait ici (un autre argument, plus décisif que le précédent, sera présenté à la fin de ce texte, après que nous aurons analysé de manière plus fine comment s‘effectue l‘apprentissage dans la progression “Tchou”).

[7] Fuson K. & Smith S., 1996, cités dans Ho C. & Fuson K., 1998, Children„s knowledge of teen quantities as tens and ones : comparisons of chinese, british and american kindergartners, Journal of Educational Psychology, 90, 3, 536-544.
[8] Ho C. & Fuson K., ibid.

COMMENT LES ÉLÈVES APPRENNENT AVEC LA PROGRESSION “ TCHOU ”

III.1. Deux suites verbales, mais ... une seule suite d’écritures chiffrées

Pour comprendre comment les enfants apprennent dans le cadre de la progression —Tchou ”, il est essentiel de noter que les élèves y apprennent deux suites verbales différentes, mais que chacune d‘elles est associée à la même suite d‘écritures chiffrées : 1, 2, 3..., 9, 10, 11, 12..., 19, 20, 21, 22, etc. Cette remarque est essentielle, parce que nous allons voir qu‘après avoir interprété les —nombres comme Tchou ” (trois dix et sept, c‘est 3 dix et encore 7), c‘est grâce à cette écriture commune que les élèves vont transférer vers les —nombres dits comme nous ” ce qu‘ils viennent d‘apprendre concernant les — nombres dits comme Tchou ”.

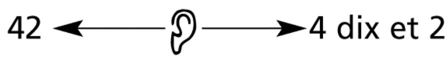
III.2. Les trois phases du progrès

1. Les “ nombres comme Tchou ” et l’écriture chiffrée

La suite régulière des —nombres comme Tchou ” est introduite assez tôt dans l'année (octobre). Or, dès ce moment, les élèves apprennent non seulement la façon dont Tchou dit ces nombres, mais aussi comment ils s‘écrivent en chiffres. Ils l‘apprennent d‘ailleurs très facilement parce que —3 dix et 7” s‘écrit —37”, —4 dix et 2” s‘écrit —42”, —9 dix et 5” s‘écrit —95”, etc. La règle d‘écriture d‘un —nombre dit comme Tchou” est donc transparente : —On écrit le chiffre correspondant au premier nombre qu‘on entend ; le mot dix ne correspond à aucune écriture et on écrit enfin le chiffre correspondant au dernier nombre qu‘on entend.”

Une seule exception à cette règle : les nombres comme —dix et trois”, qui commencent par —dix” et dont l‘écriture commence par le chiffre —1”, bien que ce chiffre ne s‘entende pas. Mais comme les élèves sont fréquemment confrontés à ces nombres qui apparaissent tôt dans la suite, ils apprennent également très vite à les écrire.

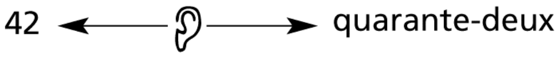
Très rapidement, donc, les élèves savent lire et écrire un —nombre comme Tchou”, ce qu‘on notera ainsi :



Dans ce schéma, on a dessiné une oreille entre —42” et —4 dix et 2” pour rappeler que l‘association entre ce qui est écrit, —42”, et ce qui est dit, —4 dix et 2”, est d‘ordre grapho-phonologique et non d‘ordre conceptuel : il est normal qu‘à ce moment de la progression les élèves ne sachent pas que —4 dix et 2, c‘est 4 fois 10 et encore 2”, ni que 42 est égal à cette même décomposition.

2. Les “nombres comme nous” et l’écriture chiffrée

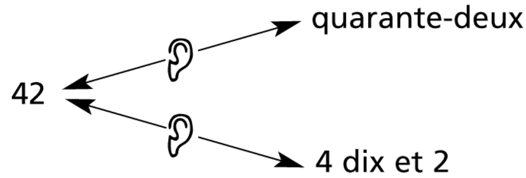
Dans la phase suivante du progrès, on commence à enseigner systématiquement aux élèves à écrire les nombres quand ils sont dits —comme nous ”. Les élèves apprennent d‘abord à écrire les nombres dont l‘oralisation —comme nous” commence par dix (dix-huit, par exemple), par vingt (vingt-quatre), par trente (trente-deux) et quarante (quarante-cinq). Il s‘agit d‘apprendre que, quand l‘oralisation d‘un nombre —comme nous” commence par dix, son écriture commence par —1”, quand elle commence par —vingt”, son écriture commence par —2”, etc. Les élèves s‘approprient donc les associations du type :



Là encore, dans ce schéma, on a dessiné une oreille entre “42” et “quarante-deux” pour rappeler que l‘association entre ce qui est écrit (“42”) et ce qui est dit (“quarante-deux”) est d‘ordre grapho-phonologique et non d‘ordre conceptuel : il est normal qu‘à ce moment de la progression, les élèves ne sachent pas encore que “quarante-deux”, c‘est 4 fois 10 et encore 2.

À ce moment de la progression, donc, les élèves ont associé l‘écriture chiffrée à la fois aux “nombres comme nous” et aux “nombres comme Tchou”.

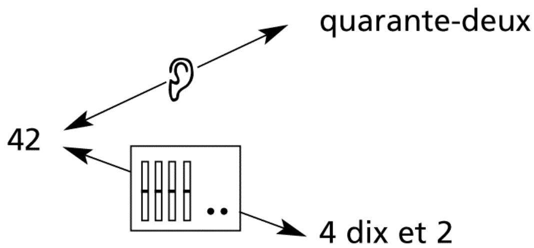
Mais les nombres “comme nous” (quarante-deux) et ceux “comme Tchou” ne sont pas encore en relation directe, c‘est-à-dire indépendante de l‘écriture. Ce sera l‘acquis majeur de la phase suivante.



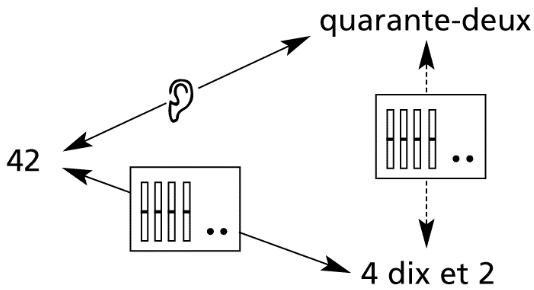
3. Les “nombres comme nous” et “ceux comme Tchou” mis en relation via leur écriture chiffrée et un modèle conceptuel des nombres

De manière progressive, une évolution majeure va se produire : l‘enseignant favorise l‘interpré-tation des nombres comme Tchou en terme de changement d‘unité de compte. Les élèves qui ne l‘auraient pas déjà découvert par eux-mêmes apprennent que “4 dix et 2” unités, lorsqu‘on s‘exprime comme Tchou, peuvent être organisées en 4 groupes de dix alors que 2 unités restent isolées. Alors qu‘ils avaient d‘abord appris la suite verbale “à l‘asiatique”, en s‘appuyant sur ses seules régularités, les élèves deviennent capables d‘interpréter ces régularités en accordant à dix son statut de “grande unité de compte”.

L‘écriture 42 était déjà associée, d‘une part, à l‘oralisation des nombres “comme nous” (“quarante-deux”) et, d‘autre part, à l‘oralisation “comme Tchou” (“4 dix et 2”). Or, cette dernière association change de nature : elle devient conceptuelle (dans le schéma ci-dessous, au centre de la flèche qui relie 42 et 4 dix et 2, on a dessiné quatre boîtes de dix et deux unités qui figurent le modèle conceptuel du nombre correspondant).



Et grâce à l‘écriture 42, qui est commune aux “nombres comme nous” et à “ceux comme Tchou”, grâce au comptage “comme nous” de collections organisées en “dix” et “uns”, les élèves transfèrent aux “nombres comme nous” ce qu‘ils viennent de découvrir concernant les “nombres comme Tchou”. D‘où la flèche pointillée de droite dans le schéma ci-dessous :



Précisons comment l'écriture commune favorise ce transfert. à partir de “quarante-deux”, les élèves savent produire l'écriture 42 (flèche du haut), ils savent également lire cette écriture “comme Tchou” : “4 dix et 2” (flèche du bas). Comme à ce moment, cette façon de dire les nombres “comme Tchou” a été interprétée par l'élève (4 dix et 2, c'est 4 fois dix et encore 2), la désignation orale de départ, “quarante-deux”, donne elle-même accès, via l'écriture 42, au modèle conceptuel de ce nombre : “quarante-deux, c'est 4 fois dix et encore 2”.

III.3. Les principaux avantages de cette progression

1. Pour les nombres commençant par vingt, trente, etc., il est particulièrement facile d'accéder à une représentation structurée en dizaines et unités

Ce qui vient d'être dit concernant 42 peut être généralisé à tous les nombres dont les désignations orales sont les plus régulières : ceux qui commencent par vingt, trente, quarante, cinquante et soixante et sont inférieurs à 69. Dans le cadre d'une telle progression, ces désignations orales conduisent plus facilement à une représentation structurée en dizaines et unités que dans le contexte d'une progression habituelle.

Nous venons d'en voir la raison : il est facile, à partir de ce qu'on entend, d'apprendre à écrire ces nombres (“vingt-quatre” s'écrit avec un “2” et un “4” parce qu'on entend “vingt” et “quatre”, “trente-cinq” s'écrit avec un “3” et un “5” parce qu'on entend “trente” et “cinq”...), et la simple lecture de ces écritures chiffrées “comme Tchou” fournit aux élèves le modèle conceptuel de ces nombres : “vingt-quatre, c'est 2 fois dix et encore 4”, “trente-cinq, c'est 3 fois dix et encore 5”, etc.

2. Les désignations écrites conduisent à une représentation des nombres structurée en dizaines et unités, même quand ils sont difficiles à lire

Mais qu'en est-il des nombres dont la désignation orale est opaque, c'est-à-dire, d'une part : onze, douze... seize, d'autre part : soixante-dix, soixante et onze, soixante-douze... soixante-dix-neuf, et enfin : quatre-vingt-onze, quatre-vingt-douze, etc. ?

Remarquons d'abord que dans la progression “Tchou”, lorsque ces nombres sont donnés sous forme écrite, 13, par exemple, les élèves ont accès à un modèle conceptuel du nombre (c'est dix et trois), même quand ils ne savent pas encore lire le nombre en question. Cela apparaît de manière évidente avec les grands nombres de la liste précédente. “95”, par exemple, est difficile à lire “quatre-vingt-quinze” parce qu'il n'y a aucune correspondance entre les chiffres écrits et les mots prononcés. Or, à partir de l'écriture 95, il est facile à un élève qui a suivi la progression “Tchou” de savoir que ce nombre correspond à 9 dix et 5, de la même manière que 42 correspond à 4 dix et 2. Et cela même quand l'enfant ne sait pas encore lire l'écriture chiffrée 95. D'une certaine manière, les élèves peuvent “connaître ce nombre sans savoir le dire”[9].

De plus, les élèves apprennent généralement plus vite à lire ces nombres parce que, comme nous allons le voir, ils apprennent plus vite à les écrire dans une situation de dictée (i. e. à partir de leur désignation orale).

[9] Il est d'ailleurs vraisemblable que dans le cadre de la progression Tchou, les éventuelles difficultés d'apprentissage de la lecture-écriture alphabétique rejaillissent moins sur les apprentissages numériques. La compréhension d'un nombre comme douze, par exemple, y dépend moins de la connaissance du fait que les mots “ douze ” et “ deux ” commencent par le même phonème.

3. *Il est plus facile d’apprendre à écrire les nombres dont les désignations orales sont irrégulières dans le cadre de la progression “ Tchou ”*

L‘élève qui entend “seize, soixante-treize, quatre-vingt-douze”, par exemple, risque moins, dans le cadre de la progression “Tchou” de tomber dans le piège qui consiste à essayer d‘écrire en chiffres ce qui s‘entend (pour quatre-vingt-dix-huit, par exemple, on entend 4 puis 20 puis 10 puis 8 !). Il est clair que l‘élève qui pense qu‘il y a une correspondance simple entre l‘écriture chiffrée et ce qu‘il entend ne peut pas réussir !

Pour écrire ces nombres, la question qu‘il faut se poser est la suivante : “C‘est combien de dix et combien de uns ?”. La première partie de la question donne le chiffre des dizaines, et la seconde celui des unités. Avoir répondu à cette question, c‘est disposer de l‘écriture chiffrée. Or, dans le cadre de la progression “Tchou”, cette interrogation revient à se demander : “Comment se dit ce nombre comme Tchou ?”. Concluons : la progression “Tchou” aide mieux les élèves à écrire les nombres dont les désignations orales sont irrégulières parce que la question qu‘il faut se poser pour réussir est naturelle dans le cadre d‘une telle progression.

L‘enseignement d‘une autre suite régulière aurait-il les mêmes effets bénéfiques ? Longtemps les maîtres français qui se spécialisent pour travailler avec les élèves ayant des difficultés d‘apprentissage ont été formés dans un centre national, à Beaumont-sur-Oise. Les formateurs de ce centre (D. Barataud et P. Lestievent) recommandaient l‘enseignement de la suite verbale régulière suivante :

> un, deux, trois... neuf, un-zéro, un-un, un-deux, un-trois... un-neuf, deux-zéro, deux-un, deux-deux... deux-neuf, trois-zéro, trois-un, etc.

Cette suite est très différente de celle que nous recommandons d‘enseigner. En effet, elle se règle sur une description de la suite des écritures chiffrées de la manière suivante : le nombre qui vient après “neuf” est le premier qui s‘écrit avec deux chiffres, il s‘écrit en juxtaposant les chiffres “un-zéro”, le suivant en juxtaposant “un-un”, etc.

Deux raisons conduisent à penser que la suite régulière de Beaumont favorise moins bien que la suite régulière “à l‘asiatique” la compréhension du changement d‘unité qui fonde la numération décimale :

> 1°) Parce que la logique de l‘écriture chiffrée ne coïncide pas avec celle du groupement décimal : le premier nombre qui s‘écrit avec deux chiffres (10) est le dernier nombre de la première dizaine et non le premier de la seconde dizaine.
> 2°) Parce qu‘il faut se garder, avec la suite régulière de Beaumont, d‘en interpréter les éléments en utilisant la syntaxe de la langue française : “deux-sept” ne doit surtout pas être compris comme “deux fois sept”, ce que la syntaxe de notre langue invite pourtant à faire.

Malgré ces défauts, de nombreux enseignants qui ont utilisé la suite régulière “de Beaumont” nous ont dit qu‘à leur avis elle constitue une aide pour les élèves qui ont des difficultés d‘apprentissage de la numération. La raison en est probablement la suivante : au-delà des défauts évoqués ci-dessus, cette suite invite les élèves qui doivent écrire un nombre qui leur est dicté à se méfier de la simple traduction en chiffres de ce qu‘ils entendent. Comme la suite verbale régulière “à la chinoise”, la suite régulière “à la Beaumont” constitue un cadre formel permettant de se poser la bonne question face à la désignation orale irrégulière d‘un nombre : “Comment celui-ci se dirait-il avec la suite régulière ?”.

La satisfaction des utilisateurs de la suite de Beaumont est l‘argument supplémentaire que nous avons annoncé précédemment, en faveur de l‘enseignement, tôt dans l‘année, d‘une suite verbale régulière, en s‘appuyant sur ses seules régularités verbales. De notre point de vue, mieux vaut, évidemment, enseigner la suite de locutions “à l‘asiatique”, comme “deux dix et sept”, dont la syntaxe est en elle-même une aide pédagogique majeure, mais il se peut qu‘enseigner une quelconque suite régulière ait, dans tous les cas, des conséquences bénéfiques.

LA PROGRESSION “ TCHOU ” COMPORTE-T-ELLE DES RISQUES DE DYSFONCTIONNEMENT ?

Une objection à la mise en œuvre de la progression —Tchou ” vient immédiatement à l‘esprit : enseigner une comptine régulière, c‘est enseigner une comptine qui n‘a cours qu‘à l‘école. Dans d‘autres domaines que le nombre, ce genre de procédé pédagogique serait loin d‘être pertinent, et en mathématiques, on a déjà eu, vers 1970, l‘expérience malheureuse de l‘enseignement des bases autres que 10.

Dans l‘expérimentation de cette progression, nous n‘avons pas observé les dysfonctionnements qui, d‘emblée, sont apparus lors de l‘enseignement des bases. Cela s‘explique aisément : la comptine numérique régulière n‘emploie aucun terme nouveau puisqu‘elle utilise les 10 premiers mots de la comptine traditionnelle. De plus, jusqu‘à —dix et neuf ”, les locutions sont conformes à la syntaxe du français, ce qui explique qu‘elles favorisent la compréhension : pour un jeune enfant, —dix et cinq ” est plus transparent que —quinze ”. Il est vrai cependant que les locutions —deux dix ”, —trois dix ”... n‘appartiennent pas à notre langue, mais elles sont construites sur le modèle de —deux cents ”, —trois cents ”.. —deux mille ”, —trois mille ”.... Il s‘agit donc de locutions plausibles en français et elles sont, elles aussi, plus transparentes que —vingt ”, “ trente ”...

Dire que la comptine numérique régulière —n‘a cours qu‘à l‘école ”, c‘est donc négliger le fait qu‘elle est compréhensible par toute personne francophone. Ce n‘est pas la même chose d‘enseigner à l‘école un système incompréhensible au-dehors, comme c‘était le cas avec les bases autres que dix, que d‘enseigner un système qui, lui, est transparent pour tout un chacun.

Signalons en outre que l‘usage de la version Tchou pendant plusieurs années, dans plusieurs classes, a montré qu‘elle bénéficie particulièrement aux élèves les plus fragiles, alors qu‘au contraire l‘enseignement des bases autres que dix les mettait en grande difficulté.

Concluons : dans l‘état actuel des connaissances, l‘emploi de la progression —Tchou ” semble un choix pédagogique plutôt sûr, tout en étant, intellectuellement parlant, stimulant pour les pédagogues.

Communication D1

LE MODÈLE NEUROBIOLOGIQUE DES DEUX CONSCIENCES DE G.M.EDELMAN
APPLIQUÉ À L'ENSEIGNEMENT ET À L'APPRENTISSAGE DES MATHÉMATIQUES EN ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE.

Thierry BAUTIER
thierry.bautier@bretagne.iufm.fr

Texte de présentation :
G.M.Edelman, neurobiologiste connexionniste néo-darwinien éminent, a développé dans Biologie de la conscience (1992, Points-Sciences) une différence fondamentale entre deux états de conscience :
- La conscience dite " première " nous fournira un modèle neurobiologique, simple, mais général, de l'activité pratique de construction de sens de l'élève qui est à l'œuvre dans tout apprentissage contextualisé.
- la conscience dite " seconde " nous fournira un modèle neurobiologique, tout aussi simple et général, de l'activité de partage des signes à l'intérieur d'une même culture, qui est à l'œuvre dans tout enseignement, entre l'enseignant et ses élèves, et entre les élèves.
Cette théorie peut fournir un soubassement biologique à certains des apports théoriques de R.Douady (D.O.O.) et de L.S.Vygotsky (Z.P.D.). Elle permet de reprendre, en les fondant sur des arguments biologiques, certaines affirmations générales sur l'enseignement des mathématiques en école élémentaire (l'incarnation des connaissances, la nécessaire médiation d'un tiers dans toutes les activités cognitives) et donner ainsi à chacun des pôles de l'apprentissage (l'autre, soi, la culture, son corps) une place enfin légitime.
Elle permet aussi de reprendre sur des bases matérialistes, la question fondamentale des conditions de passage de l'action à la verbalisation des actions, dans un sens très différent de celui des situations de formulation de G.Brousseau (T.S.). La signification du terme " implicite " dans les expressions " modèles implicites d'action " ou " outil implicite " sera en particulier interrogée :
- S'agit-il d'un aspect langagier du schème (au sens de G.Vergnaud) mais alors on peut se demander ce qui le retient de devenir explicite, conscient d'être conscient, pour le sujet ?
- Sinon, de quelle nature est ce schème s'il n'est pas langagier et on se demandera alors comment il peut le devenir?

Ce texte est resté dans son style, le plus proche possible de la communication orale faite à Tours.

INTRODUCTION

Il s'agit de fonder une réflexion assez générale sur l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques sur une analyse biologique (matérialiste) du fonctionnement de la pensée humaine. Les progrès récents en neurobiologie permettent en effet de donner un modèle de ce qui peut bien se passer dans notre cerveau quand il fonctionne (à l'état de veille), mais ce modèle doit être suffisamment précis et opératoire pour vraiment nous aider à définir les principes d'une didactique pratique (dont le slogan pourrait être " Il ne s'agit plus de comprendre le monde de l'enseignement, il s'agit de le transformer ! ").

Je parlerai presque exclusivement du livre Biologie de la conscience de G.M.Edelman, paru en 1992, que je n'ai pas arrêté de lire et de relire depuis sa parution[1]. J'avais ressenti dès la première lecture que je pouvais trouver dans cette théorie neurobiologique, un allié de taille (car Edelman est Prix Nobel de Médecine) pour revaloriser les idées de contextualisation (R.Douady) et de zone proximale de développement (L.S.Vygotsky), idées qui me paraissaient (et me paraissent encore aujourd'hui) insuffisamment présentes dans le champ des recherches en didactique des mathématiques en France.

Je suis bien conscient d'avoir en partie transformé certaines idées de G.M.Edelman mais cela est excusable, voire nécessaire pour rendre compte de la spécificité de mon objet d'étude. Aussi, je ne peux que conseiller aux personnes soucieuses de revenir à cet auteur, de ne pas me lire car je crains de les déformer à tout jamais !

Je commencerai par la conclusion " didactique " et ensuite, je présenterai les concepts édelmaniens qui sont généraux avant de revenir dans une dernière partie, à l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques.

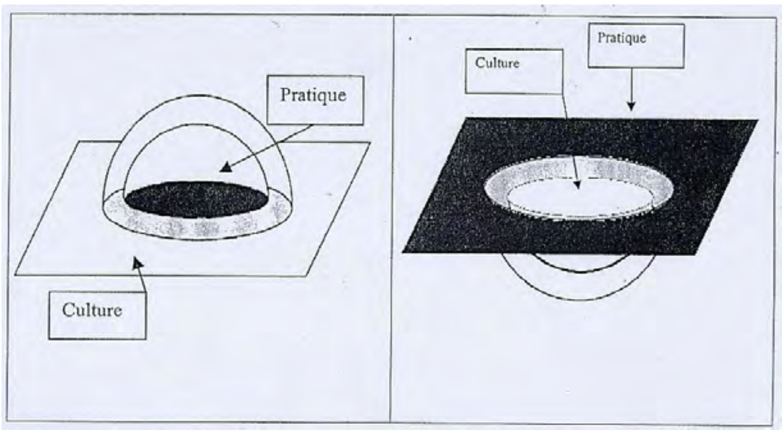
PREMIÈRE PARTIE

L'univers de la culture et l'univers de la pratique, en mathématiques

Un exemple (au point 1.2.), va permettre d'illustrer une distinction à l'intérieur d'un enseignement des mathématiques, entre des activités à finalité pratique et d'autres à finalité culturelle.

1.1. Je reprends ici le plus fidèlement (je crois) les idées initiales de Régine Douady [2]à l'origine de la Dialectique Outil - Objet : la pratique consiste à résoudre des problèmes sans rien savoir des connaissances mises alors en jeu (phase OUTIL implicite) ; la culture consiste à se poser des questions sur la pratique ou le savoir (phase OUTIL explicite et phase OBJET).

L'égalité de dignité entre ces deux finalités de tout enseignement mathématique peut être représentée dans le schéma (cf. ci-dessous) par le retournement complet de la calotte hémisphérique : ce qui était à l'intérieur, la pratique, vient à l'extérieur et ce qui était à l'extérieur, la culture, passe à l'intérieur.



Je défends l'idée que les modes d'accès à ces deux univers mathématiques (l'univers de la pratique et l'univers de la culture) sont absolument distincts et indépendants. Il ne faut pas espérer que la maîtrise pratique d'un quelconque phénomène conduise à une quelconque maîtrise culturelle et vice-versa[3].

L'idée d'une telle différence entre ces deux univers mathématiques s'oppose de manière catégorique à l'habitude que nous avons prise dans nos institutions de formation de dire que " les élèves construisent des savoirs " ce qui est un véritable non-sens à mon avis. En effet, dans des activités mathématiques contextualisées, les élèves construisent des pratiques, des expériences personnelles incarnées (et de ce fait incommunicables !) et non pas des savoirs qui existent déjà dans la culture et ont (seulement !) à être appropriés par les sujets, ce qui est bien différent[4].
Pour passer d'une maîtrise pratique à une maîtrise culturelle (ou inversement), il faut franchir le Rubicon d'une ligne de partage que je dessine entre ces deux univers, c'est-à-dire changer complètement la finalité de l'activité d'apprentissage de l'élève. Il ne s'agit plus de viser l'efficacité par rapport à un but visé, la **réussite** en contexte, mais la **compréhension** des raisons qui fondent cette réussite ou cet échec et aussi la **recherche de réponses** à des questions générales, indépendantes d'un contexte particulier[5]...

1.2. Un exemple personnel suffira sans doute à illustrer cette distinction [6]:
Mon fils, Kévin, s'est pris de passion, il y a quelques mois pour la lecture de l'heure et il était content de me dire, lorsque l'horloge de ma voiture marquait 18h45 qu'il était 7 heures moins le quart (il avait alors 7 ans). Je lui ai demandé comment il trouvait ce résultat et il m'a répondu avec un sourire : " Je sais ! ".
Pour préparer cette communication, je lui ai posé quelques questions et j'ai compris que Kévin ne " savait " pas qu'il y avait une différence de 12 heures entre 7 heures et 19 heures, encore moins " savait-il " pourquoi il y avait cette différence de 12 heures. Comment faisait-il alors pour trouver, avec évidence, ces correspondances ?
Par simple mémorisation pratique Kévin associait sans doute les heures. Par exemple au moment de manger, il lisait sur une horloge digitale dans la cuisine 19 : 00 alors qu'on lui disait : " Il est 7 heures, on va manger ". On comprendra alors l'incompréhension apportée par un enseignant qui aurait demandé à Kévin de **formuler la règle** apparemment connue de lui : on ajoute ou on retire 12, pour changer d'horaire.

J'ai écrit ensuite sur une feuille la suite des heures dans les deux systèmes d'écriture (cf. ci-contre) et Kévin était bien d'accord avec chacune de ces lignes. Je lui ai fait remarquer qu'il y avait 12 de différence entre les deux nombres, à chaque ligne, ce qui l'a un peu surpris. Il m'a dit : " On peut faire aussi comme ça ".
Il a donc reconnu que cette règle fournissait les mêmes résultats que sa méthode pratique et peut-être se l'est-il appropriée alors (bien qu'il n'en avait pas besoin puisqu'il avait entièrement résolu son problème de repérage dans le temps par accumulation d'expériences personnelles et mémorisation des correspondances)[7].

Cette connaissance des correspondances peut être dite **pratique** car elle est **personnelle** (liée à sa vie, à ses habitudes de vie), **temporelle** (évidemment), **contextualisée** (elle est différente pour 13heures30 et 1heure30, 19heures et 7heures et pour 20h45 et 9heures moins le quart, car la première correspond à l'heure de début des classes sur une horloge numérique ou sur une horloge à aiguille, la seconde correspond à l'heure de manger sur le cadran de la cuisinière ou dans le langage et la troisième correspond au début des films le soir sur les programmes de télé ou dans le langage oral) et de ce fait **incarnée** (c'est cela le sens, le rapport au sensible, au corps, au vécu).
La règle « ajouter 12 » peut être dite **culturelle** car elle est **impersonnelle** (commune à tous les gens de cette culture non anglo-saxonne), **intemporelle** (elle est de nature arithmétique) et de ce fait **décontextualisée**, **symbolique** et **désincarnée**. Muni de ce **savoir**, Kévin pourra **comprendre** la relation entre deux systèmes d'écriture du temps ainsi que les **raisons** qui fondent cette relation, à savoir que la journée fait deux fois 12 heures.

On aura reconnu sur cet exemple peut-être, les différentes phases de la Dialectique Outil-Objet de R.Douady mais aussi les finalités pratiques et culturelles de cet enseignement de la chronologie et on aura vu aussi à quel point ces finalités sont différentes et ne peuvent être confondues : de manière générale, on pourrait se satisfaire que les élèves maîtrisent pratiquement tous les problèmes de l'école élémentaire [8](d'un certain niveau n) sans rien savoir de mathématique de ce niveau [9]; on pourrait poser aux élèves beaucoup de questions sur les mathématiques (d'un certain niveau n) sans montrer que cela peut les aider à résoudre des problèmes de la vie quotidienne ou professionnelle de ce niveau.
Ces deux extrêmes se focalisent sur l'une des deux finalités (pratique ou culturelle) de tout enseignement des mathématiques et c'est sans doute entre ces deux extrêmes que l'enseignant doit naviguer. Mais je crois qu'il réalisera d'autant mieux ces deux finalités de son enseignement qu'il ne les aura pas confondues, ni dans les objectifs, ni dans les moyens (cf. mon intervention faite à Limoges).

1.3. Les principes de cette didactique pratique me semblent être ceux d'une **Trialectique Outil-Objet-Instrument** qui sera précisée dans la troisième partie.

i. La phase de contextualisation doit durer au moins deux séances pleines. Elle vise à développer chez les élèves des pratiques personnelles (mesurer vraiment la longueur de la salle de classe, d'un bureau, d'un préau ; résoudre un problème de proportionnalité avec du matériel ; compter le nombre de haricots secs contenus dans une boîte…). Il s'agit alors de **faire** et non pas de **savoir** quelque chose sur ce qu'on fait.
La difficulté du travail de l'enseignant est bien sûr de ne pas franchir la ligne du Rubicon (celle qui sépare les deux univers de la pratique et de la culture) en posant par exemple la

question du Comment, ou la question du Pourquoi. Son rôle consiste à aider les élèves à faire, au besoin en leur montrant comment[10].

ii. La phase de décontextualisation commence selon moi, avec l'explicitation de l'Outil. Elle doit être principalement portée par l'enseignant qui est " le meilleur élève de sa classe ". A ce titre, il ne me paraît pas raisonnable d'interdire à l'enseignant ce que l'on autorise à chacun des élèves, à savoir intervenir librement dans un **débat sur les pratiques** (quelles sont ces méthodes? quand sont-elles efficaces? comment font les adultes?) **ou sur le savoir** (pourquoi ces deux méthodes donnent-elles toujours le même résultat? pourquoi 9x10 = 90? pourquoi 3x4 = 4x3?).

Bien entendu, tout est question de mesure (!) mais je crois que l'on est allé dans les IUFM trop loin dans la machiavélisation des interventions de l'enseignant, et je vois beaucoup de stagiaires PE2 victimes d'un certain discours appris pour le CERPE, mal vivre leurs premières relations avec les classes. J'irai jusqu'à dire que la formation PE1 se constitue en obstacle à la formation professionnelle en PE2 (mais cela n'est pas que notre problème, en mathématiques, cf. le compte-rendu de notre recherche INRP, fait à Plestin-les-Grèves[11]).

iii. L'entretien des **savoir-faire** et la mémorisation doivent également être réhabilités. Je m'étonne que l'on ne fasse plus apprendre les tables de soustraction et de multiplication dans beaucoup de classes de cycle III, sous le mauvais prétexte (à mon avis) qu'on peut les reconstruire en calcul mental.
L.S.Vygotsky m'a convaincu il y a bien longtemps déjà que l'**imitation** n'est pas ce que l'on croît et G.M.Edelman m'a convaincu il y a moins longtemps que la **mémorisation** n'est pas non plus ce que l'on croît. Il s'agit de fonctions supérieures de l'intelligence humaine qui n'ont rien à voir avec ce que les machines artificielles sont capables de faire (stocker de l'information sous forme de 1 et de 0 et les restituer à l'identique, à l'infini ou presque). Elles engagent toutes les deux notre corps et au delà de la répétition de la performance, il faut voir, si l'on suit Edelman (cf. son chapitre 10) l'important travail neuronal qui est à l'œuvre à chaque fois " dans notre cerveau ".

DEUXIÈME PARTIE

Apports de la neurobiologie à la compréhension du fonctionnement de l'esprit humain

Ces apports me semblent se situer sur deux plans essentiellement :

- La notion de **scène mentale** a été imposée par Edelman pour remplacer celle, pourtant classique en psychologie cognitive, de " représentation mentale "[12]. Elle permet de comprendre en profondeur comment nous pouvons mobiliser des souvenirs plus ou moins anciens pour prendre une décision dans une situation vécue (ou seulement évoquée par un énoncé de problème mathématique) sans avoir aucune idée de ce qui peut fonder cette décision du point de vue d'un enseignant, c'est-à-dire du point de vue de la culture mathématique, en termes de savoirs mathématiques.

Pour Edelman, la décision qui se prend est un " geste mental " qui engage le corps du sujet, elle engage des **percepts** et des **concepts** qui gardent la trace de cette incarnation de l'esprit et sont de ce fait, infra-langagiers.

La théorie de la **conscience première** d'Edelman (cf. chap. 11) me semble démontrer pourquoi la tâche de formulation est le plus souvent une " mission impossible " demandée aux élèves : les modèles " implicites " [13]d'action de la Théorie des Situations de Guy Brousseau sont en effet incarnés, personnels, temporalisés et contextuels ; ils devraient donc être, comme les concepts édelmaniens, infra-verbaux. On montrera dans la troisième partie (en 3.2.), comment la tâche de formulation peut être plus efficacement prise en charge par l'enseignant (car il possède les mots de la culture, les signes pour désigner ces pratiques…) à l'occasion d'un débat sur le savoir mathématique.

- La question de l'importance du langage, essentiellement oral, dans l'activité de l'esprit est un point de fixation bien connu du conflit qui oppose les psychanalystes aux neurobiologistes : pour les uns " tout est langage " (F.Dolto[14]), pour les autres " le monde... est un lieu dépourvu d'étiquettes " (G.M.Edelman, p.153-4).

Après avoir lu les uns et les autres[15], il me semble que ce que je vais présenter ici est consensuel et acceptable par toutes les parties (mêmes les plus lacaniennes !). Je reprendrai pour ce faire, la théorie épigénétique du langage développée par Edelman dans son chapitre 12 (p.194 à 201) mais je dois prévenir mon lecteur d'une grande liberté que j'ai prise avec sa théorie [16] :

Au lieu de faire du langage et de la socialité, les deux critères qui différencient la **conscience seconde** (cf. chap.12) de la **conscience première** (cf. chap.11), j'ai considéré que les paroles qui jaillissent dans les interactions sociales ordinaires (pratiques) relevaient également du fonctionnement de la conscience première. Le langage permet dans tous les cas de " bâtir une individualité fondée sur les relations sociales " (cf. p.193) mais **ses finalités sont**, selon moi, **pratiques dans le cas de la conscience première, culturelles dans le cas de la conscience seconde**.

Il est grand temps de rentrer dans la définition des concepts édelmaniens. L'ordre d'exposition des concepts de cette théorie, est le suivant :

2.1. La conscience est une boucle neurobiologique (Edelman, p.139 à 143, p.181-2)
2.2. et 2.3. La matérialité du signifiant, ou le " truc génial " du langage (Jacques Lacan[17])
2.4. Le percept (Edelman, p.136 à 138)
2.5. Un exemple d'apprentissage linguistique (Edelman, p.199)
2.6. Deux modèles repoussoirs : l'objectivisme et l'intelligence artificielle (Edelman, p.348-352, 355 à 358, 360 à 367).
2.7. Le concept et la mémorisation (Edelman, chap.10)
2.8. La notion de scène mentale et la conscience première (Edelman, p.183 à 186)
2.9. La conscience seconde (Edelman, p.200 à 205).
2.10. Une image pour reprendre la question ancienne des relations entre la pensée humaine et le langage (Edelman, p.200 et 377)

2.1. Une dilatation du temps à l'intérieur de notre cerveau !

" Il existe, en gros, deux types de systèmes, dans le système nerveux, qui sont importants pour comprendre comment la conscience est apparue. Bien qu'ils soient tous deux composés de neurones, ces systèmes possèdent une organisation très différente. Le premier est l'ensemble formé par le tronc cérébral et le système limbique (hédoniste): il a trait à l'appétit, aux comportements sexuels et consommatoires, et aux stratégies de défense mises en place au cours de l'évolution... Vous ne serez certainement pas surpris d'apprendre que les circuits de l'ensemble tronc cérébral-système limbique forment souvent des boucles, qu'ils réagissent relativement lentement (le temps de réaction pouvant aller de quelques secondes à quelques mois)...

Le second type majeur d'organisation dans le système nerveux est tout à fait différent. Il s'agit du système thalamo-cortical. (Le thalamus, l'une des structures centrales du cerveau, est composé de nombreux noyaux chargés d'acheminer les signaux sensoriels et d'autres signaux cérébraux vers le cortex.)... Il est apparu au cours de l'évolution pour permettre de recevoir les signaux provenant des couches de récepteurs sensoriels et d'envoyer des signaux aux muscles volontaires. Ses réactions sont très rapides (entre quelques millisecondes et quelques secondes), bien que ses connexions synaptiques subissent certaines modifications qui durent toute la vie " (page 181).

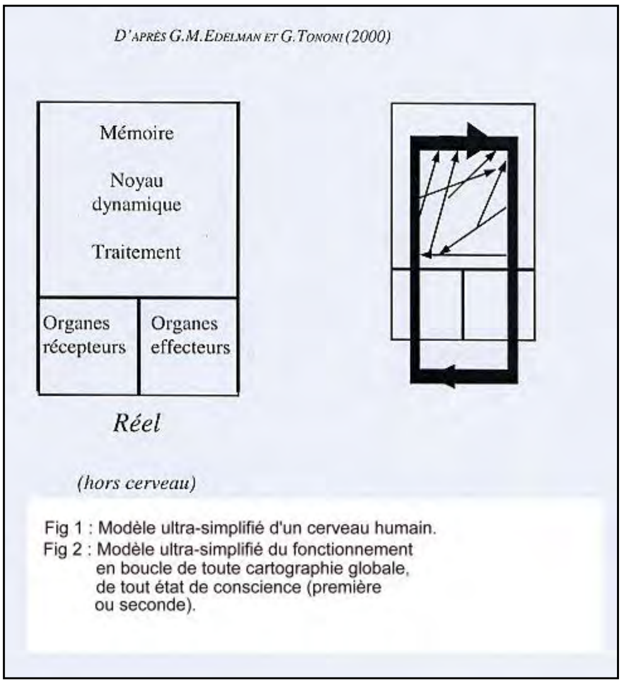
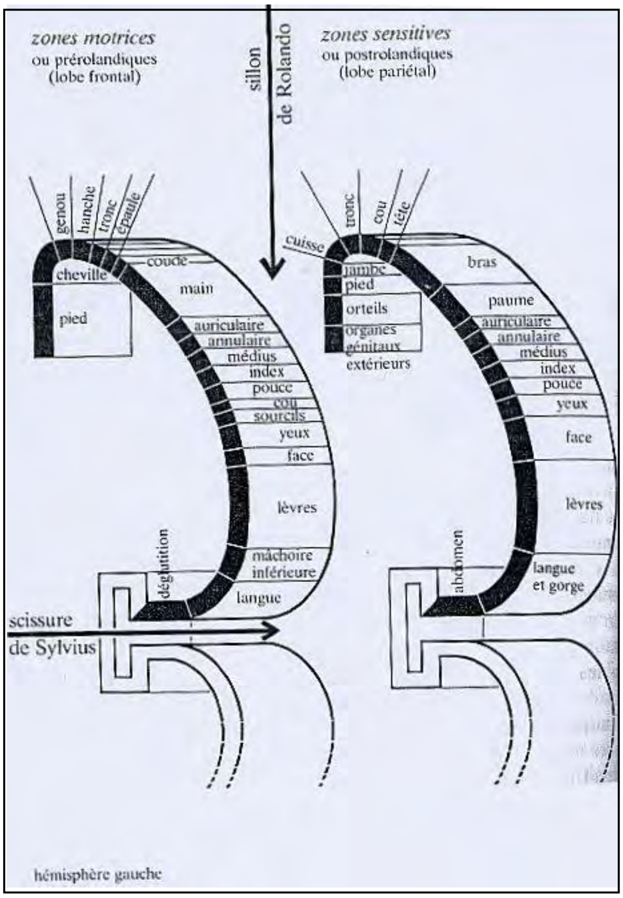


Fig 1 : Modèle ultra-simplifié d'un cerveau humain.
Fig 2 : Modèle ultra-simplifié du fonctionnement en boucle de toute cartographie globale, de tout état de conscience (première ou seconde).



C'est comme si nous avions à l'intérieur de notre cerveau une certaine dilatation du temps. Dans le court instant (une fraction de seconde) qui sépare l'observation de l'action, nous pouvons mobiliser toute l'étendue de notre expérience personnelle et nous libérer en partie de nos conditionnements. On comprend l'avantage sélectif d'un tel appareillage cérébral dont le fonctionnement est représenté par une boucle (cf. illustration) qui relie le monde extérieur à notre cerveau par les organes sensoriels (pour les entrées) et les organes moteurs (pour les sorties).

La seconde illustration (extraite du livre Comprendre le cerveau de J.M.Robert) montre le parallélisme complet qui existe dans notre cerveau entre les zones sensitives et motrices de presque toutes les zones cérébrales de notre corps, créant ainsi une véritable cartographie, ou image mentale du corps. Le thème édelmanien de l'incarnation conceptuelle concerne évidemment cette image mentale du corps et non pas le corps lui-même[18]. Nous ne sommes pas conscients de ce processus biologique en boucle et la conscience édelmanienne s'identifie sans doute à la capacité d'agir en situation, de s'adapter (faire ou dire), d'avoir des idées également (penser), voire à l'être en général si l'on veut effacer de cette interprétation de la conscience toute connotation motrice : " être ", c'est être là, relié aux choses et surtout aux personnes.

2.2. Le cerveau, une réalité brute inconnaissable

" Mais, quitte à passer pour matérialiste, c'est sur le fait qu'il s'agit d'un matériel que j'insisterai d'abord et pour souligner, en cette question de lieu qui fait notre propos, la place occupée par ce matériel : à seul fin de détruire le mirage qui semble imposer par élimination le cerveau humain comme lieu du phénomène du langage. Où pourrait-il bien être en effet ? La réponse est pour le signifiant : partout ailleurs. Sur cette table voici, plus ou moins dispersé, un kilo de signifiant. Tant de mètres de signifiant sont là, enroulés avec le fil du magnétophone où mon discours s'est inscrit jusqu'à ce moment " (Jacques Lacan, page 148 de Autres écrits, extrait du Discours de Rome, 1953).

Cet extrait limpide et éclairant a de quoi surprendre sous la plume d'un auteur réputé obscur. Il contient au moins deux affirmations géniales. Voici la première : les signifiants sont partout hors du cerveau, mon estomac peut être le signifiant d'un mal-être ou d'un bien-être [19](lorsqu'il est " content "), un vêtement, un objet, un geste également. Tout peut faire signe pour le sujet, excepté son cerveau et ses circonvolutions dont la complexité est comparable, paraît-il, à la distribution des étoiles à l'intérieur d'une galaxie.
Il y aurait donc sous notre boîte crânienne, une matérialité brute, une réalité dont on ne saura jamais rien, faute de signifiant pour l'exprimer. Ceci n'est évidemment pas une raison pour ne pas faire d'hypothèse sur son fonctionnement (ce dont je ne vais pas me priver par la suite !).

2.3. Le truc biologique (génial !) du langage

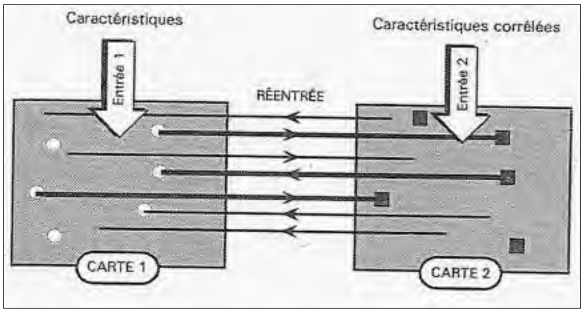
Si on relit l'extrait précédent en donnant au mot signifiant sa seule signification linguistique, c'est-à-dire celle de partie sensible de toute parole orale (et c'est une onde sonore) ou écrite (et c'est une graphie), on trouve l'idée (juste me semble-t-il[20]) que la pensée la plus abstraite a besoin pour exister, des signes les plus concrets (des sons, des tracés) et de la répétition de ces signes matériels. Comme si le sujet humain avait besoin de se tendre à lui-même un miroir (déformant) pour se voir penser, prendre conscience d'une sensation, devenir sensible c'est-à-dire réceptif à son monde intérieur et pas seulement au monde extérieur comme le sont les animaux.

Ces signifiants linguistiques sont traités par les zones spécialisées (de Vernike et de Broca) de notre cerveau où ils sont discriminés, reconnus, combinés et produits. Ces signifiants ont la grande particularité de ne pas exister à l'état de nature et cette artificialité des signes linguistiques est importante car c'est sur ce seul critère que je vais proposer de fonder la différence entre les deux types de conscience :

La conscience seconde ne serait que langagière et donc entièrement culturelle ; la conscience première traiterait du réel tel qu'il se donne à voir (à entendre, à toucher, à sentir et à décrire…) à l'esprit humain.

Il y a peut-être, après ces deux premiers points une surprise du lecteur à dissiper : il apparaît en effet que si l'on suit ce développement, les idées les plus abstraites nécessitent l'existence d'une matérialité extérieure (éphémère comme la parole, durable comme l'écriture) alors que tout geste est entièrement commandé de l'intérieur, par activation de l'image mentale du corps. La pensée serait donc matérielle alors que l'action serait idéelle ! Du moins, c'est la distinction classique en philosophie entre idéalisme et matérialisme qui sort malmenée par ce point de vue neurobiologique sur le fonctionnement de l'esprit.

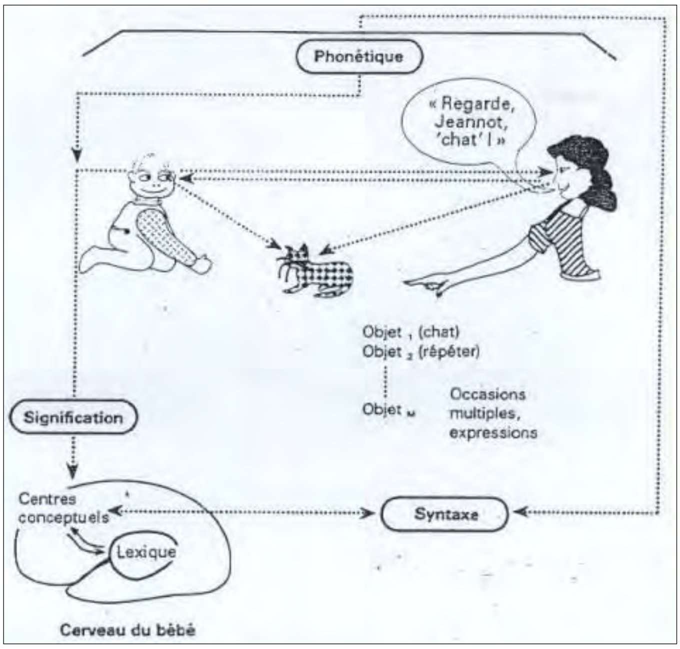
2.4. Percepts multi-sensoriels



" Nous pouvons désormais examiner comment la capacité de catégoriser s'incarne dans le système nerveux. Pour le montrer, je vais prendre l'exemple de la catégorisation perceptive - la discrimination sélective d'un objet ou d'un évènement parmi d'autres objets ou évènements à des fins adaptatives...
Pour tenter d'expliquer comment pourrait avoir lieu la catégorisation, nous pouvons utiliser... une unité minimale, composée de deux cartes... de groupes neuronaux <qui> reçoivent des entrées indépendantes... Les deux cartes sont reliées par des fibres nerveuses qui transportent des signaux réentrants <en boucle> de l'une à l'autre. Ces fibres sont nombreuses et denses, et elles servent à " cartographier " les cartes l'une sur l'autre. Si, au cours d'un certain laps de temps, les groupes indiqués par des cercles dans la carte 1 sont connectés de façon réentrante aux groupes indiqués par des carrés sur la carte 2, ces connexions pourront être renforcées... et, par l'intermédiaire des modifications synaptiques, les réponses de la carte 1 se trouvent liées à celles de la carte 2 " (pages 136 et 137).

2.5. Un exemple de constitution de percept et d'apprentissage linguistique

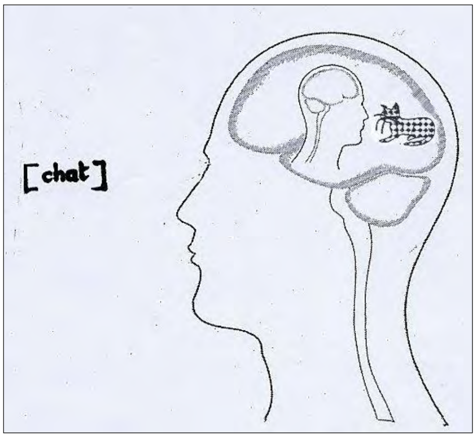
Soit par exemple un chat (l'illustration ci-contre est extraite comme la précédente du livre d'Edelman). Comment pourrait bien être le signifié neuronal, le percept d'un tel signifiant à quatre pattes ?



Pendant qu'un tel signifiant se présente à Jeannot, pour la première fois de sa vie, il reçoit simultanément et de manière coordonnée des stimulations visuelles, de formes et de couleur, des stimulations auditives (le fameux " miaou " mais aussi l'indication donnée par la maman : " C'est un chat "[21]) ainsi que kinesthésiques et peut-être olfactives. Du fait de la dilatation du temps à l'intérieur de la boite crânienne (cf. 2.1.), cette excitation en parallèle de zones cérébrales très diverses durant quelques secondes, peut suffire pour que soient sélectionnés un ensemble de liens neuronaux définitifs (cf. l'extrait précédent) formant ce que Edelman appelle un percept, le percept de <u>ce</u> chat.

Les propriétés de ce percept sont assez spectaculaires :

- Ce percept peut être suffisamment stable (corrélé) pour qu'il suffise à Jeannot d'entendre " miaou " pour que l'ensemble des stimulations précédentes soient réactivées (alors même que le chat n'existe peut-être que sur le papier). On peut penser à l'associationnisme de Pavlov capable de créer des liaisons définitives entre des stimulations indépendantes.
- Notons aussi l'importance de la médiation apportée par l'indication du doigt de la Maman, mais aussi son intérêt pour l'enfant (elle sourit) ce qui est bien sûr un facteur facilitant d'association neuronale.
- Lorsque Jeannot entendra parler d'un " chat " ou lorsqu'il verra un autre chat, c'est <u>ce</u> chat qui lui servira de " référence "[22]. Il y a là une véritable subversion intellectuelle à opérer pour bien le comprendre (cf. illustration ci-contre) :



Ce n'est pas le mot (le son) ‗chat' qui sert de support au concept de chat, mais c'est un chat particulier, le premier qui a compté dans notre vie, et dont nous gardons la trace dans notre mémoire inaccessible (inconsciente) qui sert de support à la conceptualisation et à la reconnaissance de nouveaux chats, reconnaissance qui peut se faire par un seul de leurs traits caractéristiques - la forme des oreilles, le " miaou ", le " ron-ron ", la forme générale, ou le son " chat " prononcé par un tiers ou seulement stimulé dans la zone phonatrice interne de son cerveau... -.

2.6. Deux modèles repoussoirs pour l'étude de l'intelligence humaine

Edelman généralise les idées précédentes de la manière suivante :

" Si ce que je dis est exact, cela signifie que l'esprit n'est pas un miroir de la nature. La pensée ne se limite pas à la manipulation de symboles abstraits dont la signification est justifiée par référence univoque à des choses du monde réel. Les catégories classiques <celle du langage, de la culture> ne servent à rien dans la plupart des catégorisations conceptuelles et elles ne parviennent pas à rendre correctement compte de la façon dont les êtres humains effectuent des catégorisations dans la pratique. Il n'existe pas de correspondance univoque entre le monde et notre catégorisation <linguistique> de ce monde. Autrement dit, l'objectivisme ne marche pas " (page 365-6).

Et juste avant, pour argumenter ce résultat négatif :

" Les objets du monde ne sont pas étiquetés à l'aide de dimensions ou de codes, et la façon dont les individus en effectuent la partition varie d'un individu à un autre et d'un instant à un autre " (page 365).

C'est toute l'intelligence artificielle (cf. la <u>Postface critique</u>, p.348 à 352) et la psychologie objectiviste des " représentations mentales " (cf. p.355 à 367) qui s'effondrent ici comme modèles de l'intelligence humaine.

2.7. Le concept infra-verbal et la mémorisation comme recatégorisation des percepts

" Les capacités conceptuelles sont apparues, au cours de l'évolution, bien avant le langage... Contrairement aux aires cérébrales intervenant dans la perception, celles qui sont chargées de la conceptualisation doivent pouvoir opérer sans entrées directes.

Quelles sont les opérations cérébrales qui donnent lieu à ces propriétés ? La Théorie Sélective des Groupes Neuronaux suggère que, en formant des concepts, le cerveau construit des cartes de ses propres activités, et non pas seulement des cartes des stimulus externes, comme c'est le cas pour la perception... Au lieu de classer par catégories les entrées extérieures provenant des modalités sensorielles, ces structures cérébrales classent des parties des cartographies globales passées... selon la présence ou l'absence de relations entre catégorisations perceptives... Elles doivent être également capables de les combiner ou de les comparer...

Grâce à cette définition des concepts..., il devient possible de voir comment les images et les catégories généralisées pourraient s'incarner " (pages 167-9).

Revenons si vous le voulez bien, à l'un des tous premiers concepts : celui de "chat". Les premiers chats que l'on rencontre ont chacun un percept individualisé mais la similitude des stimulations sensorielles crée, par le même processus de sélection neuronale, un percept de percept, un concept de chat, autrement dit. Le cerveau semble appliquer à son propre univers intérieur les recettes qui ont si bien fonctionné pour la perception du monde extérieur.
Le cerveau est particulièrement efficace dans la recherche des similarités, mais aussi des différences entre des percepts voisins et nous n'avons sans doute pas idée de la richesse de cette activité continuelle de classement de notre cerveau, peut-être parce que ce travail se fait entièrement en dehors de notre conscience, à l'état de veille[23], lorsque nous marchons ou parlons d'autres choses avec autrui…

Cette recatégorisation continuelle des percepts multisensoriels peut être mise en relation avec ce que Edelman nous dit de la mémoire qui est tout sauf un stockage d'informations[24]. Cette " capacité à répéter une performance " (p.157) semble exiger toujours une conceptualisation, une abstraction du matériel brut.

L'important pour nous est de savoir que ce travail est entièrement dirigé vers le monde intérieur du sujet et ne semble pas essentiellement porté par le langage. Ce sont les catégories perceptives multi-sensorielles qui font l'objet de cette recatégorisation et le langage n'en est que l'une des dimensions[25]. On peut alors se demander quels rôles peut bien jouer le langage dans le fonctionnement du cerveau humain ? Je me risquerai en conclusion de cette partie (cf. 2.10) à donner une réponse à cette difficile question.

2.8. La notion de scène mentale et la conscience première

" Par le mot scène, j'entends un ensemble, ordonné dans l'espace et dans le temps, de catégorisations d'évènements familiers, ou non, non nécessairement reliés entre eux de façon physique ou causale <contingente ou nécessaire>. L'avantage fourni par la faculté de construire une scène est dû au fait que les évènements qui, dans le passé, ont pu être importants pour l'apprentissage de l'animal pourront être reliés à de nouveaux évènements, et ce même s'il n'y sont absolument pas reliés de façon causale dans le monde extérieur " (p.183).

La conscience première consiste à relier, au travers de cette grande boucle (cf. 2.1.) qui relie le monde intérieur d'un sujet au monde extérieur, les percepts des personnes présentes (ce qu'elles disent ou font, mais aussi tout ce que nous savons d'elle), les percepts des objets de la situation ainsi que les gestes mentaux qui leur sont associés, certains percepts des scènes mentales antérieures qui leur sont corrélés par au moins un trait, et quelques myriades de concepts.
Selon cette définition, la scène mentale n'est pas objective, ce n'est pas une représentation mentale. Elle est finalisée (intentionnelle, tendue vers la réalisation d'un but[26]) et presque entièrement subjective (personnelle).

La prise de décision, l'insight, tout jaillissement de l'esprit est un geste mental et comme me le disait ma collègue de l'IUFM Christine Lerat*, " lorsque tu fais un geste, tu es ce geste, tu ne le penses pas "*. En ce sens, prendre conscience, c'est se situer devant cette scène mentale et, guidé par elle, la décision se prend. Le sujet n'a conscience ni de lui-même (pourquoi se représenterait-il sur cette scène mentale ?) ni de son action (c'est son corps qui agit). Pendant un court instant, il est cette décision qui se prend.

La conscience première est cette présence au monde, le fameux " ici et maintenant " des psychanalystes et des existentialistes. Cette notion permet de donner un statut théorique à toutes ces idées pratiques (ces gestes comme ces paroles[27]) que nous avons en situation et qui nous surprennent même parfois, alors que nous sommes *présents* avec d'autres personnes.

2.9. La conscience d'ordre supérieur

" Le fait que certaines parties de la pensée consciente se libèrent des contraintes du présent immédiat et que la communication sociale s'enrichisse permet d'anticiper les états futurs et de planifier le comportement. Avec cette faculté viennent aussi la capacité de modéliser le monde, celles d'effectuer des comparaisons explicites et de peser les différentes issues possibles - et, à travers de telles comparaisons, de réorganiser des plans - " (p.205).

Cet extrait de Biologie de la conscience où Edelman nous parle de la conscience seconde, montre une grande proximité avec les notions piagétiennes de compréhension et de prise de conscience [28] (cf. Réussir ou comprendre et La prise de conscience). Mais du point de vue neurobiologique, la différence entre conscience première et conscience seconde ne me semble être ni le langage, ni la présence de l'autre (car ils sont déjà comme nous l'avons vu, constitutifs de la conscience première) mais la nature réelle de l'activité neuronale. Pour préciser la nature de cette différence, je m'appuierai une dernière fois sur le livre d'Edelman.

2.10. Une image pour reprendre l'ancienne question des relations entre la pensée humaine et le langage

" L'adjonction d'une mémoire symbolique spéciale, reliée à des centres conceptuels préexistants, donne lieu à la capacité d'élaborer, de raffiner, d'associer, de créer, et de se rappeler des quantités considérables de nouveaux concepts. Mais les centres du langage ne " contiennent " pas les concepts : ceux-ci ne " naissent " pas du langage " (p.200).

Cette phrase permet de donner du cerveau humain une description de son fonctionnement ‗en grappes' de percepts et de concepts, principalement reliés par des fils de langage[29] :

Tout en bas, des milliards de percepts corrélés en concepts.
A un étage intermédiaire, des concepts reliés de toutes les manières possibles par des fils de langage pour créer, à l'étage supérieur[30] une scène mentale instantanée (un état de la conscience première) qui deviendra peut-être[31] un percept s'enfonçant progressivement dans les couches successives de la mémoire.
A une échelle plus fine on aperçoit de nouveaux fils de langage qui, comme des gants de laine, enrobent au plus près certains concepts[32], mais aussi certains de nos percepts[33] (ce sont des états de la conscience seconde).

Cette image peut nous servir maintenant à présenter les deux modes de fonctionnement de la conscience humaine :
Avec la conscience première, le sujet "fabrique" de nouveaux percepts, les conceptualise et "noue" ensemble [34]ses concepts et ses percepts, actuels ou passés, par de nombreux fils de langage[35].

Avec la conscience seconde, le sujet "tricote" avec de nouveaux fils de langage autour de ses percepts et de ses concepts[36], mais aussi entre les fils de langage qui relient déjà les percepts et les concepts[37].
Il s'agit en effet, avec la conscience première de "faire ou dire quelque chose" et avec la conscience seconde de "dire quelque chose sur ce que l'on a fait ou dit".

La troisième partie vise à montrer comment peuvent se développer, dans nos cerveaux, **l'univers pratique de la conscience première** et **l'univers culturel de la conscience seconde.**

Il s'agira de montrer comment cette théorie neurobiologique peut nous guider dans la résolution de problèmes d'enseignement et d'apprentissage des mathématiques, ou si l'on préfère, comment on peut faire fonctionner la didactique pratique dont je parlais dans l'introduction (cf. aussi 1.3.).

TROISIEME PARTIE

Les trois phases de tout enseignement de mathématiques : phases pratique, culturelle et technique

Je préciserai, quand cela est possible, le sens neurobiologique de chacune de ces étapes (selon la T.O.O.I.[38], cf. 1.3.) :

i. **La phase pratique**, ou première rencontre [39]avec une idée mathématique :

C'est l'instant déclencheur à partir duquel un percept (corrélat de neurones multisensoriels) va définitivement s'incarner dans notre cerveau pour irriguer ensuite, par abstraction, son concept mais aussi toutes les occasions que nous aurons par la suite d'y recourir (dans la deuxième partie, l'exemple pris était celui d'un chat).

ii. **La phase culturelle**, où un grand nombre de liaisons s'établissent entre un concept infra-langagier et un savoir entièrement contrôlé par le discours mathématique (décontextualisé) :

A l'occasion de la ―formulation " du modèle implicite d'action mais surtout à l'occasion d'un débat sur le savoir mathématique. Du point de vue neurobiologique, ce savoir s'incarne dans notre cerveau sous la forme d'une toile plus ou moins serrée de fils (de langage) qui viennent enrober les concepts et surtout les mettent en relation de toutes les manières possibles.

iii. **La phase technique** qui termine tout enseignement mathématique par son algorithmisation[40] :

Alors, correspond à tout élément du concept son expression linguistique entièrement contrôlée par le discours mathématique. Lors d'une phase d'entretien technique, l'élève sait exactement ce qu'il veut faire, même s'il n'y parvient pas. En langage neurobiologique, il réactive ses percepts à partir des fils de langage qui les enserrent de toutes parts (et c'est l'image du gant de laine, cf. 2.10).

La panoplie d'interventions d'un enseignant de mathématiques

Dans un enseignement mathématique déjà bien entamé (depuis un cycle scolaire au moins), l'enseignant se trouve avec des élèves qui maîtrisent des morceaux de pratique, de culture et de technique. Sa panoplie d'interventions (de remédiations) est alors complète car il peut déclencher à nouveau une **phase pratique** (phase Outil implicite), **culturelle** (phase Outil explicite ou Objet) **ou technique** (phase Instrument de la T.O.O.I.). Plus précisément :

i. **Lors d'une phase pratique**, il revient à l'instant déclencheur de cet enseignement[41] et redonne du sens (déclenche de nouveaux percepts chez les élèves).

ii. **Lors d'une phase culturelle**, il demande aux élèves de corriger mutuellement leurs erreurs, de parler de leurs difficultés (ce sont des moyens assez efficaces pour franchir la ligne du Rubicon qui sépare la pratique de la culture[42]), il formule avec les élèves leurs pratiques (car elles sont, on l'a vu, indicibles), redonne dans le discours le sens des règles mathématiques (c‘est-à-dire renouer les percepts anciens avec les fils de la culture mathématique). Il peut aussi poser à ses élèves des questions sur le savoir (tricoter !).

iii. **Lors d’une phase** technique, il entretient les savoir-faire de ses élèves (c‘est-à-dire leur fait exercer l‘association entre les signes de la culture et les gestes de la pratique).

Il n‘y a plus une seule progression (de l‘outil à l‘objet puis à l‘instrument) à l‘intérieur de cette Trialectique Outil-Objet-Instrument et le conseil principal de cette didactique pratique reste sans doute de s‘en tenir au moins pendant deux séances à un seul pôle clairement (pour une illustration de ce "conseil" concernant la proportionnalité, cf. mon intervention faite à Limoges).

Je vais maintenant illustrer ces points concernant la pratique et la culture de plusieurs exemples, réservant la technique à une prochaine communication.

3.1. La première rencontre d’un enfant avec la proportionnalité.

Du temps des Ecoles Normales, je me suis pris de passion une année pour les problèmes de concentration (à la suite de la lecture d‘un texte de Jean Julo). Dans une classe de CM2, avec quelques élèves-professeurs, j'ai conduit une séance sur le thème de la comparaison du goût entre plusieurs mélanges faits de tant de verres d‘eau et de tant de verres d‘orangeade (par exemple, et c‘est le cas qui sera repris ci-après, 4 verres d‘eau et 3 verres d‘orangeade contre 5 verres d‘eau et 4 verres d‘orangeade).

Trois groupes d‘élèves se constituent à la fin de la première séance :

- Un groupe réussit tous les exercices et même à ceux que nous avions prévus pour la deuxième séance. Ils calculent la concentration de l‘orangeade par rapport à l‘eau (ou au mélange) et font des divisions, mais ils savent aussi se ramener à un même nombre de verres d‘eau ou d‘orangeade par des multiplications, pour faire la comparaison.

- Un groupe réagit exactement comme nous l‘avions prévu : dans l‘exemple précédent, certains diraient que le premier est le plus sucré (car il contient moins d‘eau), d‘autres que c‘est le second (il contient plus d‘orangeade).

  Nous leur distribuons une aide à la ―représentation mentale ” [43] de cette situation qui est un dessin des récipients et de la recette (tous les verres sont dessinés, ce qui aura son importance pour le troisième groupe). L‘aide fonctionne parfaitement pour corriger ces deux erreurs : il y a plus d‘eau dans le deuxième mélange, mais il y a aussi plus d‘orangeade, alors on ne peut pas savoir !

  Une deuxième aide est donnée à certains des élèves de ce deuxième groupe mais cette fois, c‘est une aide à la ―résolution de problème ”[44] : ―Tu peux chercher pour commencer, de nouvelles recettes qui ont même goût que le premier ou le deuxième mélange ” est écrit sur une feuille.

  Tous les enfants de ce groupe trouvent les solutions à leurs problèmes par une méthode multiplicative.

- Le troisième groupe est en difficulté, par exemple il ne connaît pas du tout ses tables de multiplication. Il nous surprend aussi car notre aide à la représentation du problème ne fonctionne pas du tout comme prévu : ils perdent l‘idée du mélange un peu comme si les dessins des verres renvoyaient dans leur esprit à des cubes de glace et des oranges qui ne vont pas se mélanger dans le grand récipient[45]. Ils affirment par exemple que l‘on peut prendre dans le deuxième mélange 1 verre d'eau et 1 verre d'orangeade pour retrouver le premier mélange. Mais c'est cette erreur qui va les conduire à une solution inattendue (de la part de l'enseignant !).

Nous décidons d'abandonner le cadre numérique et le cadre figuratif (au sens de R.Douady) car ils ne suffisent pas à déclencher chez ces élèves une scène mentale de la situation. Je reviens dans leur classe quelques jours plus tard avec deux grands verres gradués, plusieurs récipients et je fais devant eux la recette précédente (mais je remplace l'orangeade par de l'eau colorée avec de l'encre verte[46]). La différence de couleur entre les deux liquides n'est pas probante mais un enfant dit devant le groupe : ―Le deuxième est plus sucré parce que tu as ajouté un verre d'eau et un verre d'orangeade au premier mélange ".

Je crois que pour cet enfant, il y a eu une première rencontre, un insight, avec le concept de proportionnalité[47], un évènement dans son cerveau dont il ne peut rien dire sauf qu'il a vu (dans sa tête !) que l'on pouvait intervertir les versements de liquide sans changer de goût le résultat et qu'il était plus facile de comparer ce qu'on ajoutait au premier mélange plutôt que de comparer les deux mélanges. Bien entendu pour communiquer cet insight à mes lecteurs, je suis obligé d'utiliser des mots mais je crois qu'il n'en a pas été de même pour cet enfant. Cet enfant n'a pas eu conscience (au sens de la conscience seconde d'Edelman) de la nature mathématique de son geste mental [48]car, pour lui, ce n'était sans doute pas un raisonnement mais une réaction incarnée à une scène mentale présente à son esprit (ce qui est caractéristique du fonctionnement de la conscience première).

Il aura donc fallu ―descendre " jusqu'à la simulation sensorielle pour déclencher cette réaction mais j'espère que ce percept continuera à irriguer son concept personnel, multisensoriel et infra-langagier de proportionnalité. On peut noter la grande qualité de cette méthode de comparaison, beaucoup plus économique que les méthodes multiplicative ou divisive, mais aussi son ignorance la plus complète chez les enseignants, les stagiaires mais aussi les formateurs (!)

Pour les autres enfants, cette déclaration a pu déclencher les mêmes gestes mentaux de la vie ordinaire car l'extraordinaire pouvoir du langage est de pouvoir se partager, se diffuser (par la matérialité de ses signifiants, ce qui a été appelé en 2.3., le "truc" du langage). On ne peut en effet attendre que chaque enfant ait son propre insight pour continuer un enseignement et là (dans cette approche pratique de la proportionnalité) comme partout ailleurs (dans une approche culturelle ou technique) **la dimension sociale de l'intelligence** doit jouer à plein (la seule limitation de ce principe général [49] se trouve sans doute dans l'incarnation des concepts, les scènes mentales comme les percepts sont personnels, ils ne se partagent pas).

3.2. Le franchissement du Rubicon.

A tous les niveaux de classes de l'école élémentaire, il me semble important que les élèves plient des parallélogrammes quelconques en papier pour se rendre compte que les deux parties ne se superposent d'aucune manière. L'enseignant leur aura demandé au préalable de tracer les axes de symétrie éventuels et cette déstabilisation par le réel de leur ―représentation initiale " (comme en parlent Giordan et De Vecchi, pour la Biologie) de la symétrie axiale doit être faite, mais elle risque d'être éphémère si ce faire n'est pas renforcé par un dire, si cette pratique n'est pas installée dans une culture.

Au lieu de poser aux élèves la question du Comment (Formulation) et du Pourquoi (Validation), l'enseignant peut atteindre les mêmes résultats par un détour. Il ne va plus s'agir de **résoudre des problèmes** (tracer les axes de symétrie de figures qui est une compétence perceptive, ou formuler comment on a fait, ou dire pourquoi sa méthode est juste, qui sont des compétences discursives) mais de **répondre à des questions sur le savoir**. Par exemple : ―Pourquoi les deux parties du parallélogramme ne se superposent pas ? ". ―Pourquoi les deux parties du rectangle se superposent-ils lorsqu'on le plie sur son axe ? ".

Dès la classe de C.E.2 on peut obtenir de la part des élèves les réponses : ―C'est pas pareil ", ―C'est de travers " (si l'axe est placé verticalement) ou ―C'est pas droit ", ce qui peut conduire à une institutionnalisation (précoce) des propriétés mathématiques de la symétrie orthogonale en relation avec son sens spatial qui se trouve bien sûr dans le pliage. Les mots ―angle " ―longueur ", et des formulations comme ―le pliage conserve les longueurs et les angles " sont apportés au bon moment par l'enseignant afin de permettre à ses élèves d'exprimer plus clairement leurs idées (qui n'en dépendent pas !).

3.3. Au royaume de la culture mathématique.

Il me semble que ces débats sur le savoir mathématique sont insuffisamment représentés dans les classes (cf. ma Thèse), sauf sous une forme ―dégradée " lorsque l'enseignant demande aux élèves de montrer qu'ils possèdent certains savoirs, sans leur demander de les formuler ou de les valider. Par exemple, dans une fiche classique sur les décimaux en C.M.2, l'enseignant demande aux élèves de compléter ―34,569 ... 34,66 car 34 … 34 et 5 ... 6 ".

On trouve bien là le moyen d'obtenir de la part des élèves une réflexion culturelle sur les nombres décimaux (abstraits) mais sans qu'il soit possible de s'assurer du sens de la règle qu'ils utilisent ici implicitement. S'agit-il de la comparaison des chiffres de la gauche vers la droite (mais alors pourquoi dans ce sens là ?) ou s'agit-il de la comparaison des dixièmes avec l'idée que les centièmes et les millièmes sont beaucoup plus petits ?

Une explicitation de ce sens [50] (en grande partie assurée par le maître, mais avec la participation active des élèves qui vont réagir à ses explications) me paraît de nature à stabiliser un apprentissage en cours, sans devoir faire repartir la machine du sens qui nécessite de trouver un contexte porteur dans lequel les décimaux ne seront pas lisibles pendant un certain temps d'apprentissage (une situation intéressante de ce point de vue est le problème de l'épaisseur des feuilles imaginé par G.Brousseau, épaisseur que l'on peut mesurer au centi-millimètre près assez facilement en C.M.).

CONCLUSION

Je voudrais reprendre en conclusion de ce texte, un court extrait d'un texte de Jacques Lacan où il tire un bilan très lucide de sa propre élaboration intellectuelle :
" Du préverbal à l'ineffable, il n'est pas de catégorie qu'on agite pour nous rebuter, au silence près dont on se méfie à juste titre " (La psychanalyse vraie, et la fausse, 1958, p.170 de Autres écrits).

La théorie neurobiologique d'Edelman me paraît être la théorie la plus complète à ce jour qui puisse rendre compte de l'ensemble des manifestations de l'esprit humain, de ses jaillissements et de ses silences, le silence des corps. Elle donne une place importante à l'autre (mais nous avons dû l'augmenter encore), au corps et à son image mentale, au langage et à la perception multisensorielle. Elle me paraît bien adaptée pour rendre compte, de son point de vue qui lui est propre, de ce qui se passe entre un enseignant et un groupe d'élèves en train de « faire » des mathématiques.

Ce texte n'avait pour but que de tirer les grandes lignes des applications de cette théorie à une didactique pratique des mathématiques mais beaucoup d'autres précisions devront être apportées pour diminuer les incompréhensions prévisibles, mais inévitables, de certaines de mes affirmations. Je tiens à remercier les stagiaires et les maîtres-formateurs de l'IUFM de Bretagne (site de Vannes) qui travaillaient avec moi, dans le cadre d'un modèle dit —I.P.P ", pendant que je rédigeais la troisième partie de ce texte. Ils trouveront, les uns et les autres, des traces de nos discussions souvent animées et sans leur passion pour ce métier, ce texte n'aurait pas été celui-ci..

BIBLIOGRAPHIE

Bautier Th., Belz J.L., Bourgeois J.P., 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.

Bautier Th, 1999, Quelles théories de l'enseignement et de l'apprentissage utilisons-nous en formation initiale ? et comment ?, p.273 à 286 des Actes du XXVIème Colloque de la COPIRELEM, Limoges, 3,4 et 5 Mai 1999.

Bautier Th, 1999, Le point de vue d'un formateur P.E. sur l'articulation Ecole-Collège, un deuxième exemple : les fractions et les décimaux, disponible à l'adresse : : http://www.bretagne.iufm.fr/vannes/bautier/index.htm

Bautier Th, 1993, Médiations dans l'enseignement des transformations géométriques, Thèse de doctorat, LADIST, Université de Bordeaux I, réédité en deux volumes indépendants, Le médiateur, La médiatrice, 1999, Médiathèque de l'IUFM de Bretagne, site de Vannes.

Brousseau G., 1998, Théorie des situations didactiques, La pensée sauvage éditions, Recherches en didactique des mathématiques, Grenoble.

Buber M., 1969, Je et Tu, Aubier-Montaigne.

Chevallard Y., 1991, Dimension instrumentale, dimension sémiotique de l'activité mathématique, in Actes des séminaires de Didactique des mathématiques et de l'informatique de Grenoble, Université Joseph Fourier, p. 103 à 117.

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, réédité dans R.D.M., vol.19.2, 1999, p.221 à 266.

Coll., 2001, La psychanalyse est-elle une science ? L'hypothèse de l'inconscient, Les Thématiques de Science et Avenir, n°127, Juillet-Août 2001.

Debray R., 1994, Manifestes médiologiques, Gallimard.

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.

Edelman G.M., 2000, Pour une approche darwinienne du fonctionnement cérébral. Gerald M.Edelman, théoricien de la conscience, La Recherche, n°334, Sept.2000, p.109-111.

Guillerault G, 1989, Le corps psychique, essai sur l'image du corps selon Françoise Dolto, Editions Universitaires Bégédis, rééd. 1995, L'Harmattan.

Julo J., 1995, Représentation des problèmes et réussite en mathématiques, un apport de la psychologie cognitive à l‘enseignement, Presses Universitaires de Rennes.

Lacan J., 2001, Autres écrits, Le Seuil, Champ Freudien.

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.

Robert J.M., 1984, Comprendre notre cerveau, Point-Sciences, Seuil.

Tomatis A., 1991, L‘oreille et le langage, Point-Sciences.

Sami – Ali M., 1982, L‘espace imaginaire, Coll. Tel, Gallimard.

Sami – Ali M., 1970, De la projection, Payot.

Vygotsky L.S., 1935, 1985, Pensée et langage, Ed. Messidor-Editions sociales.

La plupart des images sont extraites du livre Biologie de la conscience de G.M.Edelman.

NOTES

[1] Les idées que j'y ai trouvées ont déjà été exposées à deux occasions : lors d'un séminaire interne Trans-formation ou Poly-valence ? organisé à l'IUFM de Bretagne (à Vannes) et au séminaire de Didactique des mathématiques et de l'informatique de l'Université de Rennes I (publié dans ses actes).

Ce travail a bénéficié pendant trois années du soutien de l'INRP dans le cadre d'une recherche sur la polyvalence du métier de professeur d'écoles.

[2] C'est elle qui, avec le plus de force, a indiqué dès les premières lignes de son article de R.D.M., la distinction fondamentale pour l'enseignement des mathématiques entre « résoudre des problèmes » et « répondre à des questions ». C'est à cette distinction que je reviens aujourd'hui.

[3] Un exemple particulièrement clair de cette dernière affirmation, est donné relativement à l'enseignement des fractions et décimaux, dans le texte Le point de vue d'un formateur PE sur l'articulation Ecole-Collège : un deuxième exemple, les fractions et les décimaux. Ce texte est disponible à l'adresse suivante : http://www.bretagne.iufm.fr/vannes/bautier/index.htm

[4] Un savoir ne se construit que dans la pratique d'un mathématicien mais il n'est pas alors, encore, élément de cette culture. L'intersection entre ces deux univers apparaît donc comme vide.

[5] On aura reconnu, outre les deux pôles de la Dialectique Outil-Objet, la différence faite par Piaget entre la réussite et la compréhension dans ses deux livres de 1974, La prise de conscience et Réussir et comprendre.

[6] Un autre exemple est développé dans le séminaire que j'ai fait à Rennes. Il est montré dans une activité pratique de géométrie en CP, que le modèle implicite d'action des élèves n'est pas principalement langagier, il ne contient aucune déclaration mathématique mais seulement un ajustement perceptif précis de carrés (par découpage, orientation, disposition et collage). En particulier, les élèves font des carrés sans le savoir, ce qui est, pour moi, le critère de la pratique.

[7] Un problème pourrait d'ailleurs survenir dans ce cas : en apprenant cette règle, Kévin désapprendrait le sens de ces correspondances. C'est qui se passe fréquemment : la règle chasse le sens, les procédures que l'on dit « expertes » chassent les procédures que l'on dit « primitives ».

[8] Par exemple, lorsqu'ils résolvent le problème « 4 sacs de pommes coûtent 7 euros, combien coûtent 7 sacs ? » par la manipulation d'étiquettes représentant des sacs de pommes et des pièces en nombre suffisant.

[9]Il me semble que pour maîtriser pratiquement (sans le savoir) les problèmes élémentaires de proportionnalité (d'isomorphismes de mesures, selon la typologie de G.Vergnaud), la maîtrise de l'opération mathématique addition (sens et technique) et de la numération, est nécessaire et suffisante. De même pour maîtriser pratiquement les problèmes élémentaires des structures additives et soustractives (selon l'autre typologie de G.Vergnaud), le comptage et la numération (pour les grands nombres) sont nécessaires et suffisants car l'élève peut réaliser les collections et les compter.

De manière générale, les pratiques de niveau n semblent se construire sur des éléments de pratique et de culture de niveau n-1, n-2… ce qui relativise la distinction introduite précédemment entre Pratique et Culture, sans la remettre en cause.

[10] La contradiction dans les termes (et seulement dans les termes) qu'il faut lever est que l'enseignant doit aider chaque élève à résoudre seul son problème, à répondre seul à la question posée (cf. sur ce point essentiel, les interventions tutorielles de J.Julo, Irem de Rennes).

[11] Deux obstacles à une formation à la polyvalence du métier de professeur d'école. Texte disponible à la même adresse électronique.

[12] Lire à ce sujet, la très intéressante Postface critique (p.325 à 388) ainsi que le chapitre 10 de Biologie de la conscience qui portent sur le thème de l'incarnation de l'esprit, ou pourquoi est-ce si important d'avoir un corps pour penser et pourquoi les ordinateurs qui n'en n'ont pas, ne nous fournissent avec l'Intelligence Artificielle qu'un modèle repoussoir pour comprendre le fonctionnement biologique du cerveau humain.

J'aurai l'occasion de traiter ce thème dans ce texte mais uniquement de manière superficielle.

[13] Un point sur ce terme ambigu, est fait dans mon séminaire fait à Rennes, au point 2.2.. Cf. aussi, sur les situations de formulation, le point 3.3.ii..

[14] Mais une autre lecture de F.Dolto est aussi possible, qui donne la plus grande importance à la notion de « corps psychique ».

[15] Par exemple les livres de Sami Ali qui jettent des ponts intéressants entre psychanalyse freudienne et constructivisme piagétien.

[16] Curieusement, Edelman dans son important chapitre 11 (La conscience première ou le présent remémoré) ne parle que de la conscience animale et il est vrai que cette conscience première est généreusement distribuée dans l'évolution (à partir des oiseaux tout de même) mais cela n'est évidemment pas une raison pour limiter la conscience première humaine à l'adaptation animale. Cf. la note 26.

Chez l'humain, l'autre est constitutif de ce Je qui pense et qui agit (cf. Je et Tu de Martin Buber). Pour ceux qui apprécient les jeux de mots et les clins d'œil, je dirai : « Je pense, donc je suis un autre ».

[17] Extrait du Discours de Rome.

[18] La pensée intérieure se comprend alors simplement, d'un point de vue neurobiologique, comme le fonctionnement des zones phonatrices (motrices) en dehors de toute exécution musculaire au niveau de nos lèvres, poumons, trachées, etc…

Sur la boucle audio-phonatrice, je renvoie au livre très intéressant de Tomatis, L'oreille et le langage. Cf. aussi la note 25.

[19] La sémiologie était originairement la partie de la médecine qui cherchait à interpréter les signes, les manifestations du corps.

[20] Que l'on retrouve aussi chez Y.Chevallard (1991), R.Debray (1994) fondant ainsi le paradigme instrumental.

[21] Alors même que Jeannot ne sait peut-être pas parler…

[22] En fait, sans doute y a-t-il élaboration d'un concept de chat (par abstraction de ces percepts de chats) après les premières rencontres (cf. plus loin).

[23] Ou lorsque nous rêvons.

[24] Il n'y a aucun programmeur (homonculus calculus) dans notre cerveau pour transformer les percepts en informations !

[25] Rappelons-nous Jeannot construisant son percept puis son concept de chat alors qu'il ne sait pas encore parler (cf. 2.5. et la note 21). L'une des composantes de ce concept est sonore (et c'est le son [chat]). Il est certain que lorsque Jeannot apprendra à parler, il ne fera que reconnaître l'identité entre le son proféré par lui et celui entendu de nombreuses fois, prononcé par de nombreuses personnes, depuis de nombreux mois.

Je retire de cette remarque (qui intègre la reconstitution spéculative faite par Tomatis de la genèse du premier de tous les sons humains – à savoir dans notre langue [Maman] -, cf. p.65 à 67 de son livre) que prendre conscience d'un concept (par exemple, le concept de chat) c'est activer dans sa zone phonatrice interne son nom (le son [chat]) ce qui a pour effet d'activer tout le concept infra-verbal correspondant. Ainsi se noue à mon avis, toujours, la pensée infra-langagière et le langage. Cela sera repris et complété au point 2.10..

[26] Nous ne percevons pas les choses telles qu'elles sont dans la réalité mais telles qu'elles sont pour nous, eu égard aux enjeux de la situation présente. Par exemple, il est connu que les variations incessantes d'un visage sont systématiquement gommées par le travail cérébral, de même que la diminution perspective de nos mains avec leur éloignement. Inversement, un détail objectif, mais important pour nous, sera magnifié sur la scène mentale (cf. J.Ninio, 1996).

[27] Dans une situation ordinaire d'interaction sociale, les personnes échangent des paroles qui sont également des gestes mentaux, des pratiques incarnées qui nous relient aux autres.

Nous sommes parfois surpris de ce que nous avons dit dans le vif de la discussion et souvent incapables de le répéter. Ceci provient sans doute du fait que la parole est dite en contexte, elle est une réaction à une situation d'énonciation particulière qui n'est plus la même avant et après cette parole (on peut du moins l'espérer !).

[28] De même que la réussite en actes chez Piaget, me semble très proche de l'état de conscience première dont parle Edelman.

[29] J'ai eu pendant très longtemps l'image que prendre conscience, c'est tirer un ‗filet de pêcheur' dans lequel sont pris des ‗poissons' (des percepts et des concepts principalement infra-langagiers). Pour un exemple, cf. la note 25. L'image que je donne ici est plus complexe mais plus précise.

[30] Je reprends ici le modèle en yo-yo de J.Ninio (1996).

[31] Il n'est pas sûr que nous oublions quoi que ce soit de ce qui, à un moment de notre vie, nous est apparu à la conscience comme important. Mais bien sûr, nous ne pouvons prendre conscience de toute notre histoire, une vie n'y suffirait pas !

Cf. les articles de Lechevalier, Pacherie, Wetzel, Rogozinski, Nathan et Rosenfield (dans le n°127 Thématique de Science et Avenir) qui visent à jeter des ponts intéressants entre psychanalyse freudienne et philosophie de l'esprit.

[32] L'exemple de la prise de conscience de la marche à quatre pattes est donné dans mon séminaire fait à Rennes (cf. 3.2.viii.). L'importance de la négation apportée par le langage, dans la prise de conscience de ce concept, y est mise en évidence.

[33] Un rêve est un percept particulier : le raconter, c'est en rester au niveau du gant de laine qui l'entoure, avec le risque de perdre tous les affects qui y sont attachés.

[34] Cf. les notes n°25 et 29. C'est avec cette image du ‗filet de pêcheur' que j'interprète la célèbre affirmation de Jacques Lacan : « L'inconscient est structuré comme un langage ».

[35] Du point de vue de l'apprentissage, c'est la phase Outil implicite de la Trialectique.

[36] Phase Outil explicite de la Trialectique.

[37] Phase Objet de la Trialectique. La phase Instrument correspond au dépassement de ces distinctions, alors, le sujet sait ce qu'il fait.

[38] Trialectique Outil-Objet-Instrument.

[39] Expression utilisée par Y.Chevallard dans L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique (1999).

[40] Affirmation qu'il faudrait argumenter, lors d'une prochaine communication.

[41] Il n'est jamais trop tard pour redonner du sens à un concept. Je me rappelle être allé avec une promo P.E.1 à la Cathédrale de Vannes une année, estimer la hauteur du point le plus élevé à l'intérieur, mais aussi à l'extérieur du bâtiment. Ils ont pensé pour le premier problème à mettre un collègue juste en dessous de la clef de voûte et utiliser un simple crayon pour compter combien de fois sa hauteur réelle se reportait dans la hauteur totale. Il y avait eu là pour beaucoup de stagiaires une ―première ‖ rencontre avec Thalès (qu'ils connaissaient pourtant depuis longtemps comme être de culture).

[42] Cela a été théorisé dans ma thèse (Bautier, 1993, 2000).

[43] Je dirai aujourd'hui, un déclencheur de ―scène mentale ‖.

[44] Sans que ce soit sans doute une ―indication de méthode ‖ (un coup de pouce à la manière du Collège, cf. Jean Julo pour une théorisation de ces interventions tutorielles).

[45] La représentation des quantités est discrète, alors que les quantités sont des grandeurs continues qui vont se mélanger.

[46] Le recours au sensible, l'incarnation d'une connaissance ne se trouve pas en effet au niveau des papilles gustatives des enfants, mais au niveau de l'image mentale de leurs corps, c'est-à-dire de leur capacité à simuler des gestes mentaux.

[47] Et même de comparaison de proportionnalités.

[48] Dont le théorème en actes (G.Vergnaud) serait : si on ajoute un mélange plus sucré à un mélange initial, le mélange final est plus sucré.

[49] Cette dimension sociale de l'intelligence trouve sa confirmation pédagogique dans l'importance du travail de groupe, travail en groupe, de la coopération entre pairs (collaboration socio-cognitive et non pas conflit socio-cognitif où l'autre appartient au milieu antagoniste *contre* lequel je me construis), mais aussi bien sûr, entre l'enseignant et ses élèves.

[50] Au sens linguistique de rappel de la définition et des propriétés mathématiques d'une règle, comme lorsqu'on parle du sens d'un mot qui est l'ensemble de ce que les élèves savent sur ce mot (notion de champ sémantique) et non pas au sens de l'incarnation conceptuelle.

Communication D3

COMPÉTENCES INTERLOCUTOIRES DE L'ENSEIGNANT DE MATHÉMATIQUE : L'UTILISATION DE L'ASSERTION

Serge ZARAGOSA, I.U.F.M. Créteil)
serge.zaragosa@wanadoo.fr

1. INTRODUCTION

Quand un enseignant cherche à transmettre des connaissances il utilise abondamment le langage, trop peut être !

Le domaine des mathématiques n'échappe pas à cette règle ; nous émettons l'hypothèse, quant à nous, que **l'usage que fait le maître de la langue pour donner du sens à la situation-problème** qu'il veut mettre en place est une véritable compétence professionnelle.

Au fur et à mesure des rencontres avec des situations d'enseignement différentes, de l'expérience donc, l'enseignant de mathématiques acquiert des connaissances-en-acte sur la communication verbale.

Si le premier acte de l'enseignant est la mise en place d'une situation-problème, pour nous, c'est dans l'interaction verbale entre des protagonistes élèves et maître que va se réaliser, pour une grande part, la conceptualisation du problème. Les élèves sont constamment à la recherche des intentions du maître.

Ce travail de co-construction cognitive est développé notamment par Brousseau: c'est le concept de dévolution. Rappelons que du terme de dévolution, emprunté au vocabulaire juridique, Brousseau retient la volonté de transférer dans des limites imposées une part de responsabilité : ainsi le maître se dessaisit, dans la séance d'enseignement, de la partie de sa responsabilité qui est spécifique du savoir; mais il garde son pouvoir indirectement par la situation qu'il met en place.

Brousseau écrit : « Le maître cherche à faire dévolution à l'élève d'une situation a-didactique... Pour cela il communique ou il s'abstient de communiquer, selon le cas, des informations, des questions, des méthodes d'apprentissage, des heuristiques etc. L'enseignant est donc impliqué dans un jeu avec le système des interactions de l'élève avec les problèmes qu'il lui pose » (1986, p50).

Avant d'entrer dans le vif du sujet nous avons souligné trois points importants d'une recherche effectuée auprès d'une dizaine d'enseignants dans des classes ordinaires du primaire avec des apprenants de 8 à 10 ans.

1.1 Des décisions en acte en référence au contrat didactique mais aussi au discours professionnel.

C'est une analyse de pratiques professionnelles en situations authentiques de classe que nous faisons, Nous avons cherché à objectiver et à catégoriser l'activité verbale du maître quand il accomplit son travail de dévolution d'une situation-problème. Que se passe-t-il réellement dans les classes ordinaires qui cherchent à mettre en place une situation adidactique ; ces moments où les élèves travaillent seuls sans que le maître ait l'intention d'enseigner ?

28ème colloque Inter-IREM des formateurs et professeurs chargés de la formation des maîtres.
pages 145 à 159

C'est une véritable question de didactique professionnelle, complémentaire de celles spécifiques à l'ingénierie didactique.

Nous avons donc besoin d'une théorie didactique, ce sera la théorie des situations mais aussi d'une théorie psychologique qui prenne en compte les décisions en acte de l'enseignant.

Le comportement de l'enseignant va pouvoir s'analyser, selon nos hypothèses, en référence au contrat didactique et au discours professionnel. Nous pouvons d'ores et déjà souligner que l'enseignant génère des actes de langage tout au long du processus de dévolution qui sont de véritables actes de médiation[1].

Dans notre analyse les traces verbales deviennent de véritables données; aussi quand elles sont ajoutées à des entretiens à chaud avec les enseignants concernés elles permettent d'inférer certains points du comportement interlocutoire.

Les traces laissées par le verbal permet en outre de catégoriser des actes de langage, et par là-même dans le domaine professionnel qui nous concerne, des actes de médiation. En tant que chercheur on peut se demander dans quelles conditions ces actes de langage sont générés. Quelle intention guide le comportement de locuteur et que tient-il pour vrai quand il produit de tels actes?

1.2 L'importance communicationnelle du deuxième mouvement de l'interaction

Dans cet exposé nous ne retenons de la gestion du discours enseignant que le deuxième mouvement de l'interaction verbale, cette place si souvent prise par les réponses des élèves. C'est donc la prise en compte d'énoncés produits par des locuteurs – apprenants qui nous intéresse.

Prenons l'exemple extrait d'un de nos protocoles pour identifier les trois mouvements de l'interaction verbale:

exemple 1
Extrait du protocole HE3

tours de parole	**fonction des échanges**
1 *M: qu'est-ce que c'est qu'un problème en mathématique, Kévin?*	**Premier mouvement** : acte de langage qui correspond à une demande d'informations
2 *Kévin: c'est comme si pour 400 francs et elle veut savoir*	**Deuxième mouvement** : acte de langage du locuteur élève cette fois-ci qui énonce sa représentation, et qui montre sa compréhension de l'acte social accompli par le maître ; il s'établit un certain type de contrat didactique. Remarquons que nous avons <u>une assertion</u>.
3 *M: donc c'est quelque chose où il y a des nombres et il y a une question, c'est ça?*	**Troisième mouvement** : Ici M reformule l'assertion de Kévin pour indiquer les termes usités en mathématique: nombres et questions ; <u>l'acte assertif</u> du deuxième mouvement de Kévin le satisfait.

[1] Par médiation on fait référence à Vygotski : le maître est à l'interface entre un objet de culture, ici mathématique et un élève.

Trognon (1991) insiste sur l'importance communicationnelle du deuxième mouvement en effet pour le maître, le premier énoncé en tant qu'acte illocutoire, ou acte de langage, n'a qu'une force potentielle, son contenu propositionnel n'est qu'une représentation qui ne va devenir « un état de choses réel dans le monde » qu'avec l'accomplissement du deuxième mouvement, le troisième mouvement va prendre appui sur ce deuxième mouvement.
« Bref le second mouvement appartient au monde « objectif »...il médiatise les états « subjectifs » (Trognon, 1991, p17) du premier mouvement et du troisième » ou encore « le jeu de l'interaction consiste en une dialectique entre la représentation et le réel » (ibid. p18).

1.3 La mise à jour d'une compétence interlocutoire de l'enseignant : l'usage et la prise en compte de l'assertion

Nous allons appréhender l'usage qui est fait par l'enseignant d'un énoncé très utilisé : l'assertion. C'est donc pour nous, le regard porté sur une connaissance-en-acte de l'enseignant, c'est une mise à jour d'une des compétences interlocutoires de la profession.
Notre méthodologie, obligatoirement une analyse microscopique, pas à pas, permet de faire émerger nos hypothèses sur l'intentionnalité du médiateur. Nous allons pouvoir faire émerger la forme d'organisation que prend l'activité verbale de l'enseignant quand il cherche à faire entrer les élèves dans un problème. Cette forme invariante d'organisation de l'activité porte le nom de schème en psychologie cognitive. C'est un véritable schème d'interaction verbale didactique qui permet l'adaptation de l'enseignant-locuteur à la situation d'enseignement. Il génère des actes dans un échange entre locuteurs, à propos d'un contenu visé.

Nous proposons donc pour l'exposé le plan suivant:
- comment un enseignant peut prendre en compte la réponse d'un élève;
- apports théoriques sur des éléments du schème et sur l'acte de langage assertif;
- un schème d'interaction verbale didactique dans le processus de dévolution;
- exemples d'analyse de la prise en compte de l'acte de langage assertif.

2. COMMENT L'ENSEIGNANT PREND EN COMPTE LA RÉPONSE DE L'ÉLÈVE.

Notre recherche a porté sur une dizaine d'enseignants, expérimentés et novices, cherchant tous à dévoluer une situation-problème. Nous allons commencer par analyser un extrait d'un protocole afin de mieux sentir deux points importants :

- **d'une part, la nécessité d'une théorie psychologique sur le comportement en acte d'un sujet pour mieux appréhender le comportement de l'enseignant dans le décours de l'activité verbale de dévolution ;**
- **d'autre part nous montrerons aussi que de considérer les énoncés comme uniquement des arrangements syntaxico-sémantiques est insuffisant pour comprendre l'usage qui est fait de la langue dans une situation d'enseignement-apprentissage.**

Dans l'exemple 1, le médiateur HE a pour objectif la reconnaissance d'indices de lecture spécifiques à un texte en mathématique ; cela devrait permettre, selon lui, de mieux appréhender les situations-problèmes en général. HE présuppose donc que le fait de se représenter un texte comme une situation avec des nombres, des questions et des possibilités d'opérations favorisera la mise en problème. Ses échanges verbaux commencent par la reformulation d'une réponse pertinente de l'apprenant Kévin, tout semble ainsi réussi pour la suite de la séance, mais voilà il ne soucie pas du contrat didactique qui est en train de se réaliser !

Reprenons l'analyse des intentions du maître :
la question, premier mouvement de l'interaction, est un rappel de la séance précédente, Kévin répond au tour de parole n°2 en se référant à une situation concrète. L'enseignant prend son assertion comme le témoignage d'une bonne compréhension de sa requête d'informations : il reformule dans un troisième temps à un niveau théorique : « 400 francs » devient « nombre » et « elle veut savoir » devient « question ». L'assertion de Kévin a donc été évaluée comme une représentation correcte d'un problème **mais** aussi comme une bonne interprétation de l'intention didactique. Le médiateur HE en tant que locuteur va alors s'empresser de passer à une communication d'informations théoriques. L'échange dure ainsi jusqu'au 20e tour de parole dans lequel un élève va enfin lui montrer l'incompréhension de la situation qui s'instaure.

Exemple 2

19 M: *d'accord oui...là en ce moment on est en train de travailler sur les nombres décimaux, les nombres à virgule* ***20 E****: ah! on va faire un problème avec* ***21 M****: oui, j'ai un problème avec les nombres à virgule (le M ferme le tableau et découvre ainsi une affiche avec un texte), avec des nombres décimaux, alors vous lisez silencieusement*	échange qui révèle... ...un nouveau contrat didactique: un travail sur les nombres décimaux. Au vingtième tour de parole E commence seulement à trouver du sens à la situation

Tout au long de ces échanges des élèves ont ainsi joué leur rôle de locuteur tout en ne comprenant pas la situation initialisée par le maître ; il manquait un élément important dans la situation didactique : quel type de contrat doit se nouer entre les élèves et le maître à propos de ce contenu spécifique ?

Ainsi si pour le maître le contrat est évident, les enfants se chargent de lui rappeler, au vingtième tour de parole, que la situation est floue: le maître a omis de négocier « l'ouverture du contrat didactique ». C'est bien parce qu'il y a eu échange verbal que l'ambiguïté va être levée mais c'est aussi l'interprétation de la réponse de Kévin au début de l'interlocution (exemple 1) qui a créé une illusion didactique. L'énoncé assertif de Kévin a été pris comme une interprétation du monde, ce qui est vrai avec ce type d'énoncé, c'est une fonction connue de l'assertion, mais qui est incomplet, selon nous, pour une bonne compréhension du mécanisme conversationnelle.

Le médiateur a une représentation erronée du mécanisme qui se déploie au fur et mesure des interventions verbales, aussi le risque est de fausser l'interprétation de son intention didactique. Ici c'est l'expérience de HE qui a permis de rétablir la communication alors qu'il y avait incompréhension didactique. Il est nécessaire de faire entrer les élèves dans un contrat didactique.

Si on reprend l'acte de médiation interlocutoire qui permet enfin dans l'exemple 2 d'ouvrir un contrat didactique on remarque que c'est en fait non pas le fait d'un seul tour de parole mais d'un enchaînement de plusieurs interventions verbales. Mais ici il a fallu 21 tours de parole pour que la situation-problème prenne un sens pour les élèves, et encore pas celui escompté par l'enseignant. Si l'on considère le schème du maître c'est bien au niveau de l'intention que son action a porté. Il est nécessaire, pour reprendre les termes de Sperber et Wilson, de préciser que le locuteur a cependant privilégié ici son « intention informative » en donnant une grille de lecture, mais a négligé son « intention communicative »[2]. Cela aurait pourtant permis aux élèves de mobiliser des connaissances parmi la panoplie de catégories cognitives dont ils disposent pour faire des inférences. Ce qui aurait certainement facilité une entrée dans la situation proposée. Nous pouvons donc parler de contraintes interlocutoires didactiques auxquelles le médiateur ne peut échapper s‘il veut poursuivre le processus de dévolution.

Cette **« ouverture d'un premier contrat didactique »** ne fait partie des connaissances en acte de tous les maîtres !

Dès les premiers échanges d‘une séance d‘enseignement-apprentissage l‘enseignant a donc l‘obligation « illocutoire » d‘évoquer le contexte de la situation qu‘il veut mettre en place. En effet il devient pour l‘élève le médiateur d‘un objet de culture qui appartient au domaine de la mesure, de la géométrie etc., une première dévolution est donc de « dialoguer » le champ conceptuel concerné, et de montrer l‘intention de transmettre des connaissances dans un domaine culturellement circonscrit. Il se crée ainsi un espace d‘interaction **commun** entre les apprenants et l‘enseignant-médiateur.

Remarquons qu‘un contrat didactique s‘est ainsi construit parce qu‘il y a eu interlocution. Une situation est certes proposée par le médiateur HE mais ce sont bien les échanges verbaux qui participent à la conceptualisation des apprenants.

3. DES APPORTS THÉORIQUES SUR LE SCHÈME ET L'ACTE DE LANGAGE ASSERTIF

Si l‘interlocution aide à la conceptualisation, ce n‘est pas toujours sans difficulté!

Ainsi si l‘on regarde de plus près l‘exemple 1, le médiateur HE annonce bien le champ conceptuel concerné en 1 M ; le contenu propositionnel de cet acte de langage permettra d‘ailleurs une satisfaction au tour de parole suivant avec l‘intervention de Kévin, ce qui montre une intention bien comprise. Cependant l‘attente des élèves se situe à un autre niveau: en effet c‘est une représentation de la tâche à effectuer que provoque la réplique de l‘élève en 20 E. L‘enjeu intentionné par le médiateur n‘est donc pas celui qui est véhiculé par le contenu propositionnel en 20 E, et pourtant l‘intervention réactive 21 M laisse supposer une satisfaction de l‘acte de langage accompli au tour précédent.

Lors d‘un entretien avec HE on apprend qu‘à ce moment il a pris la décision d‘un changement brutal pour s‘adapter à la situation d‘enseignement: « cela me semblait trop dur, trop théorique de demander aux élèves de donner les critères d‘un problème mathématique, ils les découvriront dans l‘action ! ». Il y a eu rupture volontaire, de la tentative d‘établir le premier contrat didactique désiré. on peut d‘ailleurs parler ici de contingence médiationnelle.

Le médiateur HE préfère intervenir sur ce que Vergnaud appelle les règles d‘action et de contrôle du schème de l‘élève: avec le tour de parole 20 « ah! On va faire un problème avec » il a la possibilité en tant que locuteur d‘assumer l‘intention qu‘on lui prête, c‘est-à-dire le traitement de nombres à virgule. C‘est bien son nouveau choix de conduite de l‘interlocution, cela se traduit par un acte de médiation important: l‘abandon de la première intention didactique et donc l‘impossibilité d‘ouvrir un contrat didactique jugé pourtant pertinent pour la situation-problème.

[2] Sperber et Wilson (1989) font une différence entre **l'intention informative** du communicateur qui « est une intention de modifier non pas les pensées, mais l'environnement cognitif du destinataire » (p93) et « **l'intention communicative** de rendre mutuellement manifeste au destinataire et au communicateur que le communicateur a cette intention informative » (p 97).

A ce moment de l‘exposé nous avons besoin de développer les apports de deux théories, l‘une psychologique, l‘autre concernant la linguistique pragmatique.

3.1 Une définition analytique du schème.

Vergnaud accorde beaucoup d‘importance au concept piagétien de schème pour analyser le développement et le fonctionnement cognitifs: « ce sont les schèmes qui sont au centre du processus d‘adaptation des structures cognitives: assimilation et accommodation » (1990a, p138). Il développe le caractère opératoire des invariants dans la conceptualisation du réel. Ce sont les connaissances-en-acte du sujet qui deviennent de véritables compétences pour appréhender une situation.

Voyons comment le maître peut intervenir au niveau du schème de l’élève d’après Vergnaud :

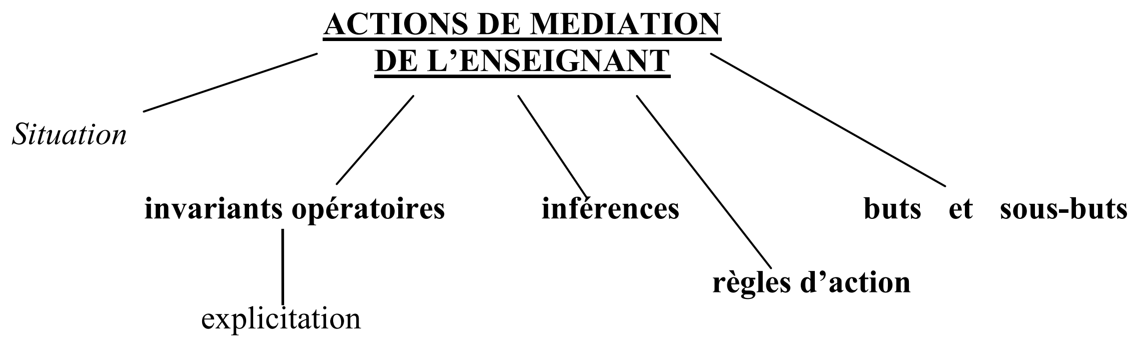


schéma: les actions de l’enseignant selon Vergnaud

Ce schéma a la caractéristique de montrer les interventions possibles sur les éléments qui fondent l‘organisation de l‘activité par l‘élève et celle de donner la définition analytique du schème. Vergnaud met ainsi en avant quatre éléments du schème qui permettent une analyse fine du comportement.

- **le but**, qui se décline en sous-buts et anticipations au fur et à mesure que l‘activité se déroule
- **les règles d’action de prise d’information et de contrôle,** qui engendrent le décours temporel de l‘activité au fur et à mesure;
- **les invariants opératoires,** qui permettent de prélever l‘information et de sélectionner celle qui est pertinente; ce sont aussi des propositions que tient pour vraies le sujet pour organiser son action.
- **les inférences** qui permettent l‘ajustement de l‘activité aux variables de situation.

Dans notre exemple le maître a eu beaucoup de mal à intervenir sur les invariants opératoires des élèves. Cela aurait pourtant permis de savoir, du moins en partie, ce qu‘ils tenaient pour vrai sur la structure d‘un problème. Nous attachons beaucoup d‘importance sur le fait que c‘est au cours de l‘échange verbal que l‘apprenant a fait des inférences sur la situation. Il a généré ainsi certaines règles d‘action comme par exemple « travailler sur le traitement des nombres à virgule ». D‘après Vergnaud ce sont d‘ailleurs ces inférences qui ont permis un ajustement de l‘activité, ici ce n‘était pas celle attendue par le maître. Le maître a dû gérer de l‘imprévu, c‘est son schème qui lui permet de s‘adapter à la nouvelle situation.

Précisons, avec Vergnaud, que ce sont les schèmes qui rendent compte de l'organisation invariante de l'activité du sujet dans une situation donnée et aussi qu'il « existe des schèmes pour tous les domaines de l'activité (techniques, langagier, symboliques, sociaux et affectifs) » (1995, p9).

<u>Les invariants opératoires vont donc jouer le rôle de systèmes de catégories qui permettent de sélectionner les aspects pertinents du réel pour le sujet dans l'action. Ils représentent le noyau dur du schème et forment les connaissances-en-acte.</u>

L'expérience du sujet au fur et à mesure des rencontres avec des situations nouvelles lui permet de se construire des catégories disponibles, des connaissances-en-acte, « qui permettent aux schèmes de trouver, dans les situations rencontrées les conditions de leur fonctionnement » (1989, p453).

En conséquence, c'est dans les invariants opératoires que l'on peut retrouver la notion de compétence du médiateur, ils correspondent à la partie proprement représentative du schème, cette représentation du réel « qui peut être adéquate ou pas pour les besoins de l'action engagée, et qui suppose en tout état de cause des conceptualisations explicites ou implicites, correctes, incorrectes ou partiellement correctes » (1990b, p146).

Piaget parlait d'assimilation du réel par les schèmes, Vergnaud propose donc un degré supplémentaire d'analyse du schème avec les invariants opératoires.

Avec sa théorie sur la conceptualisation Vergnaud donne la possibilité d'affiner l'analyse du comportement de l'enseignant.

<u>Le schème, totalité dynamique et fonctionnelle, doit être formulé finement: « la psychologie cognitive se doit d'identifier des éléments macroscopiques significatifs, permettant des analyses fiables, des différenciations, des filiations. C'est en ce sens qu'il me semble indispensable d'analyser le concept de schème en 4 catégories d'éléments. » (Vergnaud, 1985, p250).</u>

3.2 Les théorie des actes de langage dans une version dialogisée :

Dans l'exemple 1, locuteur HE et Kévin énoncent deux vérités, deux représentations d'un objet culturel du monde mathématique. Pour Kévin le problème en général s'apparente à une histoire d'une personne qui a une somme d'argent et qui se pose une question en relation avec cette somme, c'est évidemment très contextualisé! Pour HE la représentation d'un problème est tout de suite liée à des repères théoriques bien précis comme les nombres et le questionnement. Si on se réfère aux énoncés d'un seul point de vue sémantico-syntaxique on peut penser à deux énoncés monologiques (Manes Gallo et Vernant, 1998, pp2 à 41) qui n'ont pas une grande correspondance et qui en tout cas ne peuvent servir à une intercompréhension entre les deux locuteurs (toute transposition didactique mise à part d'ailleurs !).

Pourtant l'enseignant prend en compte l'assertion de Kévin, il tient pour vrai dans le discours didactique le fait que la croyance ne vaut que vis à vis d'autrui et sur un fond de présupposés et connaissances partagées . Cependant sa proposition tenue pour vraie dans ce contexte n'en est pas moins fausse ! C'est que Kévin ne voulait pas seulement faire partager sa croyance dans le seul but de partager un savoir, mais bien de chercher à obtenir une aide du maître, le but de son assertion est aussi un moyen d'action **pour que le maître coopère avec lui. Il cherche à transformer petit à petit le monde mathématique, ce que ne voit pas le médiateur HE dans cet échange. L'assertion prise aussi comme un acte, mais qui a pour support une proposition, n'est pas un invariant opératoire du schème de l'enseignant HE.**

C'est grâce à la théorie des actes de langage que l'on peut comprendre « que c'est l'articulation organique du rapport aux choses et du rapport aux auditeurs , et plus

spécifiquement de la proposition et de l'assertion , qui constitue la propriété sémantique fondamentale du langage » (Trognon, Brassac, 1998)

Trognon et Kostulski (chercheurs en pragmatique linguistique) écrivent ainsi: « décrire et engendrer des conversations imposent de disposer d'un composant restituant à la fois les aspects actionnels et représentationnels[3] **des énonciations, les composants d'une conversation doivent donc d'une manière ou d'une autre, réfléchir de l'intentionnalité, or la définition de l'acte de langage comme** application d'une force **sur un contenu propositionnel correspond exactement à ce besoin » (Connexions, 1997)**

Pour Searle en effet « il y a une distinction évidente à faire entre le contenu propositionnel...et la force illocutoire avec laquelle ce contenu propositionnel est présenté dans l'acte de langage » (Searle, 1985, p20) d'où la proposition de la notation F(P) où F représente la force illocutoire et P le contenu propositionnel de l'acte de langage

Il donne l'exemple suivant :dans l'acte de langage « je te demande de fermer la porte » P est la proposition représentant l'action de l'auditeur fermant la porte, P représente « l'état de choses ou l'action prédiquée dans l'acte de langage avec une force déterminée » (Searle, 1985, p323)

C'est la force F qui est l'élément fondamental de l'acte de langage en tant que fonction **d'usage de l'énonciation** dans la communication.

Nous retiendrons qu'un énoncé peut avoir un but assertif[4] : on remarque que la catégorisation se fonde sur la direction d'ajustement entre les mots et le monde. Ainsi, le but assertif **« est d'engager la responsabilité du locuteur (à des degrés divers) sur l'existence de l'état des choses, sur la vérité de la proposition exprimée...la direction d'ajustement va des mots au monde, l'état psychologique est la croyance » (Searle, 1982, p52)**

Il est important de préciser que dans notre exemple kévin aussi bien que le maître réalisent aussi un véritable acte social en produisant un énoncé assertif : ils s'impliquent en donnant chacun leur représentation du monde. Un apprenant croit à la vérité de la proposition qu'il énonce ! (Trognon, 1993).

Tout ceci montre que pour appréhender le mécanisme de l'intercompréhension au niveau verbal il faut une théorie qui s'occupe des relations et des contraintes qui existent entre les propriétés mêmes des actes de langage. C'est ce qu'a fait, entre autres, Trognon en énonçant les propriétés de réussite, de satisfaction et de défectuosité d'un acte de langage (1993).

Il a proposé « quelques conjectures » en 1991 sur le mécanisme de l'interaction : il définit dans un premier temps les deux propriétés fondamentales des actes de langage:

_ **un acte de langage est réussi** s'il est pris selon sa force, c'est-à-dire si le but de l'énonciation est atteint sur le contenu propositionnel.
_ **un acte de langage est satisfait** si son contenu propositionnel est vrai; et s'il l'est suivant la direction d'ajustement propre à son but illocutoire.

Ainsi d'une manière succincte, on peut faire une requête d'informations avec l'énoncé « qu'est-ce qu'un problème en mathématique? », l'acte de langage sera réussi si on parvient

---

[3] c'est nous qui soulignons
[4] Searle et Vanderveken (1985) proposent plusieurs types de but, par exemple les assertifs, directifs et promissifs

réellement à avoir une réponse (c'était le but de l'acte de langage précédent), il sera satisfait si l'interlocuteur oriente sa réponse vers une représentation dans le domaine des mathématiques.

La deuxième propriété est particulièrement intéressante en didactique, en effet c'est ce qui fait la distinction entre les assertifs dont la direction d'ajustement va des mots au monde, et les directifs dont la direction d'ajustement va du monde aux mots. Pour les premiers les conditions de satisfaction s'identifient avec les conditions de vérité de leurs contenus propositionnels; cependant rappelons que Searle (1982) précise que ces conditions de vérité sont indexicales, c'est-à-dire tiennent compte du contexte. Pour les seconds les conditions de satisfaction des actes ne sont plus indépendantes de leur accomplissement.

C'est donc dans une version dialogisée des actes de langage que nous accédons au processus d'interprétation de l'interaction verbale, la relation qui existe entre les propriétés des actes illocutoires permet ainsi de mieux cerner l'intentionnalité. Avec Trognon on va passer à un degré important, il écrit : « la version forte de la thèse interactionniste impose que l'émergence des cognitions s'accomplissent dans le cours de l'interaction » (ibid. p20).

Un acte de médiation verbale se fait donc pour nous au sein d'une séquence d'actes, dans l'enchaînement de plusieurs actes de langage. La mise à jour d'actes de médiation verbale impose donc une méthodologie d'analyse pas à pas.

3.2.1 L'acte de langage à but assertif

Revenons à l'exemple n°2, la rupture volontaire initie un acte de langage qui évalue pourtant positivement (21M: oui, j'ai un problème avec les nombres à virgule) la requête de l'élève en 20E. Cela permet dans un premier temps à l'élève de donner du sens à la situation; en tant qu'interlocuteur le médiateur **« peut faire croire que l'intention qu'on lui prête est vraie et remettre à plus tard son intention première ».** Un compromis didactique est donc possible grâce au jeu des relations qui existent entre les actes de langage.

Les élèves sont bien à la recherche des intentions du maître, or celui-ci peut, par un acte de langage, signifier ce qu'il veut bien leur faire croire. Cela dénote certes un type de conduite de l'activité par l'enseignant, on ne peut cependant inférer son comportement qu'à partir d'une proposition qu'il est censé tenir pour vraie dans cette phase du processus de dévolution:

« Il est plus facile d'ouvrir un premier contrat didactique en prenant appui sur des règles d'action que sur les invariants opératoires de l'apprenant »

<u>Il est donc nécessaire de considérer l'énoncé assertif non seulement comme une représentation du monde mais aussi comme un acte social. Il y a donc un double but : celui de faire partager une croyance mais aussi de susciter un comportement de la part de l'auditeur.</u>

4. UN SCHÈME D'INTERACTION VERBALE DIDACTIQUE

4.1 Un contenu en jeu dans une situation-problème

Reposons notre problématique : dès lors qu'un enseignant veut mettre en scène un savoir il le fait au moyen d'une situation-problème. C'est d'une médiation culturelle qu'il s'agit; dans son objectif de transmission de la culture mathématique, l'enseignant-médiateur est celui qui possède le savoir. Il existe donc une asymétrie avec les apprenants qui, eux, ne se trouvent souvent qu'au stade de la recherche des intentions didactiques du médiateur tout au long du déroulement de la séance d'enseignement-apprentissage. Le médiateur se situe à l'interface entre le savoir visé par lui et les apprenants; ceci à travers une situation qu‘il met en place et qui est censée comporter un contenu de connaissance d‘une manière non équivoque.

Seulement il faut que les élèves donnent du sens à la situation visée afin de faire fonctionner les connaissances sous-jacentes à celle-ci et donc apprendre. Si les apprenants ont à leur disposition certaines catégories cognitives pour appréhender cette situation, cela ne suffit pas et l‘enseignant-médiateur doit les aider à en comprendre l‘enjeu. Son intention didactique n‘est pas toujours facile à déceler; pourtant la situation-problème de l‘enseignant-médiateur doit devenir la situation-problème des élèves.

Le médiateur va prendre des décisions qui vont l‘amener à réguler la situation d‘enseignement. Il peut agir en faisant des hypothèses sur le fonctionnement cognitif des apprenants. Il construit ainsi des connaissances-en-acte de médiateur, qui lui permettent une saisie pertinente des informations dans l‘interaction.

4.2 Une médiation qui se fait dans une large mesure par l'intermédiaire du langage.

Pour ce faire la communication devient nécessaire et nous pensons que le langage a un rôle fondamental. C‘est là que nous plaçons une compétence spécifique de l‘enseignant: il doit avoir en effet, des savoirs de référence qui concernent non seulement la relation didactique mais aussi la communication verbale. Ce n‘est pas une compétence de communication ordinaire mais bien une compétence professionnelle, en relation avec une intention de connaissances par l‘intermédiaire de la résolution de problèmes. L‘enseignant va certes utiliser son savoir communicationnel de tous les jours pour élaborer à terme des schèmes spécifiques, qui tiennent compte de la situation professionnelle dans laquelle il se trouve. Ce langage « opératif » va ainsi se distinguer du langage courant et posséder ses règles propres de fonctionnement.

4.3 L'existence d'un schème d'interaction verbale didactique.

Nous pensons qu'avec l'expérience l'enseignant apprend son rôle de médiateur en élaborant un schème d'interaction verbale didactique. Il acquiert ainsi des connaissances discursives spécifiques à sa situation professionnelle. Tout au long de sa carrière ses connaissances en communication didactique vont se transformer parce qu'il va devoir s'adapter à des situations d'enseignement nouvelles. C'est d'ailleurs pour Vergnaud un véritable processus d'élaboration pragmatique qui est à l'origine de la professionnalisation; ainsi le « sens médiationnel » s'acquiert à travers des situations d'apprentissage et des problèmes rencontrés avec les élèves. Pour l'enseignant, c'est un processus par filiation, car les situations rencontrées ne sont pas toujours entièrement nouvelles, et c'est donc la transformation des concepts anciens sur l'enseignement-apprentissage qui les rendra opérationnels dans l'action. Des connaisances-en-acte vont caractériser l'expertise des enseignants en tant que médiateurs-locuteurs. La communication didactique devient ainsi une véritable compétence professionnelle dans le sens où elle est quasiment l'action professionnelle elle-même.

4.4 Caractériser les différentes phases du processus de dévolution à partir d'actes de médiation verbale.

L‘intercompréhension entre des énonciateurs, dans une séance d‘enseignement-apprentissage, est soumise à des contraintes illocutoires spécifiques. Au fur et à mesure des relations se créent entre les actes de langage eux-mêmes; nous savons avec Trognon qu‘ils sont de l‘ordre de la réussite, de la satisfaction et de la défectuosité. Il se produit au fur et à mesure de l'enchaînement conversationnel un effet communicationnel; des échanges verbaux font émerger des cognitions qui visent à donner du sens à la situation-problème.

Nous pensons que certaines suites d'actes de langage forment des unités cohérentes, ce sont des actes de médiation et d'interaction verbale. Nous proposons de caractériser un acte de médiation verbale comme l'interaction entre plusieurs actes de langage, générés par un médiateur et des apprenants. Dans notre travail des séquences d'actes de langage ont un lien et conduisent à l'émergence d'une cognition dans une même unité. C'est le lien qui se crée entre les actes de langage qui permet une intercompréhension entre les locuteurs; c'est la cognition qui émerge de l'unité verbale didactique qui permet une référence cognitive partagée entre le médiateur et les apprenants.

Les unités qui servent un même but sont caractéristiques de différentes phases dans le processus de dévolution. Nous avons donc caractérisé quatre phases par l'intermédiaire des unités verbales didactiques qui les fondent :

- **une ouverture** d'un premier contrat didactique
- **la dévolution de l'objet didactique** avec extraction de variables pertinentes
- **la dévolution de la tâche** avec demande d'actions dans une structure didactique supposée partagée
- **une phase de réajustement**.

Nous partons de l'hypothèse suivante: le médiateur a une intention didactique au départ mais c'est dans l'échange verbal avec les apprenants que se construit réellement le sens de la situation et du contenu de connaissance visé, sens qui n'est certainement pas en totale adéquation avec son intention première.

Notre problématique se trouve ainsi dans le fait que, si l'intention du médiateur est bien de faire fonctionner certaines connaissances sous-jacentes à une situation, il se trouve néanmoins confronté à des contraintes illocutoires dues au fonctionnement même de l'interaction verbale: interaction verbale qui pourtant permet l'intercompréhension avec les apprenants. Quel type de compromis peut-il trouver entre son intention didactique et les contraintes liées au fonctionnement des actes de langage? Quelles sont les caractéristiques de la médiation verbale dans le processus de dévolution?

Nous tentons d'objectiver la médiation par la mise à jour d'actes de médiation verbale. C'est grâce aux inférences permises par l'analyse de l'interaction langagière, une analyse pas à pas, que des règles d'action et de contrôle générant le discours et le contrat didactiques sont mises à jour. Elles forment la partie générative du schème d'interaction verbale didactique dont les fondements épistémiques sont des propositions tenues pour vraies par les enseignants, ceci dans l'action même. Nous pensons que seule une analyse microscopique de l'enchaînement des actes de langage peut permettre de rendre compte des conduites médiationnelles et de faire émerger les cognitions qui en sont le résultat.

Nous considérons certains échanges verbaux, comme de véritables **négociations de sens** entre protagonistes, qui aboutissent à une représentation partiellement partagée et pouvant être ainsi caractérisée par une unité possédant une cohérence didactique.

Le médiateur, en tant que locuteur, intervient avec ses représentations et ses intentions, en permettant aux apprenants de prendre position, c'est-à-dire d'exprimer à leur tour leurs représentations des intentions du médiateur.

Ce sont les connaissances-en-acte, partie épistémique du schème d'interaction verbale didactique du médiateur, qui vont lui permettre de gérer à la fois les contraintes relationnelles des actes de langage et l'établissement du contrat didactique. C'est la mise à jour des règles d'action et de contrôle de la médiation verbale et des propositions tenues pour vraies dans les choix effectués par les médiateurs en action qui vont permettre de comprendre les comportements médiationnels mis en jeu dans le processus de dévolution.

5. EXEMPLE D'ANALYSE CONCERNANT LA PRISE EN COMPTE DE L'ACTE ASSERTIF : UN EXTRAIT DU PROTOCOLE SA1

Nous pensons que la méthodologie de l'analyse pas à pas est très pertinente pour refléter le processus dynamique de dévolution, et pour inférer l'intentionnalité de l'enseignant. Le lecteur peut trouver ici un exemple qui peut paraître un peu technique mais qui étaye d'une manière scientifique notre synthèse de réflexion.[5]

une conduite interlocutoire où la valeur donnée à l'assertif provoque une illusion didactique

Après la dévolution de la situation qui correspond à l'appréhension des objets et celle de la situation-tâche, certains médiateurs utilisent une phase intermédiaire entre le processus de dévolution et le processus d'institutionnalisation. En effet ils peuvent constater qu'un obstacle épistémique a empêché les apprenants d'effectuer la tâche; la situation-problème risque même de ne pas être « vue » par l'apprenant, qui sans l'aide du médiateur passera à côté en trouvant une réponse personnelle, de toutes façons, au problème posé par la tâche. On le sait, il y a toujours une réponse de l'apprenant à la situation-tâche même s'il n'y a pas un grand rapport avec la situation-problème visée par l'enseignant.

C'est une phase où les décisions du médiateur sont très incertaines car seule l'issue de chaque unité verbale permettra soit de considérer qu'il peut commencer le processus d'institutionnalisation, soit de faire des réajustements.

Nous sommes en effet à la fin du processus de dévolution, le jeu didactique va consister maintenant en une révélation par le médiateur de critères de validité.

Si la dévolution a réussi, les apprenants devront se dégager du contexte. il s'agira alors pour le médiateur de montrer ce qui est du domaine de la culture mathématique, du savoir actuel selon ses propres représentations épistémiques.

Si les apprenants ne peuvent sortir du contexte et que le médiateur est obligé de revenir sur des institutionnalisations locales par le jeu de contrats didactiques, c'est que nous sommes encore dans un processus de dévolution.

C'est donc bien d'une phase et non d'une situation dont il s'agit, aussi l'enseignant pourra-t-il continuer à dévoluer son problème. **« La tâche est considérée comme une situation qui s'ajoute à d'autres pour atteindre enfin la situation qui comporte le problème visé »**, ce sera le principe tenu pour vrai qui génère l'apparition de cette phase.

Dans l'extrait considéré le médiateur SA est débutant, sa classe est composée de 25 élèves de 8 à 9 ans. Elle demande aux apprenants de trouver une méthode pour comparer des figures géométriques sur une surface quadrillée. Nous sommes dans la quatrième phase du processus de dévolution, **ce n'est d'ailleurs qu'à la fin des échanges que nous avons pu caractériser cette phase**, à première vue elle peut faire penser à un début d'institutionnalisation. N'oublions pas que nous avons défini l'interaction verbale comme une négociation dont

[5] le lecteur peut s'adresser à l'auteur pour plus ample information sur l'analyse des actes de langage et sur les résultats de sa recherche.

l'intention première peut changer, c'est bien une adaptation à la situation que permet le schème de l'enseignant. C'est donc dans le décours de l'interaction que se joue le compromis didactique.

extrait de SA1 UC7 (unité complexe 7)

M1: qui peut proposer quelque chose? Fazia

Fazia: une multiplication

M2: qu'est-ce que tu veux multiplier?
Fazia: et bien déjà il faut mesurer les parties à l'intérieur
M3: ah! alors il faut mesurer les parties à l'intérieur...tu mesures quoi?...qu'est-ce que tu vas mesurer il faut être précis
Fazia: il faut...
M4: viens prends ta règle et montre-nous ce que tu ferais toi...
M5: Victor tu écoutes s'il te plaît
(Fazia mesure les côtés des pièces)
M6: comment tu peux mesurer l'intérieur
Fazia: ben d'abord on prend un truc comme ça, pas sans les bords
M7: pas sans les bords oui!
Fazia: on peut mesurer...
M8: si tu mesures , admettons que tu mesures la longueur et la largeur, tu prends au milieu, tu peux pas..; si tu mesures les pièces tu prends sur les bords , les côtés, c'est pas bon!

Pour répondre à la demande du médiateur Fazia utilise des assertifs, elle va ainsi tenter de décrire le monde en produisant des énoncés ; rappelons qu'en analyse illocutoire on dit que la direction d'ajustement va « des mots aux choses ». Le médiateur, en tant qu'interlocuteur, est très attentif à cette tentative d'ajustement de l'apprenant. C'est grâce à la réponse de Fazia qu'il va savoir si son acte de langage est réussi, c'est-à-dire en fait, si Fazia a compris son intention didactique.

Par contre ce sera par la satisfaction de son acte qu'il accédera à l'interprétation de l'élève dans le contexte.

Ici pour que l'assertion de Fazia « une multiplication » soit vraie il faut que le monde « mathématique » soit tel que l'auditeur Fazia le décrit. Ainsi une assertion est vraie si le monde est tel que le locuteur le décrit dans le contexte de l'énonciation. L'intervention réactive de SA en M2 place Fazia dans des difficultés d'ajustement de son énonciation par rapport à une figure géométrique qui est dessinée au tableau.

Nous sommes dans un processus d'interprétation interactif où le médiateur évalue dans un troisième mouvement la réponse de l'apprenant: ainsi en M3 l'interprétation didactique va conduire à une demande de justification « qu'est-ce que tu vas mesurer, il faut être précis ».

Fazia va essayer de répondre mais elle ne dispose pas à ce moment-là de connaissances précises. Pourtant en M4 et en M6 le locuteur SA prend en charge l'intention de l'élève Fazia, mais continue l'interaction avec une requête actuellement impossible à satisfaire. Cela va se traduire par l'utilisation de mots vagues comme « truc, ça » et par une forme syntaxique raccourcie et ambiguë « pas sans les bords »

Le médiateur, en M8 va jusqu'à démontrer qu'on ne peut pas mesurer « au milieu » alors que le théorème mathématique avec « la longueur et la largeur » existe bien! Cette intervention réactive et fortement évaluative de celui qui possède le savoir est une façon de montrer que l'intention didactique n'est pas comprise. En effet SA attend que les apprenants mesurent les surfaces avec le carreau pour unité d'aire !

Que s'est-il passé ? Comme dans le protocole sur le vélo, Fazia a compris la requête d'information du locuteur SA en M1 à un niveau modal. C'est que pour un locuteur les verbes pouvoir et proposer sont pertinents en tant que stimuli d'interprétation de l'énoncé !

Les hypothèses que fait Fazia sur l'énoncé M1 provoque donc une modalisation de ses propres énoncés.

Dans le jeu interlocutoire entre l'apprenant et le médiateur, SA va couper les interventions de Fazia, qui sont des assertions qu'elle suppose vraies (des interventions qui sont pourtant du type modalisateur comme en témoigne l'attitude du locuteur vis-à-vis du contenu), en relançant l'échange verbal par une prise en compte d'assertions vraies donc vérifiables (énoncés M3, M4, M6). L'enseignante, en tant qu'interactant fait comme si elle échangeait sur le posé et non sur le présupposé. Elle coupe ainsi la co-construction cognitive possible avec Fazia et montre d'une manière ostensible, par dénégation avec l'acte de langage M8, son attente didactique : « tu prends au milieu, tu peux pas ».

6. CONCLUSION

L'exemple de la prise en compte illocutoire de l'assertion, et de son usage, montre certaines des connaissances verbales des enseignants. Quand cela intervient dans une situation verbale professionnelle, dans un décours d'une activité de dévolution, nous pouvons parler de véritable compétence ; c'est une connaissance-en-acte pas toujours consciente d'ailleurs!

La distinction que la pragmatique impose à l'énoncé assertif est à deux niveaux de vérité : la composante représentationnelle, et ainsi on touche à la véracité de l'énoncé assertif, mais aussi une composante actionnelle de l'acte illocutoire qui permet d'aboutir à un accord mutuel entre l'enseignant et les apprenants.

Au niveau didactique l'enseignant peut donc faire des choix tout au long du jeu verbal avec ses élèves, nous pouvons inférer l'existence d'un schème d'interaction verbale didactique dont la partie épistémique sera des propositions tenues pour vraies par l'enseignant dans l'activité et la partie générative les actes de langage.

La méthodologie d'analyse pas à pas, microscopique pour être en accord avec la théorie interactionniste, permet de révéler, par défaut certes, l'intentionnalité du médiateur.

Cela a d'ailleurs permis au-delà des exemples de cet article la catégorisation de quatre phases possibles dans le processus de dévolution d'une situation-problème[6].

Nous pensons, bien sûr, que les contraintes d'analyse imposent une sélection des actes de médiation à étudier. Il existe donc des catégories d'actes de langage spécifiques à la dévolution que les enseignants doivent connaître. C'est la prise de conscience de leurs propres invariants qui permettront aux enseignants-locuteurs de modifier leur comportement dans les phénomènes de dévolution.

On comprend bien que nous essayons de passer de la problématique classique d'une éventuelle réussite ou défectuosité de la dévolution à celle d'une capitalisation des connaissances-en-acte des enseignants. Ces compétences ne sont, en effet, pas assez questionnées en formation des enseignants alors que cela interrogerait sur les possibilités et les limites des conduites interlocutoires employées dans des situations aussi primordiales que celles de la dévolution d'un problème

[6] Voir thèse « Interactions verbales dans le processus de dévolution », Zaragosa S. (2000) sous la direction de Vergnaud G.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

Austin J. (1969) Quand dire c'est faire. Paris. Edition du Seuil.

Bakhtine M. (1927, trad. française 1977) Le marxisme et la philosophie du langage, essai de la méthode sociologique et linguistique. Paris , Minuit.

Bange P. (1987) L'analyse des interactions verbales: la dame de Caluire, une consultation. Peter Lang, Berne

Brousseau G. (1986) Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, Recherches en didactique des mathématiques vol. 7 n°2 pp. 33-115. ., Grenoble La pensée sauvage

Grusenmeyer C., Trognon A. (1995) L'analyse interactive des échanges verbaux en situation de travail coopératif: l'exemple de la relève de poste. Connexions.

Kerbrat-Orecchioni C. (1990). Les interactions verbales T.1. Paris. Colin

Kerbrat-Orecchioni C. (1992). Les interactions verbales T.2. Paris . Colin

Manes Gallo M.C. et Vernant D. (1998) « Pour une réévaluation pragmatique de l'assertion » dans Psychologie de l'interaction n°5-6, L'Harmattan.

Piaget J. (1967) La psychologie de l'intelligence, A.Colin, Paris

Roulet E. et al. (1985) L'articulation du discours en français contemporain Peter Lang, Berne, (deuxième édition 1987)

Searle J. (1982) Sens et expression. Paris Minuit

Searle J. (1985) L'intentionnalité Paris Minuit

Searle J., Vanderveken D. (1985) Foundations of illocutionary logic. Cambridge, Cambridge University Press

Sperber J. et Wilson D. (1986) Relevance. Communication and Cognition (trad. française (1989) : « La pertinence. Communication et Cognition ». Paris, Minuit.

Trognon A., Brassac C. (1988) « Actes de langage et conversation ». Intellectica 6, 2, pp 211-232

Trognon A. (1991)« L'interaction en général: sujets, groupes, cognitions, représentations sociales » Connexions, 57, pp 9-27

Trognon A., Ghiglione R. (1993) Où va la pragmatique ? Grenoble PUG

Trognon A., Kotulski (1997) L'analyse de l'interaction en psychologie des groupes : économie interne et dynamique des phénomènes groupaux. Connexions, 68, érès.

Trognon A., Brassac C. (1998) « Pourquoi mettre l'assertion en débat ? » dans Psychologie de l'interaction n°5-6, L'Harmattan.

Trognon A. (1999) « Eléments d'analyse interlocutoire » dans Apprendre dans l'interaction. Gilly M., Roux J.P.; Chapitre 2, pp 69-94 P.U.Nancy

Vanderveken D. (1985) Les actes de discours , Mardaga, Bruxelles.

Vergnaud G. (1985) Concepts et schèmes dans une théorie opératoire de la représentation, in « les représentations » Psychologie française, tome 30

Vergnaud G. (1990a) la théorie des champs conceptuels. Recherche en Didactique des Mathématiques, 10,2/3, pp 133-170

Vergnaud G.(1990b) Développement et fonctionnement cognitifs. P.U.F.

Vergnaud G. (1994) Le rôle de l'enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel, in Recherches en Didactique des Mathématiques, n°30, pp 177-191

Vergnaud G. Introduction au dossier « Compétences. Performances humaines et techniques, 75/76, pp 7-12

Vygotski L.S. (1934) Pensée et langage (trad.Françoise.Sève en 1985) Paris, édition sociale

Communication D5

DIFFUSION DES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES VERS LA FORMATION DES ENSEIGNANTS.

Joël BRIAND, Marie-Hélène SALIN
IUFM d'Aquitaine
Laboratoire DAEST Université Bordeaux 2
Place de la Victoire 33000 Bordeaux
tel : 33(0)557 571 926

Résumé :
La diffusion des résultats de la recherche, tant auprès des jeunes professeurs que des nouveaux formateurs recrutés à l'IUFM pose un certain nombre de questions :

- quelles sont les spécificités d'une recherche scientifique par rapport à des recherches documentaires et à des recherches-actions?
- que peut elle apporter à l'organisation des curricula scolaires, à l'ingénierie ou à la pratique professionnelle ?
- que peuvent en attendre les professeurs ?

Nous nous sommes intéressés à différents modes de médiation et commençons à analyser leur effectivité

- sur l'appropriation des résultats de la recherche en didactique par les formateurs,
- sur les formations dispensées par les formateurs,
- sur les pratiques d'enseignement des formés.

La première partie de la recherche a consisté à construire un CD-ROM de formation. C'est ce CD-ROM que nous présentons.

1. INTRODUCTION

- De 1995 à 1998, nous avons conduit chaque année un stage national de formateurs en IUFM sur l'enseignement des mathématiques à l'école maternelle.

♦ Nous partions du constat suivant :

- L'enseignant d'école maternelle dispose actuellement de situations au cours desquelles les élèves peuvent réaliser des apprentissages mathématiques. Ces situations peuvent se classer en diverses catégories, selon leur type d'insertion dans la vie de la classe.

- situations fonctionnelles : celles dans lesquelles l'enseignant propose à certains élèves, à tour de rôle, la prise en charge des aspects mathématiques d'une situation liée au fonctionnement général de la classe ou au fonctionnement d'une autre activité. Par exemple, la distribution de matériels, la préparation des jeux de société, etc.
- ateliers de jeux de société, de construction, etc.
- situations d'enseignement, construites par l'enseignant pour permettre à ses élèves de s'approprier telle ou telle connaissance.

Dans la plupart de ces trois familles de situations, on peut dire que l'apprentissage se fait **par familiarisation** : l'enfant comprend le problème et fait comme le lui montre ou lui explique quelqu'un de plus avancé : l'enseignant ou un autre élève. Il apprendra le plus souvent par imitation.

Nous pensons que cette forme de rapport au savoir n'est pas suffisante. Il ne faut pas différer d'autres types de rapports aux savoirs qui peuvent s'acquérir tôt, mais qui, faute de ne pas avoir été approchés précocément, s'installeront avec difficulté plus tard. Sans exclure les types d'activités cités, nous pensions déterminant de diffuser une grande partie du travail issu des recherches en théorie des situations, en particulier de faire partager une réflexion sur une autre catégorie de situations d'enseignement : **les situations d'apprentissage par adaptation.**

Ce cadre de travail essentiellement issu de la théorie des situations, consiste, dans un premier temps, à se poser la question : "de quels problèmes la connaissance visée est-elle le meilleur outil de résolution ?" ou "dans quelles situations cette connaissance est-elle nécessairement mobilisée ?" et d'une certaine manière à "représenter" cette connaissance par ces situations, que l'on peut qualifier de non didactiques c'est à dire spécifiques d'un savoir, mais ne comportant pas d'intention d'enseigner.

- La deuxième étape consiste à rechercher comment transformer l'un de ces problèmes pour en faire le noyau d'une situation didactique, adaptée à l'âge, aux connaissances et aux intérêts des élèves concernés.

♦ Questions rencontrées

- Il s'agissait de nous appuyer sur des recherches auxquelles nous avions participé de près, ou, du moins, que nous connaissions assez bien.
- Les équipes travaillant à l'école Jules Michelet avaient souvent rédigé des textes « intermédiaires » entre la recherche et la formation, mais nous ressentions le besoin d'une organisation. C'était aussi une demande émanant des stagiaires.
- Nous avions déjà des résultats empiriques relatifs aux transpositions qui pouvaient ou non s'effectuer (travail avec des maîtres formateurs, avec des PE2, etc.).

Or, du point de vue de la formation des enseignants, les conditions d'appropriation de ces situations ne sont pas étudiées. Si des structures de formation rapprochées des lieux de la recherche peuvent répondre partiellement à cette transposition contrôlée, cela reste marginal et dépendant de personnes ayant à la fois participé aux conceptions et réalisations des ingénieries (chercheurs, enseignants concernés, autres observateurs).

- Il s'agissait alors de prendre comme objet de recherche l'étude des « conditions de diffusion des recherches en didactique des mathématiques dans le milieu enseignant ».

- Petit à petit, nous avons fait le projet d'explorer les nouvelles possibilités qu'offrent les outils multi-média pour répondre à cette demande et d'en faire alors un objet d'étude. Notre expérience de l'élaboration de logiciels nous permettait
    - d'évaluer autant que faire se peut la difficulté de réalisation technique,
    - de prendre conscience de la nécessité, pour la didactique des mathématiques d'explorer ces nouveaux « milieux » de formation.

♦ La recherche elle même.

- Lorsqu'en 1999, l'INRP a proposé que des IUFM et des laboratoires de sciences de l'éducation se portent candidat sur un appel à collaboration sur «Transfert et appropriation des résultats de la recherche : une approche centrée sur le travail des acteurs de l'éducation (résultats de la recherche et contenus d'enseignement) », L'IUFM/DAEST a présenté un projet initial concernant trois domaines : la didactique des mathématiques, les sciences et vie de la terre, la technologie, libellé ainsi :

> *« Il s'agit alors d'étudier la question des conditions de l'utilisation des résultats des recherches en didactique des sciences dans la formation des professeurs et des formateurs. En effet, ces recherches ont permis de faire progresser les connaissances relatives aux processus d'apprentissage. La prise en compte de ces résultats dans la formation des professeurs est un objet d'étude de la didactique.*
> *La diffusion des résultats de la recherche, tant auprès des jeunes professeurs que des nouveaux formateurs recrutés à l'IUFM pose un certain nombre de questions :*
> *- quelles sont les spécificités d'une recherche scientifique par rapport à des recherches documentaires et à des recherches-actions?*
> *- que peut elle apporter à l'organisation des curricula scolaires, à l'ingénierie ou à la pratique professionnelle ?*
> *- que peuvent en attendre les professeurs ?*
> *On s'intéressera à différents modes de médiation et on analysera leur effectivité*
> *- sur l'appropriation des résultats de la recherche en didactique par les formateurs,*
> *- sur les formations dispensées par les formateurs,*
> *- sur les pratiques d'enseignement des formés. »*

En mathématiques, notre recherche s'est donc inscrite dans le projet de construire des outils de formation qui puissent présenter les appuis théoriques, les apports des premières expérimentations et les organisations curriculaires abouties, ceci afin d'entretenir, dans la formation, une liaison théorie-pratique professionnelle[1]. Pour les raisons déjà évoquées, nous avons axé notre projet vers les mathématiques à l'école maternelle.

Nous avons, dans une première étape, construit un support multi-média de formation dont nous voulons ensuite étudier l'utilisation, avec appui d'un tuteur ou en autonomie, qu'elle s'adresse à un enseignant ou à un formateur d'enseignants, et les effets.

2. PROBLÉMATIQUE :

Il s'agit donc de déterminer

- **quels type d'objets doivent être montrés dans un outil multi-média ?, quels liens établir entre eux ?**
- **quelles stratégies de formation peuvent être observées par mise à disposition de cet outil multi-média auprès des enseignants et des formateurs,**
- **quels sont les effets de ces formations (effet de modèle, appropriation),**
- **les situations d'enseignement mises au point en tant qu'ingénieries de recherche peuvent elles être génératrices de situations adaptées aux conditions usuelles d'enseignement**
- **quels sont les savoirs didactiques à transmettre et à quelles conditions les enseignants de mathématiques peuvent-ils les acquérir ?**

[1] Le conseil régional d'Aquitaine, faisant appel au comité consultatif régional de la recherche et du développement technologique[1] affirme : « le lien entre la formation des enseignants et la recherche est pratiquement inexistant en France ». Ce propos doit être moduler selon les secteurs de l'éducation.

3. MÉTHODOLOGIE

- La méthodologie de réalisation du CÉDÉROM a été décrite ailleurs.[2]

- La méthodologie pour l'étude de la mise en œuvre de l'outil multi-média en situation de formation a consisté à prévoir des observations pendant la lecture du cédérome, en présence d'un tuteur concepteur ou non du produit, ou en autonomie, avec des PE ou enseignants ayant des connaissances différentes des travaux en didactique des mathématiques. (Voir détails plus loin).

4. NOS CHOIX DANS LA CONCEPTION DU CÉDÉROM

♦ Principes généraux

Nous avons recensé les objets « à montrer » :

- Séquences vidéo brèves qui nécessitent des montages très « serrés »,
- Apport de textes nombreux liés aux recherches associées au COREM,
- Rapprochement des modules de situations (souvent directement issus de la recherche) de l'organisation proposée dans les programmes officiels,
- Questionnement du lecteur,
- Travaux de jeunes enseignants en formation,
- Outils de l'enseignant et décisions pédagogiques qu'il est amené à prendre.

♦ Pour cela, nous avons opté pour une triple entrée :

- Une entrée par les situations :

Il s'agit de communiquer aux enseignants en formation cette conception[3] selon laquelle les mathématiques ne sont pas vues comme un ensemble de vérités instituées qu'il faut connaître et appliquer mais comme des instruments de contrôle des situations.
L'équipe travaillant autour de l'école Jules Michelet maternelle a réuni un ensemble de données (articles, photos, vidéos) relatives à des situations de l'école maternelle.

- Une entrée par les programmes et les compétences (cf programmes de 1995)

Il s'agit de lier le travail de recherche des dix dernières années et la demande institutionnelle. Ainsi, l'enseignant en formation pourra, à partir de cette entrée :

- s'assurer des savoirs mis en jeu dans chacune des situations proposées,
- mais aussi comprendre, c'est du moins notre souhait, comment le savoir visé dans les situations que nous avons construites, s'élabore.
- ne pas rejeter, pour cela, les activités plus habituelles (apprentissage par familiarisation) qui ont elles aussi leur utilité (sociale, construction de certaines formes de savoirs.)
- faire partager une nécessaire interrogation sur les organisation curriculaires4.

---

[2] [voir CR d'activité 1999 et 2000 du groupe de recherche. Les difficultés techniques ont mobilisé une bonne partie du temps de la première année. La mise à disposition de Sophie Guichard (jeune docteur) et de Jean Louis Camin (audio-visuel, compression des images a permis que ce projet se réalise. Il s'agissait, d'une part d'utiliser des bandes vidéo qui n'avaient pas été tournées a priori pour de la formation d'enseignants, d'autre part de bâtire des montages courts plus proches du clip vidéo que du film]

[3] voir Brousseau : « théorie des situations didactiques » La pensée sauvage .

4 S'intéresser à la didactique des mathématiques c'est accepter des questionnements sur les organisations curriculaires : " on est parfois tenté de considérer que, dans la théorie des situations, la

- Une entrée par les outils de l'enseignant :

- Rappel des caractéristiques essentielles de ces situations,
- Informations sur l'organisation des modules,
- Renvoi à quelques textes et documents de référence dans la partie : « Vous avez dit didactique ? »,
- Collection d'un ensemble de textes d'appui,
- Construction d'une bibliographie,
- Construction d'un glossaire
- Analyse des rôles du professeur,
- Réflexion sur l'organisation de la classe,
- Réflexion sur la communication avec les parents.

5. PREMIERE ANALYSE A PRIORI

♦ Écueils, objections possibles :

Une conception applicationiste de la didactique conduirait à penser qu'il suffit d'énoncer les résultats de recherches pour que des enseignants puissent les mettre en œuvre. Cela renvoie à une utilisation modélisante des situations.

♦ Intérêt

Les travaux de recherche conduits à l'école maternelle illustrent ce que Yves Chevallard [5]déclare : « Le principe théorique selon lequel les connaissances mathématiques peuvent se décrire à l'aide de situations fondamentales doit permettre de construire des « modèles locaux » des différents contenus mathématiques à enseigner afin de mettre en évidence les conditions de diffusion des connaissances qui leur sont associées ». Nous pouvons alors, dans une optique de formation :

- faire mesurer les liens et les distorsions entre les situations d'apprentissage par adaptation et les textes officiels, du point de vue de l'organisation.
- connecter les modules avec des textes de natures différentes (théoriques, professionnels, etc.)

La structure du CD-ROM permet aussi de poser des questions ouvertes à l'enseignant en formation sur la base d'une situation clairement définie et sur laquelle il peut revenir de plusieurs façons, ce qui est rarement le cas dans une formation utilisant d'autres supports.

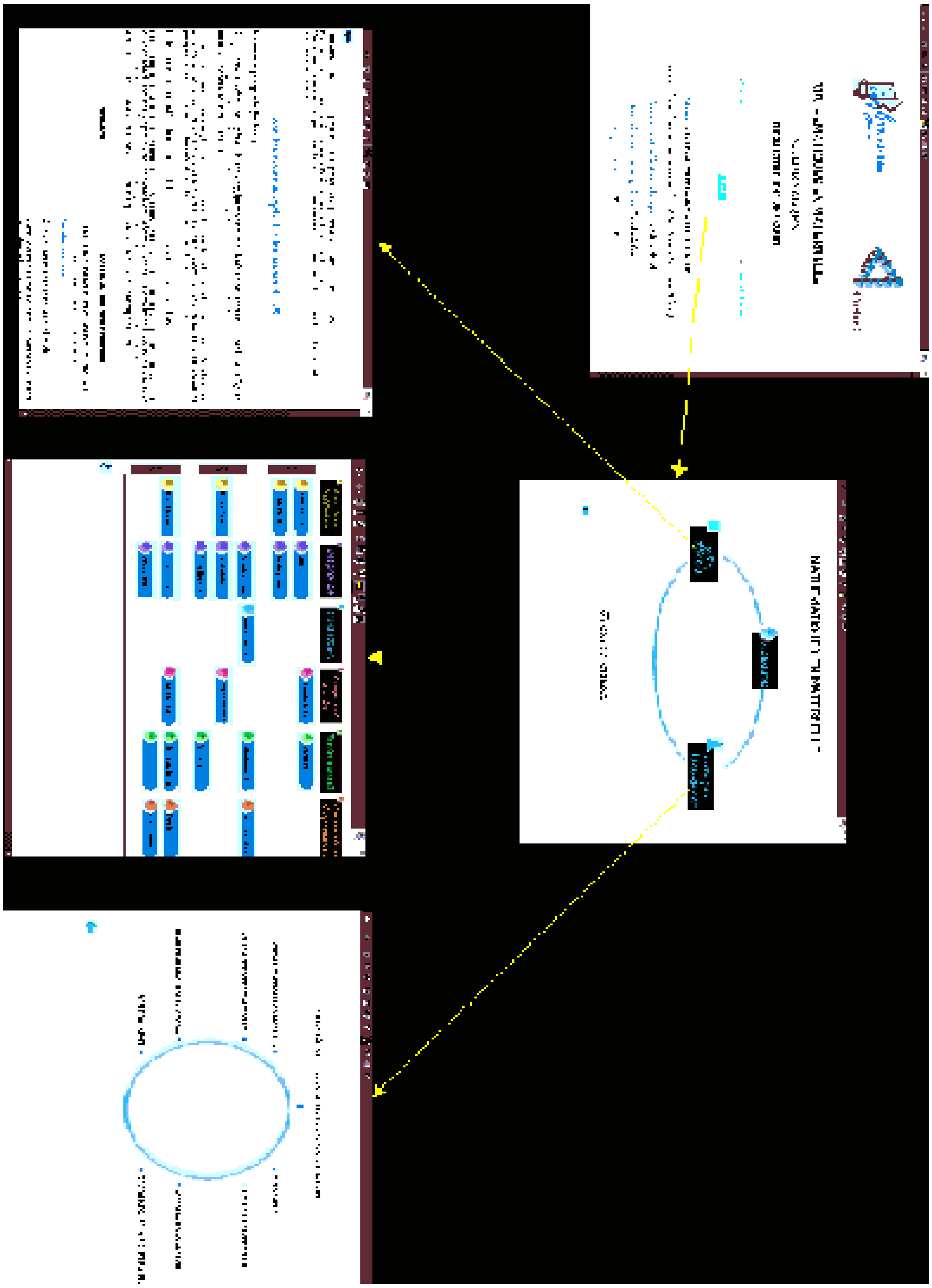
---

notion de situation fondamentale, sert, avant tout à décrire et à fabriquer des situations d'enseignement, voire d'enseignement scolaire dans la classe. On oublie alors que cette notion constitue aussi - et surtout- l'instrument clé que propose cette théorie pour caractériser les connaissances mathématiques […] qu'elles soient reconnues ou qu'elles soient implicites et ne puissent apparaître qu'en acte. ". [Chevallard 1999 p.80-81].

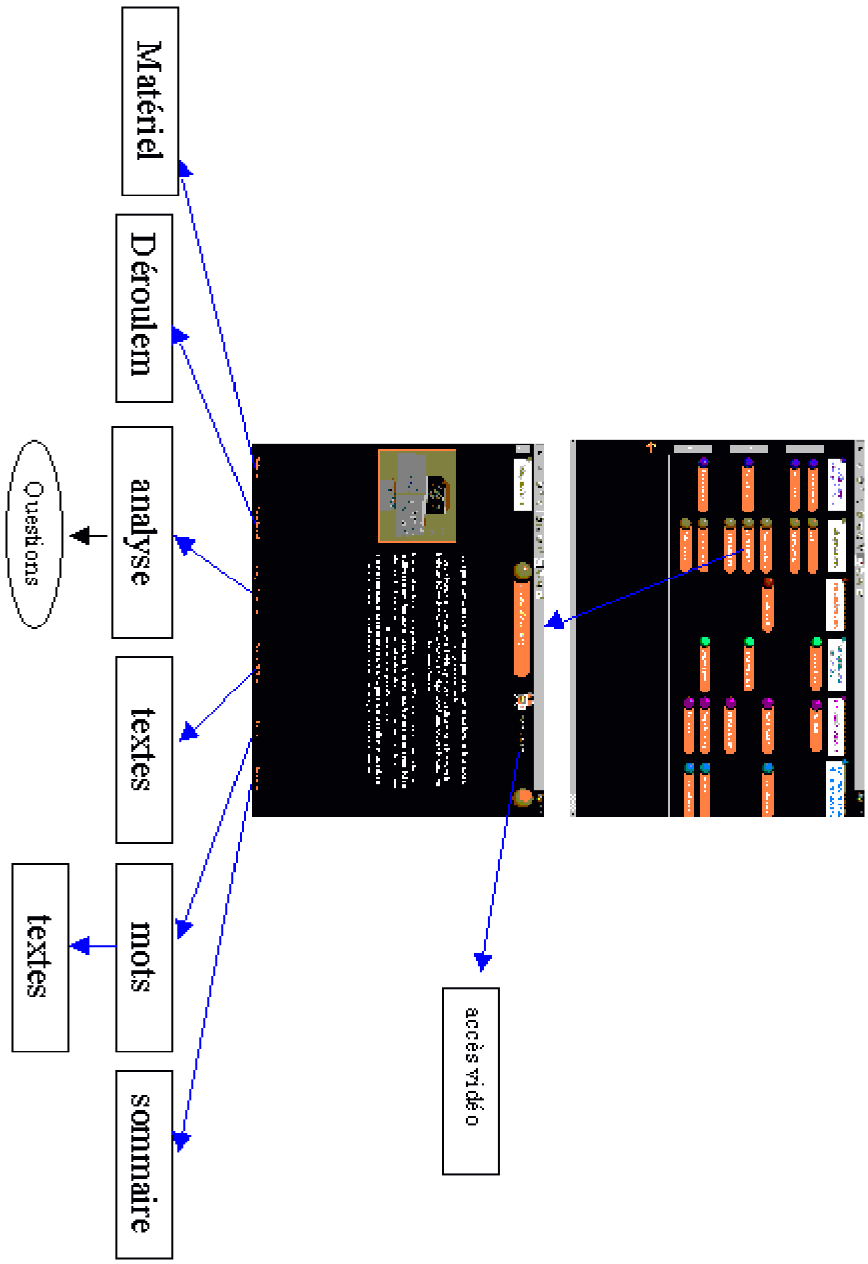
[5] Chevallard RDM 1999 vol 19/1 p.81.

6. APERÇU DE LA STRUCTURE DU CÉDÉROM

♦ **Entrée :**



- **Un module (parmi les 23)**



♦ LE CD en quelques chiffres

22 modules, 29 questions, 160 photos, 22 vidéos, 10 +2 textes d'appui.

Nom du Module	nbre de questions	indication évaluation	nbre de photos	nbre de vidéos	vidéos				
					consigne	atelier	activité	validation	débat
valise de toutou	1		6						
tri de graines	1		6	1		x	x	x	
sac de trésor	1		6	1			x		
boîte du trésor	1		5						
la moufle		oui	8	1	x				
jeu des photos	1	oui	4	1	x		x	x	
boîtes de couleur	1	oui	7	1			x	x	
jeu listes 1		oui	3	1			x	x	
boîtes identiques	2	oui	5	1			x		
jeu de listes 2	2	oui	7	1			x		
code commun			6	1					x
boîtes d'allumettes	1		20	4	x	x	x	x	x
respectez la file 1			10	1			x	x	
respectez la file 2	1		6						
boîtes en ligne	1		9	1	x			x	
les voyageurs			5						
mise du couvert	2	oui	5						
voitures et garages	3	oui	6	4	x	x	x	x	x
respectez le rang	2	oui	6						
le bon panier	3		8	2	x		x		
sapins trapèzes	2		6						
escaliers	2		9						
sapins disques	2		6	1	x		x	x	

♦ **Les vidéos**

	nb vidéo	Poids vidéoen Mo	Durée vidéo en sec	texte sous logo vidéo
Valise de toutou	non			
Tris de graines	1	9.93	59	Mise en atelier, activité et validation
sac de trésors	1	9,9	56	activité collective
Boite du trésor	non			
moufle	1	10.2	61	consigne collective
Jeu des photos	1	12.7	76	consigne activité et validation
Boites de couleurs	1	8.71	52	validation et activité
Jeu de listes 1	1	9.45	56	Activité et validation
Boites identiques	1	7.27	43	activité
Jeu des liste 2	1	22.1	133	activité
Code commun	1	17	102	amorce de débat
Boites allumettes	2	11.8 + 6,4	71+38	consigne, activité-validation, 2° essai, activité collective.
Repectez la file 1	non	20.2	122	activités, validation
Repectez la file 2	non			
Boîtes en ligne	1	17.1+5,75	103+34	consigne, validation
Voyageurs	non			
mise du couvert	non			
Voitures et garages	2	9.67+31,5+14,2 + 15	58+189+85+90	situation1
Respectez le rang	non			
Bon panier	2	18,8+12,4	113+74	situation1, 2, 3et4, atelier.
Sapins trapèze	non			
Escalier	non			
Sapins disques	1	20	119	consigne, activité-validation,

♦ Questions posées en « analyse didactique ».

Nom du module	question(s) posée(s)
valise de touou	Qu'est ce qui, dans la situation, permet aux élèves de progresser dans cette prise en compte des objets déjà sortis ?
tri de graines	Envisagez les stratégies que peuvent développer les élèves avec les variantes suivantes : - les cinq boîtes ne sont pas toutes de la même couleur, - il y a cinq boîtes et six catégories de graines.
sac de trésor	*Ce* jeu passionne les enfants d'école maternelle, quelque soit leur âge. Proposez des explications possibles de cet intérêt.
boîte du trésor	Un enseignant préfère constituer le trésor à partir d'objets apportés par les élèves. Envisagez les conséquences (positives ou négatives) de cette décision ?
la moufle	
jeu des photos	Pourquoi est-il important que l'enseignant donne les photos en paquet à l'élève ?
boîtes de couleur	Proposez des explications au fait que les premières listes des élèves comportent beaucoup d'étiquettes d'objets non cachés dans les boîtes mais que dès les deuxièmes listes, ce n'est plus le cas.
jeu listes 1	
boîtes identiques	- Analysez chacune de ces 4 listes - Un des élèves, FII, ne semble pas progresser. Envisager des sources d'échecs et des actions spécifiques à mener avec lui.
jeu de listes 2	- pourquoi, quand les élèves font leur liste, le professeur donne-t-il comme consigne de ne pas sortir les objets de la boite ? - au cours de l'activité de fabrication des listes, beaucoup d'élèves mettent en œuvre d'eux-mêmes des procédures de comptage. Pourquoi ?
code commun	
boîtes d'allumettes	Selon que les boîtes sont proposées assez proches de l'élève ou éloignées de celui-ci, l'activité de l'élève n'est plus du tout la même. Analysez pourquoi.
respectez la file 1	
respectez la file 2	En GS, dans le cas ou le modèle n'est pas visible, si l'élève ne peut découper une nouvelle image dans sa bande (qui n'est pas identique à la bande modèle) qu'après avoir collé la précédente, quelle(s) nouvelle(s) connaissances doit-il alors mettre en jeu ?
boîtes en ligne	En modifiant certaines variables didactiques de cette situation, proposez une variante accessible à des élèves plus jeunes.
les voyageurs	
mise du couvert	- un élève échoue plusieurs fois avec 3 assiettes. Comment proposez-vous d'adapter la situation pour lui ? - quelles autres connaissances que le dénombrement sont nécessaires aux élèves pour que cette activité ait un sens pour eux ?

voitures et garages	- discutez les avantages et les inconvénients de laisser aux élèves le choix de leur pile de garages. - au cours d'une communication, l'équipe a gagné, mais vous vous apercevez qu'émetteur et récepteur se sont trompés et que leurs erreurs se sont annulées. Intervenez-vous ? Si oui, comment ? - pourquoi les activités rituelles (comptage des absents et des présents, calendrier, etc.,) sous le contrôle de l'enseignant, sont-elles complémentaires de celles décrites ici ?
respectez le rang	- plus de la moitié des élèves ont réussi au premier essai. Comment interpréteriez-vous ce résultat si vous étiez le professeur ? - proposez une " bande à découper ", à partir des images du modèle rendant l'activité plus difficile.
le bon panier	- Quelles sont les connaissances supposées maîtrisées par les élèves pour que le coloriage des œufs soit une validation effective de leur procédure de choix du panier ? - Quel dispositif matériel permettrait d'organiser la validation en supposant que ces connaissances ne sont pas complètement acquises par les élèves ? - Faites des hypothèses sur le rôle de la variable : présence ou absence d'indication sur le nombre total d'œufs dessinés dans chaque panier
sapins trapèzes	- imaginez une modification légère de la consigne dans l'approvisionnement en bandes pour que l'activité soit profondément modifiée (une variable didactique donc). - Etudiez alors la tâche prévisible de l'élève et les connaissances qu'il doit mettre en jeu.
escaliers	- Qu'apporte un dispositif apparemment aussi compliqué ? - Sur quelle(s) variable(s) didactique(s) agir pour rendre la situation plus difficile : • du point de vue de la comparaison des longueurs. du point de vue de l'organisation de la tâche.
sapins disques	On peut s'interroger sur l'impact de la consigne qui incite à un travail sur le nombre. Imaginez une autre consigne moins axée sur le nombre (puisque le modèle est visible) et prévoyez les conséquences possibles.

7. SECONDE PARTIE DE LA RECHERCHE :

La deuxième direction de travail doit permettre de mieux cerner les difficultés rencontrées par les enseignants pour faire évoluer leurs pratiques et les éléments à prendre en compte dans la formation pour les y aider. Il s'agit de mieux comprendre les conditions dans lesquelles le travail d'appropriation peut s'effectuer (ou non) que ce soit en travail tutoré ou en travail autonome..

♦ Protocoles prévus :

- Organisation, dans le cadre des formations optionnelles PE2 de fin d'année à l'IUFM d'Aquitaine d'une formation de 6 heures dont l'annonce est la suivante :

> *« Présentation de situations d 'apprentissage par adaptation à l''école maternelle »*
>
> Dans le cadre d'une recherche INRP f IUFM d'Aquitaine sur la formation initiale et continue des professeurs d'école, les formateurs qui animeront ce module ont conçu un Cédérom d'auto-formation qui présente des situations d'apprentissage par adaptation de différents points de vue, en s'appuyant sur des vidéos, des photos et des résultats d'élèves. Le dispositif pédagogique qu'ils proposeront pour le déroulement du module aura pour base ce Cédérom et sera l'objet d'observations de la part des formateurs et d 'évaluation par les stagiaires.
>
> Les activités présentées sont le résultat de travaux de recherche qui portent sur 2 thèmes:
>
> - la création et l'utilisation de listes. Les enfants entre 3 et 6 ans, placés dans des situations problématiques appropriées, portant sur des collections d'objets structurées, deviennent peu à peu capables de construire les représentations graphiques nécessaires pour résoudre ces problèmes. Au cours de cette démarche, qui les conduit à constituer et utiliser des listes, les élèves réalisent des apprentissages importants d'ordre logique et numérique.
> - les apprentissages pré- numériques et numériques.

- Observation de PE2 ayant travaillé en autonomie sur le Cédérom et qui décident de mettre en œuvre un module lors de leur stage en situation,
- Proposition de collaboration avec des formateurs. Actuellement, 3 lieux d'observation en France sont en place (Rennes, Perpignan, Aix-Marseille)

ATELIERS

Atelier A1

ANALYSE DE PRATIQUES ET PRATIQUES DE FORMATION

Animateurs : Denis BUTLEN, Gabriel LE POCHE, Pascale MASSELOT

Le scénario de l'atelier comporte deux parties, celles-ci portent sur l'analyse de pratiques de professeurs d'école stagiaires, enseignant les mathématiques à l'école élémentaire :

1. L'analyse d'une séance de mathématiques menée par un professeur stagiaire de deuxième année, dans le cadre d'ateliers professionnels organisés à l'IUFM de Créteil, dans une classe de CP (Denis Butlen, Pascale Masselot)
2. L'analyse d'une séance de mathématiques menée par un professeur stagiaire, dans le cadre de l'analyse de pratiques organisée à l'IUFM de Bretagne, dans une classe de MS de maternelle (Rennes, Gabriel Le Poche).

Pour conclure, les choix des stratégies de formation mises en place dans ces deux IUFM seront mis en relation avec certains résultats d'une recherche sur l'analyse des effets d'une formation initiale en didactique des mathématiques sur les pratiques de professeurs d'école en première nomination (Masselot 2000).

I. ANALYSE D'UNE SÉANCE DE MATHÉMATIQUES MENÉE PAR UN PROFESSEUR D'ECOLE STAGIAIRE : INTRODUCTION D'ÉCRITURES SOUSTRACTIVES AU CP.

Les animateurs de cette partie de l'atelier se proposent d'une part, de présenter et de faire étudier une séance de mathématiques menée par un professeur stagiaire de seconde année et d'attirer l'attention des participants sur les processus de construction de gestes professionnels par les professeurs d'école débutants ; d'autre part, de décrire un dispositif de formation centré sur l'analyse des pratiques effectives des professeurs stagiaires mis en place à l'IUFM de Créteil.

I.1. Le cadre théorique

Nous nous appuyons sur des recherches sur les pratiques professionnelles menées dans le double cadre de la didactique des mathématiques et de l'ergonomie cognitive. En particulier, nous retenons des travaux de Leplat et de Janine Rogalski sur les différences entre tâches prescrite, attendue et effective, entre tâche et activité, et ce tant du côté des élèves que du côté du professeur. Nous retenons également des travaux de Pastré, l'hypothèse que les pratiques font intervenir deux systèmes de pensée : le premier lié aux représentations, aux connaissances et aux conceptions du maître, le second lié à l'action. Pour nous, les formations initiale et continue ont pour but de mettre en relation ces deux systèmes de pensée qui peuvent présenter des aspects contradictoires.
Nous nous appuyons sur les travaux d'A. Robert sur les pratiques professionnelles (2000-2001), sur ceux de Denis Butlen portant sur les gestes professionnels (1996, 2001) et sur ceux de Danielle Vergnes (2000) et de Pascale Masselot (2000).

Enfin nous considérons qu'une meilleure adaptation de la formation initiale des Professeurs d'Ecole doit passer par l'ajout aux trois stratégies de formation mises en évidence par A. Kuzniak (1996) – monstration, homologie et transposition – d'un quatrième dispositif favorisant la formation aux pratiques. Il s'agit d'amener les professeurs stagiaires à mener entre pairs et avec différentes catégories de formateurs une analyse réflexive de leurs propres pratiques (dispositif inspiré du micro enseignement).

Nous renvoyons le lecteur, pour davantage d'informations sur cette approche théorique et sur les méthodologies de recherche utilisées, à différents articles écrits par les membres de notre groupe de recherche[1] qui présentent des analyses des relations entre pratiques professionnelles et formation, et notamment aux différentes contributions publiées dans les documents de la COPIRELEM (actes des colloques de Montpellier, Loctudy, documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques, Cahiers du formateur…).

I.2. Déroulement

Le déroulement, proposé dans l'atelier, est le suivant :

- Visionnement d'extraits d'une bande vidéo comprenant la phase de présentation de l'activité et de passation de la consigne, les phases de synthèse et de réinvestissement.
- Travail en groupe des participants sur les deux questions suivantes : analyser à chaud le projet et la mise en actes par le professeur stagiaire de ce projet, énoncer les principaux points sur lesquels pourrait porter l'analyse de la séance avec le groupe de stagiaires l'ayant construite et menée.
- Apport d'informations des animateurs sur les gestes professionnels étudiés à cette occasion et sur le dispositif de formation mis en place à Créteil. Nous renvoyons le lecteur aux articles précédemment cités.

Les participants à l'atelier disposent, pour mener leur analyse, de la fiche de préparation élaborée par le groupe de trois stagiaires (annexe 1), du protocole de la séance découpé en épisodes (annexe 2) et d'un tableau récapitulatif des différents épisodes et de leur durée (annexe 3).

I.3. Apports d'informations des animateurs portant sur certains épisodes de la séance.

Il s'agit de mettre en évidence certains éléments caractéristiques de la gestion de ce professeur stagiaire et pouvant s'inscrire dans des régularités interpersonnelles comme intrapersonnelles observées par ailleurs. Il nous semble qu'ils illustrent la construction de certains gestes professionnels lors de la seconde année de formation initiale des Professeurs d'Ecole.
Nous nous sommes intéressés plus particulièrement à la gestion du matériel utilisé (décor de la situation) ; à la passation des consignes et à la phase de synthèse.

I.3.a. Un exemple de gestion de matériels pédagogiques, éléments du décor d'une situation soustractive au CP

Etudions le choix de l'enseignant relatif à l'utilisation d'une piste numérique lors de cette séance d'introduction des écritures soustractives au CP. Il s'agit d'une situation, inspirée de l'ouvrage ERMEL CP. Nous proposons en annexe 2 le protocole de la séance. Dans ce paragraphe, nous centrons donc notre analyse sur la gestion du matériel et plus généralement du décor didactique de la situation.

---

[1] GRAPEEM : Groupe de Recherche et d'Analyse des Pratiques Des Enseignants et des Elèves en Mathématiques, groupe de recherche regroupant des chercheurs de didactique des mathématiques rattachés à la DIDIREM travaillant sur les pratiques professionnelles des enseignants de mathématiques.

L'étude de la fiche de préparation (cf. annexe 1) nous permet de préciser les tâches des élèves attendues par le stagiaire. Cette séance fait suite à plusieurs autres, utilisant la même « piste » numérique mais portant sur les écritures additives. Les élèves lancent un dé et déplacent leur jeton sur la piste du nombre de cases indiqué par le dé. Les élèves doivent prévoir la case d'arrivée en surcomptant ou en calculant.

Le déroulement prévu comporte plusieurs phases : une phase de rappel du jeu additif précédent suivie de la présentation de la nouvelle règle du jeu : avancer ou reculer du nombre de cases indiqué par le lancer d'un dé bicolore. Une simulation collective s'appuyant sur le support d'une grande piste numérique doit permettre à chaque élève de s'approprier la règle et de concevoir la tâche : prévoir la case d'arrivée à chaque étape du jeu. Les élèves jouent ensuite par binôme. Dans une phase de bilan, ils doivent répondre aux questions : qui a gagné et pourquoi ? Enfin, le professeur stagiaire a prévu une activité de réinvestissement individuel utilisant l'ardoise : les élèves doivent écrire la case d'arrivée d'un pion se déplaçant sur une grande piste numérique affichée au tableau dont certaines cases sont cachées.

La tâche attendue par le stagiaire à la fin de l'activité de simulation collective et lors du jeu par binôme

L'énoncé des objectifs de la séance comme l'exposé du déroulement prévu laissent penser que l'élève doit : lancer un dé, repérer la couleur de la face et le nombre obtenu, déterminer (sans bouger le pion), de visu ou en surcomptant ou en décomptant ou en mobilisant des faits numériques, la case sur laquelle le pion doit arriver, l'énoncer à son camarade qui doit confirmer ou infirmer et enfin déplacer le jeton pour vérifier et valider ce résultat. Le stagiaire ne semble pas privilégier une procédure donnée. L'anticipation ne porte que sur le résultat. La formulation de la procédure mise en œuvre pour l'obtenir constitue une nouvelle tâche pour l'élève. Le stagiaire semble avoir prévu des résistances des élèves devant la tâche attendue : anticiper le résultat, car il envisage dans sa préparation le rappel de cette contrainte de la consigne lors de la phase de jeu. Il a donc prévu que les élèves pourraient oublier l'activité de comptage ou de calcul dans l'action.

Il ajoute la nécessité de faire écrire les élèves avec l'utilisation éventuelle d'un codage. Aucune écriture soustractive $c = a - b$ ou additive n'est toutefois prévue ou demandée à cette étape ; les déplacements sont censés être codés avec des flèches.

La tâche attendue lors de la mise en commun

D'après la préparation, il est très difficile de savoir sur quoi va porter le bilan et comment les élèves vont répondre aux questions : « qui a gagné et pourquoi ? ». Le stagiaire attend-il une trace du déroulement de chaque jeu ? Ou bien le simple constat que le gagnant est celui qui est arrivé le premier sur la case d'arrivée ? La seule réponse cohérente à apporter, respectant la logique de la préparation serait : « J'ai gagné car j'ai passé le premier la ligne d'arrivée. » et non pas « j'ai gagné parce que j'ai su prévoir la case d'arrivée du pion. ».

***La tâche attendue lors de l'exercice de réinvestissement* sur ardoise :**

Seule cette tâche semble imposer une certaine anticipation du résultat dans la mesure où la piste n'est pas directement disponible et que l'utilisation d'un cache limite les procédures de simulation. Par contre aucune procédure n'est privilégiée en fin de séance.

Nous pouvons prévoir certains décalages entre les tâches prescrite et attendue et l'activité effective des élèves. Tout d'abord, excepté dans l'exercice de réinvestissement, le peu de contraintes dans l'énoncé de la consigne et la mise à disposition du dé et de la piste peuvent laisser penser que les élèves vont se laisser prendre au jeu et ne pas l'interrompre pour prévoir la case d'arrivée à chaque lancer.
L'absence de référence, dans les tâches prescrites, à la nécessité d'écrire devrait se traduire par l'absence de production d'écritures notamment soustractives. Le stagiaire semble faire le pari que la simulation collective et le rappel de la consigne en cours de jeu permettront d'éviter cette dérive.

Analysons maintenant le déroulement effectif de la séance et précisons les tâches effectivement prescrites par le professeur et les tâches effectivement réalisées par les élèves.
Nous avons repéré dans le déroulement de la séance différentes phases, elles-mêmes découpées en épisodes (cf. annexe 3).

Nous constatons un décalage important entre les tâches prescrites et effectives des élèves lors de la phase de jeu individuel. Les élèves jouent, déplacent leur jeton case à case sans prévoir, du moins explicitement, la case d'arrivée à chaque étape. L'essentiel de l'activité mathématique prévue est à ce stade annulée.
Nous pouvons expliquer ce décalage par une mauvaise utilisation du matériel proposé aux élèves. Le jeu présenté est trop prégnant pour que les élèves, à chaque étape, marquent une interruption pour anticiper sur le résultat suite au lancer. Le plaisir de jouer l'emporte et s'oppose ici au calcul donc à l'activité mathématique visée. La phase ludique pourrait se justifier que comme une familiarisation avec le décor de la situation, et éventuellement être l'occasion d'expériences individuelles de calcul.
C'est d'ailleurs l'utilisation qui va être prescrite par des conseillers pédagogiques qui ont eu à analyser cette séance, comme en témoignent les extraits des commentaires ci-dessous.

« *La séance manque fondamentalement de rigueur et de niveau d'activité pour les enfants. Les enfants sont finalement peu actifs et puis ils sont livrés à eux-mêmes. Ils n'ont pas eu de vraie consigne, donc ils jouent (...)* »

ou bien :
« IF : Eh ! bien, j'aurais bien aimé qu'à la fin, on arrive à l'objectif fixé et je pensais qu'on allait (...)
S : Voilà !
IF : y arriver quand elle a écrit les noms au tableau justement dans les cases ; on aurait dû atteindre la conclusion. J'ai avancé, j'ai reculé, comment j'écris le fait d'avoir avancé, d'avoir reculé.
J.C. (après plusieurs tentatives pour parler en même temps que IF) : Ce qu'elle met au tableau n'explique rien du tout !
IF : Voilà ! Ca ne sert à rien !
J.C. : ça ne sert à rien, sinon à entretenir une certaine confusion ...
IF : Et là, je pensais vraiment qu'on allait y arriver, là. Je me disais, tiens, on va arriver à une certaine symbolisation de l'avancée et du recul !
Les autres conseillers pédagogiques approuvent (au moins J.C.)
IF : et puis non ! (rires) »

L'activité mathématique devient incontournable dans la phase de calcul mental, utilisant l'ardoise, une piste numérique collective affichée au tableau et un cache. Le jeu lui-même n'est qu'un prétexte justifiant cette phase. Bien que prévue dans la préparation, cette phase n'a pas été conduite selon le scénario initial. Elle semble avoir dans les faits, un statut annexe (sorte de supplément d'âme) ; l'activité centrale étant le jeu.
Nous sommes sans doute là devant une dérive pouvant s'expliquer par au moins deux facteurs : le caractère ludique de l'activité est privilégié par les élèves de CP au détriment de l'activité mathématique, le matériel lui-même s'oppose aux calculs. Le stagiaire semble effectuer un compromis entre deux choix contradictoires : laisser jouer les élèves en espérant que l'activité mathématique va émerger du jeu, leur proposer une activité beaucoup moins ludique mais plus mathématique. Dans l'action, la gestion du matériel amène le professeur stagiaire à négocier ce compromis limitant les apprentissages mathématiques.
Nous pouvons penser que le professeur stagiaire n'a pas une conception très claire du rôle du jeu dans l'apprentissage en jeu dans cette séance. Un défaut d'analyse a priori des contraintes inhérentes au matériel, l'amène, dans la mise en actes effective, à gérer difficilement le scénario prévu. Nous notons que la préparation matérielle, elle, est très soignée : une piste pour deux élèves, une grande piste collective …

I.3.b. La dévolution des situations

Nous avons abordé cette question dans le paragraphe précédent en prenant comme entrée la gestion des supports pédagogiques matériels et du décor de la situation. Nous avons vu notamment comment cette gestion pouvait entraîner une perte de temps mais aussi des changements significatifs dans la nature de la tâche prescrite par le maître.
Nous allons maintenant nous intéresser à un autre aspect de la dévolution.

Pour cela, nous étudions plus particulièrement la durée, le nombre et la portée des interventions des partenaires de la relation didactique à chaque étape de la séance.

Etudions une nouvelle fois le tableau de l'annexe 3. Nous constatons que la présentation de la situation, l'énoncé de la tâche à effectuer, nécessite un temps très important pour une séance de cours préparatoire, à savoir plus de 19 minutes (19 min 9 s).
Ce temps est jugé anormalement long par les trois Professeurs d'Ecole experts (conseillers pédagogiques) qui ont eu l'occasion de visionner et d'analyser une cassette vidéo de la séance. Le Professeur d'Ecole adopte une stratégie de dévolution qui semble répondre à plusieurs exigences de natures différentes. Cette première dévolution de l'activité se déroule en trois phases de 6 minutes chacune environ. Suivant les conseils du maître formateur, titulaire de la classe, l'enseignant stagiaire commence par faire rappeler la situation précédente ne portant que sur des calculs additifs. Ce rappel occupe un peu moins de 6 minutes (5 min 49 s) et se déroule en trois temps : rappel oral de l'activité additive, simulation collective du jeu et rappel du but de l'activité : anticiper la case d'arrivée à chaque lancer. Ensuite, dans une seconde phase durant plus de 6 minutes (6 min 23 s), le stagiaire essaie de faire inventer la nouvelle règle du jeu de l'activité par les élèves. Cette tentative échouant, l'enseignant énonce la nouvelle tâche à effectuer, là encore en deux temps : énoncé de la règle du jeu et simulation collective de celui-ci, énoncé de l'activité mathématique visée (anticipation de case d'arrivée) et simulation collective de celle-ci. Enfin, cette présentation de l'activité nouvelle se termine par la mise en place des élèves et la distribution du matériel utilisé par chaque binôme (2 minutes et demie).

Le professeur stagiaire semble ainsi poursuivre plusieurs buts : organiser le milieu[2] (matériel et cognitif) de la situation, s'assurer de la compréhension effective de la tâche par les élèves et les motiver (enrôler). Ce sont effectivement trois tâches qu'il doit impérativement assurer. Mais la mise en œuvre effective révèle plusieurs logiques qui se conjuguent et parfois s'opposent.

L'organisation du milieu matériel :
Le professeur stagiaire installe ce milieu en trois temps au moins : lors de la phase de rappel de l'activité additive des jours précédents, lors de l'évocation d'autres jeux possibles utilisant cette piste numérique et lors de la présentation du nouveau jeu (dé, règle du jeu.) Cette insistance prend trop de temps selon l'avis des enseignants experts et pourrait se traduire par l'effet contraire : une relative démobilisation des élèves au cours du temps comme le prouve l'intervention de J.C. : « *quelles solutions trouver pour améliorer le rendement, le temps réel d'activité des enfants ? Pour quelles acquisitions ? Donc, comment améliorer sa démarche, comment améliorer un petit peu ce rapport ? ».*
Nous pouvons évoquer plusieurs causes à cette installation trop prudente du décor matériel de la situation : une méconnaissance du niveau cognitif des élèves de cet âge, un manque de confiance dans leurs capacités à comprendre les règles du jeu, une action plutôt inconsciente de retarder le moment où les élèves vont rentrer réellement dans la situation par peur liée à cette incertitude.

L'organisation du milieu cognitif[3]
Le professeur stagiaire, comme le maître-formateur de la classe, semble accorder une grande importance au rappel de l'activité précédente. Il leur semble nécessaire de mobiliser les connaissances construites ou convoquées précédemment car elles vont pour une part fonctionner par la suite. Les deux professeurs estiment que ces connaissances ne sont pas disponibles chez tous les élèves et que la situation n'est pas suffisante pour imposer leur mobilisation sans appel explicite du maître. Il est difficile de juger de la pertinence de cette appréciation mais les maîtres experts ne semblent pas partager complètement cet avis : « *C'est que l'on fait en grande section, en fait ! Tu les mets en situation pour qu'ils présentent ce que c'est que l'addition et la soustraction. Moi, je sais que j'ai beaucoup travaillé en mettant en place des jeux justement qui permettaient d'ajouter et de retirer les ... Bon, tu leur fais sentir pour que cette notion arrive tout de suite justement au CP. Il suffit de rappeler ces jeux là pour que ça revienne tout de suite. Le but est d'arriver à la symbolisation et que ça veuille dire quelque chose pour eux ; alors que là, on est resté complètement dans le jeu »*

Cette évocation se mélange avec l'évocation du milieu matériel précédent et de plus, là encore, se fait en deux temps (évocation de la règle du jeu puis du but mathématique visé) et sous deux formes (orale et simulée). Cette stratégie témoigne d'une volonté, pour une part implicite, de décomposer le rappel en rappels élémentaires et s'appuyant sur la visualisation des actions matérielles. Ce souci, pour une part compréhensible compte tenu de l'âge des élèves, ne s'impose pas forcément. Nous retrouvons ici des éléments révélateurs des explications possibles explicités ci-dessus : méfiance dans les capacités des élèves, décomposition de la tâche en tâches élémentaires, voire apprentissage par petits pas.
Nous retrouvons par ailleurs ce scénario lors de la prescription de la tâche aux élèves : énoncé de la nouvelle règle du jeu, compréhension à l'aide d'une simulation collective, énoncé de l'activité mathématique accompagné d'une nouvelle simulation collective.

[2] Le terme milieu ici est utilisé au sens de la théorie des situations
[3] terme employé au sens de Marie-Jeanne Perrin

Une dévolution par petites étapes de l'activité
Nous venons d'évoquer ce scénario, il semble être assez stable chez cet enseignant car il se répète plusieurs fois de suite et de manière récursive. Toutefois, il semble, dans les faits, créateur de perturbations car il est très coûteux en temps.

Une illusion pédagogique, l'invention par l'élève de la tâche prescrite
Le professeur stagiaire déploie des efforts importants pour en dire le moins possible et essayer de faire inventer, sans succès, la règle du jeu à partir du nouveau matériel par les élèves. Cette stratégie est une régularité chez ce professeur stagiaire (nous l'avons observé plusieurs fois) et toujours d'ailleurs sans succès de sa part. Nous sommes en présence d'une dérive souvent observée chez les professeurs stagiaires et significative d'un mode d'appropriation de certaines normes présentes dans la formation initiale de l'IUFM.

Interrogés sur ce point, les professeurs experts semblent partagés : deux des conseillers pédagogiques déclarent dès le début de l'entretien que ce mode de dévolution est inutile, coûteux en temps et « dangereux » tant pour les apprentissages que pour la gestion de la classe. La déclaration suivante en témoigne : « *Les enfants sont finalement peu actifs et puis ils sont livrés à eux-mêmes. Ils n'ont pas eu de vraie consigne, donc ils jouent (...)*
Qu'est-ce que c'est qu'une consigne et puis, Comment cela ça peut se donner, elle a perdu 6 minutes quand même à essayer de leur faire deviner la consigne. Est-ce que les enfants sont capables de deviner ce que la maîtresse va vouloir qu'ils fassent ? Moi, je pense que non, on aurait pu gagner 6 minutes en donnant directement la consigne. Une vraie !
Et installer, par exemple, une démarche du type : "je lance le dé, je calcule par anticipation, et seulement après, je le vérifie, en jouant avec le dé. Une démarche d'engagement. Ça c'est une solution. »

Par contre, le troisième conseiller pédagogique, spécialiste de l'enseignement en maternelle, semble plutôt regretter le manque d'adresse, d'expérience du stagiaire dans sa tentative sans remettre en cause la tentative elle-même : « *Puis, ce qui me gène un petit peu, c'est qu'elle avait toutes les données pour faire élaborer certaines règles, la nouvelle règle. Elle avait toutes les données quand elle a sorti son dé. C'est quand même dommage, que ce ne soit pas... On commence à montrer aux enfants, ce qu'il y a sur le dé. Ils ont regardé les nombres, ils n'ont pas regardé la couleur, en fait... Les deux couleurs des gommettes, et c'était un petit peu dommage parce que bon, c'est facile! En plus, c'est un codage qu'on utilise dès la petite section ! Le vert, on avance, le rouge on s'arrête ou on recule. Bon, bon, c'est un petit peu dommage. Là, c'était vraiment dans leur possibilité d'énoncer... D'énoncer la règle... »*
Dans la suite du débat, ce conseiller pédagogique semble plutôt se ranger à l'avis de ses collègues mais non sans réticences.

Interrogé sur les raisons de cette initiative qui ne semble pas être une prescription du formateur de mathématiques qui assure la formation initiale, le stagiaire déclare en substance : *« je ne fais qu'appliquer ce que l'on nous dit, il faut placer l'enfant au cœur des apprentissages, il doit construire ses connaissances… »*
Cet avis est d'ailleurs repris par les conseillers pédagogiques qui rendent responsable l'idéologie dominante de l'IUFM, et plus généralement la noosphère, de cette dérive.

Nous voyons donc que divers éléments contradictoires concourent à une gestion de la dévolution, jugée maladroite par les enseignants experts : dévolution par petites étapes et dérive constructiviste dogmatique, organisation prudente du milieu et mise en activité effective retardée des élèves, construction d'une mémoire de la classe visant une organisation du milieu cognitif optimal et absence de hiérarchie dans les procédures mobilisées par les élèves…

II. ANALYSE D'UNE SÉANCE DE MATHÉMATIQUES MENÉE PAR UN PROFESSEUR STAGIAIRE : « LES MOYENS DE LOCOMOTION » EN CLASSE DE MOYENNE SECTION.

II.1. Déroulement

Le déroulement, proposé dans la seconde partie de l'atelier, est le suivant :

- Présentation du dispositif d'APP[4] fonctionnant sur Rennes.
- Présentation de la séance en simulant, avec les participants, les deux situations décrites : découverte des cartes et « le pouilleux »(cf. Annexe 4 préparation de la séance 2).
- Visionnement de la bande vidéo de la séance ; les participants sont en possession de la fiche de préparation de la séance 2 (sans les annotations du formateur)
- Travail en groupe des participants sur les deux questions suivantes : analyser à chaud la séance et énoncer les principaux points sur lesquels pourrait porter l'analyse de la séance avec les stagiaires.
- Visionnement de l'analyse à chaud du groupe de stagiaires PE2.
- Présentation, sur transparents, des points retenus par les participants pour l'analyse différée à conduire avec le stagiaire.

II.2. le dispositif APP

Il est reconnu institutionnellement à l'IUFM de Bretagne, dans le cadre d'un module d'analyse de pratiques d'une durée de 30 heures figurant dans l'architecture de la deuxième année de formation.

Le dispositif d'analyse de pratiques, sous sa modalité APP, tel qu'il fonctionne sur le site de formation de Rennes a été décrit dans les Actes des colloques de St Etienne (1997) et de Loctudy (1998). Nous nous contenterons de rappeler ici les différentes étapes de son déroulement.
Il consiste en la préparation, la réalisation et l'analyse de trois séances effectives de classe menées par un professeur stagiaire dans la classe d'un maître formateur. Le professeur stagiaire est intégré à une équipe de 4 PE2 encadrée par le maître-formateur de la classe cible et alternativement par un professeur d'IUFM – Français, Maths ou Sciences Sociales et Humaines – pour chacune des trois séances.

Pour une séance :

- étape 1 : préparation de deux séances de classe – Français et Mathématiques – et du dispositif d'analyse à l'aide de moyens vidéos (durée 4 heures).
- étape 2 : réalisation des deux séances par deux stagiaires différents et conduite de l'analyse « à chaud » par le professeur d'IUFM (durée 3 heures)
- étape 3 : analyse différée à l'aide du support vidéo (durée 3 heures)

L'évaluation des modules d'enseignement prend appui sur le module APP.
Il s'agit d'un entretien individuel conduit par deux formateurs dont un maître formateur et dont l'un au moins a participé à l'encadrement du module.

[4] Analyse de Pratiques Professionnelles

Pour cet entretien, chaque stagiaire rédige une note synthétique, de trois pages maximum (cf. annexe 5) permettant d'expliciter les choix pédagogiques et didactiques opérés lors de la préparation et de la conduite des séances.
Le stagiaire compose un dossier (cf. annexe 4), commun aux 4 stagiaires, recueillant les documents élaborés lors de la préparation, la conduite et l'analyse des séances. J'ai l'habitude d'annoter ce document afin de faciliter la rédaction, par le stagiaire, de sa note synthétique.

II.3. Synthèse du travail de l'atelier et apports d'informations des animateurs à propos des documents présentés

II. 3.a. Contexte de la réalisation des séances présentées

Le choix des situations se fait dans une liste établie avec la participation des maîtres titulaires des classes concernées. La séance est préparée collectivement par le groupe de 4 stagiaires mais l'élaboration de la fiche de préparation se fait uniquement par le (la) prestataire.

Exemple de préparation d'une séance :
Un groupe de 4 stagiaires est constitué qui correspond à un groupe de besoin pour travailler plus spécifiquement en maternelle, Moyenne Section (2 stagiaires ERASMUS qui n'ont pas effectué de Stage de Pratique Accompagnée et 2 stagiaires effectuant un mémoire sur les activités logiques en maternelle et qui, de ce fait, connaissent un peu mieux l'organisation spécifique du travail en maternelle et les capacités d'enfants de maternelle (Stage en Responsabilité et Stage Filé en maternelle)). Le (la) premier(ère) prestataire est choisi(e) par le PIUFM responsable de l'atelier. La première séance de travail est consacrée à peaufiner une proposition de l'IMF et du PIUFM pour répondre à un besoin de la classe (ou d'un groupe d'enfants de la classe). Le groupe à deux heures pour élaborer une séance (ou une suite de séances) à partir de la proposition succincte de déroulement qui leur est faite. L'IMF et le PIUFM sont à leur disposition lors de cette préparation. Le formateur laisse un fort degré de liberté mais donne des pistes et entre autres des indications sur les différentes phases. Le contrat avec le(la) PE2 concernée par la prestation est de mener une séance de mathématiques en assumant la classe entière mais il n'y a pas de contraintes relatives au nombre de séances nécessaires ni à la gestion de la classe et du temps.

Projet de l'enseignant concernant la séance présentée aux participants :
Le thème travaillé dans cette classe est la locomotion. Un groupe de 6 enfants a été constitué comme ayant besoin de travailler plus particulièrement des activités de logique ; ils vont être répartis en deux groupes de 3 élèves appelés groupe rouge et groupe vert. En préliminaire à la première étape, il y a une étape de familiarisation avec le matériel permettant au PE de s'assurer que les autres groupes d'enfants vont pouvoir fonctionner de manière autonome. Il y a donc un atelier dirigé de 6 élèves et 3 ateliers autonomes.

Certaines indications ont été données aux stagiaires concernant cette séance. Il est suggéré que la phase de familiarisation ne doit pas trop durer pour éviter que les enfants ne créent des règles qu'il faudrait changer ; que la disposition de la classe doit permettre à l'enseignant d'avoir tous les groupes dans son champ de vision.

<u>La première étape</u> du travail se fait avec les deux groupes réunis en mettant un élève du groupe rouge en compagnie d'un élève du groupe vert. Il s'agit d'une phase de rappel sur les différents moyens de locomotions évoqués lors des séances précédentes.

Matériel :

Grande feuille représentant un plateau de jeu :

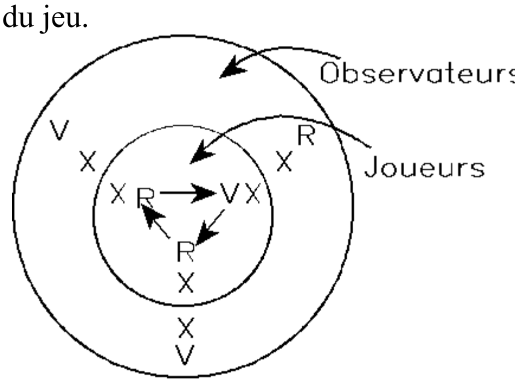
Un dessin représentant	**Une ligne permettant de disposer d'autres dessins**
Un avion	
Un ballon	
Un bâton	
Un vélo	

Ensemble de cartes comportant des dessins d'« objets » qui volent ; qui roulent ; qui … et des intrus

Tâche :

Chaque binôme doit prendre une carte au hasard et décider de la ligne sur laquelle il va pouvoir la mettre. L'enseignant intervient pour aider dans la réflexion du binôme et faire rappeler ce qui a été appris concernant les moyens de locomotion.

<u>La deuxième étape</u> se fait avec un enfant de chaque binôme en veillant à ce que les trois enfants ne soient pas d'un même groupe de couleur. Il s'agit d'une phase d'appropriation collective du jeu.



Il y a trois familles de dessins correspondant à trois familles de moyens de locomotion. Un enfant doit distribuer les cartes (3 par joueur) qui doivent être gardées retournées. Le premier joueur est le suivant dans le sens des aiguilles d'une montre. L'enseignant détermine à l'avance à quelle famille de moyens de locomotion chaque enfant devra s'intéresser. Le but du jeu est alors de réunir (en premier) les trois dessins concernant cette famille. Le jeu se poursuit alors, avec la participation du gagnant, jusqu'à la constitution des trois familles (en règle générale, le joueur gagnant transmet au suivant la carte qui l'intéresse). Le joueur gagnant est indiqué d'une façon ou d'une autre sur une sorte de feuille de route.

<u>La troisième étape</u> est consacrée au jeu en autonomie par groupe de couleur avec un enfant référant dans chaque groupe. Il y a alors 4 familles et des intrus. L'enseignant ne détermine pas la famille de chaque enfant ce qui signifie que les enfants font leur choix librement sans nécessairement l'annoncer. Il s'agit du « cœur » même de la situation problème.

Remarques quant à la mise en actes de la troisième étape de ce projet :

Les groupes de couleur sont reconstitués et le matériel est distribué, mais la façon de jouer n'est pas rappelée. Un des groupes, n'ayant pas procédé à la distribution, mais ayant effectué un choix individuel des cartes dans l'ensemble disposé retourné sur la table, a vite reconstitué les familles. Le groupe annonce alors au P.E. que le jeu est fini. Celui-ci fait alors jouer selon les règles. Mais, au vu des difficultés rencontrées pour faire jouer les enfants selon la règle évoquée précédemment, le PE décide d'interrompre l'activité.

II. 3.b. Eléments relatifs à l'analyse à chaud effectuée d'abord par la prestataire puis par les différents stagiaires selon l'ordre établi par le PIUFM

Les stagiaires supposés être en mesure de faire une analyse plus pertinente interviennent en dernier et pendant cette analyse à chaud, il n'y a aucune remarque du PIUFM.
La prestataire :

> *« J'ai eu des difficultés là où je ne pensais pas, pour faire comprendre les familles »*
> *« Ils ont décroché, j'avais du mal à capter leur attention »*
> *« Je ne connaissais pas leur prénom »*
> *« Ils restaient « branchés » 5 secondes et ils repartaient »*
> *« J'aurai du théâtraliser davantage mais il fallait présenter de façon ludique tout en pensant à ce que je devais faire »*

La stagiaire parle surtout de la deuxième étape. Elle pense que c'est trop difficile pour l'appropriation. Il aurait fallu, d'après elle, présenter les choses autrement car ce travail n'est pas habituel pour les enfants et il y a trop de choses nouvelles en même temps.

Le 2ème intervenant :

> *« Les cartes n'ont pas été distribuées par les enfants »*
> *« Ils se sont lassés rapidement »*
> *« Il y a trop de bruit »*
> *« tu ne t'occupes pas assez des ateliers secondaires »*

Le 3ème intervenant

> *« Les voitures ont volé »*
> *« Tu ne regardes pas autour »*
> *« Quand tu es accroupie autour de 2 tables, tu ne peux pas voir les 2 groupes de ton atelier principal »*

Le 4ème intervenant

> *« La tâche n'est pas comprise car pas formulée »*
> *« Le dispositif est à revoir car il y peu de moments pour aller voir les autres groupes »*
> *« Il y a beaucoup de choses à comprendre »*

C'est l'unique intervenant qui cherche dans la tâche proposée les causes des difficultés perçues par la prestataire et par les autres observateurs.
Les moments que les stagiaires souhaitent revoir sont visionnés.

II. 3.c Analyse différée avec intervention du PIUFM

Les participants proposent différentes entrées, à choisir par le PIUFM, pour mener cette analyse.

<u>Pour le groupe 1</u>
Il n'y a pas re-formulation de la règle par les élèves. La règle change à la troisième étape sans que les élèves y soient préparés. Qu'apporte le jeu par rapport à l'activité de logique, par

rapport aux compétences visées ? Certains enfants ont réussi la tâche de classement sans s'approprier le jeu !

Pour le groupe 2

L'analyse à chaud des PE met en évidence des difficultés de conduite de classe (problèmes de consignes ; de situation du maître dans la classe ; de gestion des différents ateliers ; …). La gestion de la tâche n'a pas été abordée : { objectifs visés ,compétences attendues ? ,…

Il est nécessaire de revenir à la fiche de préparation, voire de reconsidérer de la situation, avec la présentation de trois règles différentes à la suite.

Pour le groupe 3

Le déroulement prévu est respecté. Le matériel nécessaire a été bien préparé. La préparation, trop narrative, ne permet pas de voir clairement le rôle joué par le maître. L'activité est longue pour que un déroulement sur une seule séance.

Il y a une difficulté dans la gestion simultanée des deux groupes de l'atelier principal et des groupes autonomes.

Pour le groupe 4

Les points positifs pour la gestion de l'atelier principal sont : le rituel de mise en groupe, la décision d'interrompre l'activité (reconnaissance du « seuil ») ainsi que l'étape de la première phase de familiarisation. La gestion de la classe entière, dans son ensemble, est à repenser. La nécessaire prise en compte de la multiplicité des tâches, associées à différents savoirs, est soulignée ainsi que la possibilité, sur cet exemple, d'aborder la notion de temps didactique.

Sur cet exemple, nous constatons que le dispositif proposé aux stagiaires favorise l'analyse réflexive sur des pratiques effectives. Il amène le formateur à observer non seulement la séance dans la classe mais également les moments d'échanges entre les stagiaires, l'aidant ainsi à appréhender les contraintes que se donne le stagiaire avant et pendant une séance.

III. S'IL FAUT CONCLURE …

Les choix de stratégie de formation présentés dans cet atelier tentent de répondre à deux préoccupations des formateurs : favoriser l'analyse réflexive sur les pratiques et mettre en place, pour les stagiaires, plusieurs fois le « cycle » : fréquentation – expérimentation – analyse , au cours de la formation.

Ces objectifs sont fondés sur les résultats de travaux de recherche centrés sur l'analyse des pratiques et sur les effets de la formation sur les pratiques d'enseignants en première nomination (étude « clinique »).

Les analyses de pratiques font apparaître une relative stabilité à travers les régularités dans les choix d'un même enseignant à la fois dans son travail avant la séance (élaboration du projet) et dans les décisions qu'il est amené à prendre pendant le déroulement (au cours de la mise en actes du projet dans une classe donnée). Ces régularités mises en évidence dans les pratiques d'un même enseignant sont les traces de la cohérence, de la logique qui régit les pratiques de cet enseignant.

Au cours de la formation initiale, il s'agit de faire se rencontrer la logique du formateur et celle de chaque stagiaire. En effet, il semble que la variabilité de l'influence de la formation, selon l'enseignant débutant observé, soit liée à la compatibilité de ces logiques. La difficulté, pour les formateurs, est d'accéder au « système » propre de chaque stagiaire.

Annexe 1 : Fiche de préparation de la séance de CP

Titre de la séance : <u>Addition</u> (Jeu)		Matière : Maths
<u>Niveau</u> : CP		Durée : 45 mn
<u>Objectifs</u> : - Utiliser une nouvelle écriture a – b = c (reculer sur la bande numérique – diminuer une collection) - Etendre la signification de l'écriture a + b = c (augmenter une collection – avancer sur la bande numérique)	**Tps** 15 mn	<u>Déroulement</u> : 1) <u>Lancement</u> → <u>Regroupement</u> : . Rappel du jeu de mardi : les élèves expliquent ce qu'ils ont fait. ⇒ On lance le dé et on avance d'autant de cases que le dé l'indique. . Leur demander ce qu'on peut faire pour que le jeu dure plus longtemps ⇒ penser au jeu de l'oie
<u>Procédure visée</u> : Recherche de c en utilisant le comptage mental (surcomptage, décomptage) ou dans la mémorisation.		→ <u>Nouvelle règle : « On recule »</u> . Explication : dés bicolores et chiffrés. Vert : on avance Rouge : on recule . Démonstration par 2 élèves sur la grande planche.
<u>Matériel</u> : - 14 planches de jeu (A_4) - 1 planche de jeu grand format - 25 pions. - 13 dés chiffrés et bicolores - Feuilles - Crayons rouges Vert - Ardoise		<u>Consigne</u> : « Pour savoir qui commence, Vous lancez les dés chacun votre tour, celui qui fait le plus grand chiffre commence. » . Critère de réussite : celui qui franchit le premier la case arrivée. . Si on tombe sur une face rouge dès le départ, on passe son tour. « Que faut-il faire pour démarrer ? » →Tomber sur une face verte. → <u>Anticipation</u> Lorsque l'on lance les dés, il faut prévoir avec ce qu'indique le dé sur quelle case vous allez arriver. Pour vérifier si *(illisible)*

<table>
<tr>
<td></td>
<td>Tps

15
mn

15
mn</td>
<td>2. Jeu par binôme
. Un support par binôme.

. Première partie : Au milieu de la partie, rappeler la contrainte (avant d'avancer son pion, on doit se mettre d'accord sur la case où le joueur va arriver.
On avance son pion pour valider. On note les bonnes anticipations
+ 10 -3
17 → 27 → 24

. Deuxième partie
Si nécesaire.

3. Mise en commun
Qui a gagné ?
Pourquoi ?

4. Phase individuelle
. Afficher le support grand format au tableau.
. Les enfants prennent leur ardoise

→ Déterminer le nombre de la case d'arrivée :
Départ 8, dé 3 arrivée ?

→ Le cache :
Placer à la suite de la case où se trouve le pion, un cache sur quelques nombres de la piste.
Les élèves écrivent le nombre de la case d'arrivée sur leur ardoise.
Enlever le cache pour vérifier.</td>
</tr>
</table>

Annexe 2. : Protocole de la séance de CP

Episode n°1 : dévolution de l'activité

Episode n°1.a : installation des élèves dans l'espace collectif

M : Très bien…Est-ce que tous les enfants sont bien assis ?
Es : oui, oui…
M : Alors, on va essayer déjà de s'écarter un petit peu car si on est regroupé sur la piste, on ne voit rien du tout ! Est-il possible de s'écarter un petit peu…
Pour que tous les petits enfants voient ?

Inaudible

M : Tu vas faire une petite place.

Episode n°1.b :Rappel de l'activité précédente

Episode n°1.b.1. rappel oral de l'activité précédente : avancer de n cases selon le résultat d'un jet de dé.

M : Voilà ! Alors. Est-ce que vous vous souvenez avoir joué à ce jeu ?
Es : Oui, oui ! Hier !
M : Hier ? Non, Avant (…)
E : Avant hier !
M : Mardi après-midi ! D'accord ! Qui peut me rappeler un petit peu comment on a joué ?
E : Déjà, on a un pion.
M : Oui.
E : On lance le dé.
M : oui, oui.
E : Et le nombre qu'on a fait, et ben, il faut avancer.
M : Il faut avancer.
E' : Il faut avancer le nombre qu'on a fait !
M : On va peut-être faire un petit exemple.
E : il faut avancer vers la case du nombre qu'on a fait avec le dé.

Episode n°1.b.2 : rappel dans l'action (jeu effectué par quelques élèves) de la règle précédente

M : On va faire un exemple. Merci, tiens ! Tu as le dé, tu as le pion. Vas-y !
Lancer du dé
M : Alors, combien a-t-elle fait là ? Attends, attends… Pas si vite ! Alors combien a-t-elle fait ?
Es : 5
M : Alors, on va avancer de combien ?
E : De 5 cases.
M : Cinq cases ! Pour aller plus vite, on va aller directement au 5.
Qui est-ce qui veut en faire encore ?
Es : moi, moi…
M : Vas-y !
Lancer du dé.
M : Un peu de côté… Oui… pour le cinq, oui.
L'élève compte en déplaçant le pion :
Six. Un, deux, trois, quatre, cinq, six.
M : Voilà…
Quelques rires d'enfants.
M : Vas-y ! Chut, chut… On ne voit rien !
Lancer du dé.
Toi, lève-toi un petit peu que l'on puisse voir. Un.
E : un.
M : Qui veut faire encore un exemple ?
Es : moi, moi.
M : Un petit garçon qui est devant là. Vas-y !
On continue à se rapprocher ! On ne va plus avoir d'air ! Alors, on reste bien assis comme on était assis tout à l'heure.
Es : Moi, moi…
M : Non, non ! J'attends que l'on soit bien assis. J'attends…

Vas-y ! Non, non, on arrête… *(M murmure)*
Lancer du dé…
E : Deux.
M : Deux.
Alors ?
Où vas-tu aller ? Est-ce qu‘on recule ?
Es : Non, noooon !
M : Non !
Alors ?
On arrive à quelle case ?
Es : 5.

<u>Episode n°1.b.3 : rappel oral et par un nouveau jeu effectif de l‘objectif mathématique de l‘activité : anticiper sur la case d‘arrivée</u>

M : Est-ce que vous vous souvenez de ce que la maîtresse avait dit aussi ?
E : Oui, oui.
Chut… On écoute aussi…
M : rires, mardi, qu‘a-t-elle dit la maîtresse ?
E : je ne sais plus !
M : Quand on lance le dé. Dans sa tête, à quoi pense-t-on ?
M : On pense au nombre que l‘on va faire ?
Inaudible
E : pour tomber directement sur la bonne case.
M : pour tomber directement sur la bonne case. Oui. Qui veut essayer maintenant ? De m‘expliquer autrement ? Comment t‘appelles-tu ?
E : Milène.
M : Milène,
E : On va compter dans sa tête et puis on met.
M : On met où ?
E : Sur la case.
M : Quelqu‘un peut expliquer autrement ?
E : Oui.
M : Tu veux essayer ?
M : On va essayer alors. On est à 20. Tu lances le dé.
Lancer du dé
E : Trois
M : attends, attends, attends… On va où ?
L‘élève compte doucement…
M : Comment cela s‘appelle ?
E : 23.
M : 23. Là, on va directement à 23.
Allez, maintenant si je lance le dé à… Et je tombe sur… Je lance le dé et j‘ai 4. Où vais-je arriver ? Tu te rapproches un petit peu. Viens voir, approche.
Alors, je suis à 23, je lance le dé et je fais 4. Où vais-je arriver ?
E : oh !
Chut…
E : à 27.
M : à 27. Alors vas-y, on avance, on va voir si on a 4, vérifie, trois, quatre… Très bien. On va recommencer une dernière fois.
M : attendez, je n‘ai rien dit. On enlève ses mains, on s‘assoit correctement…
E : moi, moi !
M : Sauf pour les petits enfants qui sont derrière et qui ne voient pas grand chose…. Voilà. Maintenant, je fais… 3 !
Toi, Comment t‘appelles-tu ?
E : Célia.
M : Célia, alors, j‘ai fait 3, J‘arrive (…)
E : Précillia !
M : Précillia, pardon ! J‘avais dit ?
E : 29.
M : 29 ?

E : Oui.
M : On va vérifier ! J'ai 3. Vérifie Précillia, si c'est cela.
E : Un, deux, trois !
M : Alors, on arrive où, Précillia ?
E : trente *(murmure)*
Es : Trente ! Trente !
M : Sur quelle case ?
E : Trente.
M : Trente. Tu vois le 30 là ? Est-ce que c'est 29 ?
…

Episode n°1.c : Passation de la nouvelle consigne : jouer avec une nouvelle règle « avancer, reculer de n cases » selon le résultat du dé (couleur et nombre de points)

Episode n°1.c.1 : installation des élèves

M : Alors aujourd'hui, on va essayer d'apprendre une nouvelle règle. Mais j'aimerais bien que tous les enfants soient assis. Correctement ! Soit sur leurs fesses, soit sur le banc. Où qu'ils soient. Voilà ! On n'abîme pas non plus les feuilles. Sinon, on ne pourra pas jouer avec …
Bruits divers.
M : Es-tu bien assis ? Voilà. As-tu trouvé ta place ?

Episode n°1.c.2 : premières tentatives pour faire inventer la nouvelle règle :

On va essayer de jouer avec une nouvelle règle. Comment pourra-t-on jouer avec une nouvelle règle ? Quelle règle pourrait-on trouver encore ?
E : ouf !
E : Partir à 60 et arriver à 1.
M : On pourrait partir à… Comment cela s'appelle 60 ?
E : A.
M : A. Cela représente quoi ?
E : L'arrivée !
M : L'arrivée, oui !
E : Et D de départ !
M : D de départ, oui !
On pourrait partir de l'arrivée et partir dans l'autre sens effectivement. Que pourrait-on faire encore ?

E : On pourra mettre le dé en-dessous, et après… Euh…
M : Tu ne sais pas ?

E : Et aussi, on pourrait compter à l'envers avec deux pions !
M : Compter à l'envers, c'est-à-dire ?
E : Ben ! Par exemple, on met le pion sur A ; au lieu de mettre le pion sur D.
M : Sur D, oui.
Dès qu'on lance le dé, que va-t-on faire alors ?
E : Ben, on avance par-là.
M : On avance par-là. Donc on va à…
E : à l'envers.
M : On va avancer à l'envers. On va reculer. Oui ?

E : On commence de D ; si on fait six, on fait un, deux, on saute le trois et puis on va au 4.
M : Oh ! C'est bien compliqué ce que tu me dis. Plus simple ? Oui ?

E : alors, on met sur le départ et puis on saute une case à chaque fois…
E : trop facile !

M : Ce serait trop facile, tu crois ?
E : Oui !
E : Si on compte une case, pour lui, ce serait plus facile pour arriver !
M : On va rapidement arriver à la case d'arrivée ! Oui ?

E : Par exemple, on part du milieu, et pis, on compte à l'endroit comme çà
M : hum, hum…
E : jusqu'à arriver à A.
M : jusqu'à arriver à l'arrivée. Oui ?

On pourrait aussi… Oui… Mais à quoi cela sert-il de partir du milieu ?
E : Ca change !
… murmures inaudibles…
Silence…
M : On ne touche pas à la prise ! D'accord.
E : C'est pas possible !
M : On n'entend rien… Je n'entends rien du tout, alors tu parles un petit plus fort.
E : à D.
M : Je n'ai pas compris !
E : On part du milieu, il faut arriver à A et après pour gagner, il faut faire tout le chemin jusqu'à D !
M : C'est vrai que ça va être long, tout ça…
Oui, Alors pourquoi …

E : Moi, on commence à D, on va jusqu'à A et après on repart jusqu'à D.
M : C'est-à-dire que l'on ferait deux fois la piste.
Y-a-t-il des enfants qui ont joué au jeu de l'oie de temps en temps ?
E : Oui ! Moi.

<u>Episode n°1.c.3 : nouvelles tentatives pour faire inventer la nouvelle règle, référence au jeu de l'oie</u>

M : Alors Ceux qui ont joué au jeu de l'oie. Comment fait-on pour jouer au jeu de l'oie ? Précillia ?
E : Moi…
M : Tu ne sais plus !
E : Et ben, on commence et pis, si on tombe sur l'oie et ben on refait le même. Par exemple, si je fais 5 et je tombe sur l'oie et bien je suis obligé de refaire 5.
E : Moi, je tombe, je connais une règle et pis quand on tombe sur…
M : Je n'entends rien du tout !
E : Et puis on tombe sur quelque chose où il y a marqué quelque chose et ben on… des fois, il faut rester dans la case ; il faut passer deux tours à l'autre !
E' : Ouais !
C'est vrai ! Et des fois, faut recommencer !
M : parfois il faut recommencer, parfois, on n'avance pas…
E : Des fois, des fois et ben des fois, on peut aller en prison !
M : mais par exemple, on peut écouter les petits copains, cela ne fait pas de mal !
E : Si on fait six et si on retombe sur la mort, on n'est pas obligé de refaire six. On prend deux dés.
M : oui, oui…
E : Si tu tombes sur la tête de mort, tu recommences tout à zéro !
E' : Oui, c'est vrai !
M : Oui.
E : il faut repartir de zéro.
M : il faut recommencer tout. Oui ?

Episode n°1.d : énoncé de la nouvelle règle par le maître

<u>Episode n°1.d.1 : présentation des dés</u>

Murmures divers… inaudible… M tape dans ses mains pour avoir le silence.
M : Alors, on va essayer d'adapter notre jeu en fonction, un peu comme le jeu de l'oie. C'est un peu pareil. Alors, on va voir…
Lancer du dé…
E : Un dé !

M : Un dé. Est-ce un dé normal ?
Es : Non, non…
E : C'est…
M : C'est un dé…
E : avec des gommettes.
M : avec des gommettes !
Et sur les gommettes ?
E : on a marqué des nombres !
M : il y a des nombres !
E : Il y a marqué 10.
M : Il y a marqué 10. Est-ce habituel ? Sur un dé ?

Es : Nooooon !
M : Il y a deux 3, est-ce normal sur un dé ?
Es : Nooooon !
M : Ce n'est pas un dé normal !

<u>Episode n°1.d.1 : énoncé de la règle à l'aide du dé coloré</u>

Alors, on va jouer aujourd'hui avec une nouvelle règle… Alors, si on lance le dé et *(lancer du dé)*… écoutez bien sinon on ne va jamais finir. Ici, on est tombé sur un1 rouge. Donc le rouge, on va dire que l'on va reculer avec.
E : C'est orange !
M : oui, c'est orange ! Il est effectivement un peu orange. Alors rouge-orange. Si on tombe sur le rouge, on va reculer. De une case.
Et si on tombe sur le *(lancé du dé)*
E : 3
M : le vert, on va avancer de trois cases.

<u>Episode n°1.d.2 : simulation collective du nouveau jeu</u>

M : alors, la petite miss qui est devant. Comment t-appelles-tu ?
E : Anaïs.
M : Anaïs qui avait perdu son prénom. Prends le pion. Tu le mets sur la case
E : 3.
M : Non, on va déjà commencer au départ. Là 3. Tu mets sur la case départ.
Anaïs, je te donne le dé et tu vas commencer.
E : 1
M : Qu'est-ce que tu fais Anaïs là ?
E : Elle ne peut pas
Anaïs : je reste sur la case départ.
M : Elle ne peut pas ; elle reste dans la case. Que faut-il faire pour avancer ?
Anaïs : Avoir un vert.
E : pour commencer, il faut tomber sur une case verte.
M : bon, alors, vas-y. Tu rejoues, François.
Lancer de dé.
E : 3.
M : Est-ce que l'on peut avancer ?
Es : Noooon !
M : Tu rejoues.
Vas-y.
Lancer de dé.
E : Clémence !
M : Clémence.
Clémence : Deux, on peut pas !
M ! Et bien, décidément !
Merci. Vas-y.
Lancer de dé.
E : ah !
M : décidément ! Vas-y
E : lés, ils ont… inaudible…
Lancer de dé.
M : Ils n'ont pas envie de faire un vert !
E : Ca y est. 10 !
Es : 10, 10.
M : Eh, doucement ! Chut ! Vas-y. Ah, cette fois-ci.
Les enfants comptent :
E : un, deux, trois… sept, huit neuf, dix, onze !
Non !
M : est-ce que l'on recule là ?
Es : noooon !
M : alors ;
Lancer de dé.
E : 2 !

M : 2 !
M : Alors vas-y
E : 2 bleu
E' : non ! 2 vert.
M : voilà, tu vas jouer.
Lancer de dé.
Tu n'es pas bien assise ! Attends.
E comptent.
Lancer de dé.
E : 3 !
M : 3 vert.
Alors. E compte tout bas.
Lancer de dé.
M : Ah !
E : 3 !
E' : 3 rouge !
M : 3 rouge. Alors, on recule…
E : On recule.
M : on arrive à ?
E : 1, 2, 3.
E' : 22.

<u>Episode n°1.d.3 : énoncé de la seconde partie de la consigne (objectif mathématique) : anticiper la case d'arrivée</u>

M : Alors, c'est pareil…
E : A tes souhaits !
M : C'est pareil, c'est pareil, il va falloir réessayer notre jeu. Il faut penser maintenant où on va arriver lorsque l'on aura lancé le dé. Vas-y.
Lancer de dé.
E : 3 !
M : 3. Chut. On ne montre pas, on laisse faire. Où vas-tu arriver ?
E : là !
E' : non.
M : Comment s'appelle cette case ?
E : 19.
M : 19. Un 1 et 9.
E : Je ne crois pas.
M : Peut-être sommes-nous un peu à l'envers ? Est-ce que tout le monde a bien compris la règle ?
Es : Ouiiiiiiiiii !

Episode n°2 : jeu par groupe de 2

Episode n°2.a : installation des élèves et distribution du matériel

M : Alors, on va aller jouer sur les tables par deux. Chaque groupe de deux va avoir un dé.
E : un dé.
M : Une feuille, deux pions.
E : et un dé !
E' : un pion !
M : On l'a déjà dit, je crois. Il y a simplement Mélanie qui a bougé de place. Merci.

Les enfants se déplacent dans un certain brouhaha.

Bruits…

M : Installez-vous calmement s'il vous plaît !

Bruits…
On entend des dés et des enfants qui jouent…
Inaudible, dans le détail…

Camille…

M : On va jouer. J'attends ! J'attends le silence. Alors, Est-ce que tous les enfants ont la piste de jeu ?
Es : Ouiiiiiii !

M : Ont-ils tous un pion ?
Es : Ouiiiiii !
M : Alors, Clément, as-tu un pion ?
E : non….
M : Tu as réussi à avoir un pion ?
Inaudible
M : Benjamin, Mickaël ?
Avez-vous votre cahier ?
Alors, vous pouvez commencer à jouer.

Episode n°2.b : jeu des élèves

Les enfants jouent, bruits de voix et de lancers de dé, de comptages, par exemple :
E : un deux, trois….
E : Quatre, cinq, six, sept…

E : Et bien, tu vois !
E‘ : je perds !

E : Un deux, trois…
E : rouge, deux, trois…

E : ah la la !
M : vraiment pas de chance !

E : Ah ben oui, mais moi, j‘ai fait plus que toi !

On n'a pas entendu un seul élève qui surcompte ou énonce la case d'arrivée.

Episode n°3 : Bilan de l'activité

Episode n°3.a : rappel du jeu

M : j‘attends, j‘attends le silence !
Lancés de dé , les enfants jouent encore un peu.

E : 21, 22 ! *Inaudible*
M : J‘attends Mickaël et Benjamin.
Pauline, Pauline ? Tu as fini de jouer. ça y est.
Pose le dé.
Est-ce que vous vous souvenez de ce que l‘on a fait tout alors ?
E : Oui.
M : Enzo ?
Enzo : on lance le dé, et si on tombait sur un nombre rouge, on faisait (…)
M : Mi-cka-ël ! Tu joueras tout à l‘heure !
Enzo, On faisait 3 rouge et moi je reculais de 3 cases.
M : Oui.
Enzo : Et si c‘était vert, on avançait.

Episode n°3.b : rappel de l'enjeu : déterminer la case d'arrivée

M : On avançait, oui. Est-ce que nous n‘avons pas vu qu‘il fallait, dans sa tête, penser…
Mickaël, ce n‘est pas la peine de te taper sur la tête ! Cela n‘est pas utile. Il fallait penser à la case sur laquelle on allait tomber.
On lance le dé et… Je vois encore des enfants qui jouent !
Dès qu‘on a. Que va-t-on voir sur le dé ? Oui ?
E : 10.
On va sur la 10 par exemple. Que fait-on ?
E : On avance.
M : On avance de 10. Alors dans notre tête, on pense à la case sur laquelle on va tomber.

Episode n°3.c : simulation orale de l'activité attendue par le stagiaire : déterminer la case d'arrivée

Alors, si par exemple, par exemple ! Je suis sur 7, où vais-je arriver ?

Silence…
M : Tu crois ?
E : 19.
M : Je suis sur 7.
Silence court.
M : Je lance, je tombe sur 10. J'avance de 10 cases. Oui ?
E : 17.

Episode n°4 : activité de réinvestissement et poursuite sous une autre forme de l'activité amorcée précédemment

Episode n°4.a : préparation du matériel et premier exemple

M : 17. Alors, ce qui serait bien, c'est maintenant de sortir son ardoise. Tous les enfants ont-ils une ardoise ?
Bruits d'ardoises sorties des cases des tables, interventions murmurées diverses.

M : Est-ce que je peux parler ? ça y est, tout le monde a sorti son ardoise ? Son crayon ? Son chiffon ?
E : Non !

Interruption de la bande …

Episode n°4.b : retour sur le bilan, comment savoir si on a gagné et pourquoi

E : On est arrivé à l'arrivée.
M : Mickaël ! A votre avis, pourquoi avez-vous terminé ?
E : on a fait 10.
M : qu'une fois 10 ?
E : Non, on l'a fait plusieurs fois.
M : Plusieurs fois 10.

Episode n°4.c : fausse-fin de l'activité, rangement du matériel de jeu

Alors arrêtez de jouer. On va attendre. On aura l'occasion de rejouer avec la maîtresse. On va remettre dans les cartons les dés, un petit pot avec les pions…
Les élèves rangent le matériel. Dans un brouhaha raisonnable.

E : Non, c'est moi qui range..

Episode n°4.d : reprise de l'activité de réinvestissement

<u>Episode n°4.d .1. : préparation du matériel</u>
M : On va jouer à un dernier petit jeu.

Brouhaha…
M : Il y a du bruit !
Alors, est-ce que tout le monde a bien mis au milieu de sa table, la piste. Au milieu de la table ! La piste, les jetons, le dé et la boîte en carton. On laisse le tout tranquille. Je veux l'ardoise sortie avec un crayon. Et on va jouer à un dernier petit jeu. Tout le monde a un crayon .?
Es : Nooon !
On entend des bruits de rangements et des élèves qui parlent entre eux…

M : J'attends François, Pauline… Jordan.

Bruits divers…
M : alors êtes-vous prêts ?

Es : Ouiiiiii.

M : Je vois encore des petits enfants qui ne sont pas encore prêts, semble-t-il ?

M : Alors… Attention ! Mielle, si tu n'as pas ton ardoise, je ne sais pas ce que tu vas faire.

<u>Episode n°4.d .2. : activité de réinvestissement</u>

Attention, je suis …. Sur la case, sur la case, on va se servir de ça… je suis sur la case 20. Je jette mon dé, je tombe sur 3 vert. Où vais-je arriver ? J'ai demandé, je tombe sur 3 vert… Qu'est-ce que j'ai sur ma piste ? Ton ardoise ? Sur l'ardoise ?
Jamie, Laurent ?
Alors, je ne vois pas tous les résultats. Alors Mickaël ? Dis-moi. Combien as-tu trouvé ?
E : 23.

M : alors 23.
Je suis sur la case 20. François. J'ai un 3 vert. Qu'est-ce que je fais, j'avance ou je recule ?
E : J'avance.
M : j'avance. oui.

Inaudible

M : Alors François ? Ce n'est pas grave. On verra après.

Bruits d'ardoise ou au tableau.

M : alors qu'as-tu trouvé. Miele a trouvé ? On n'entend plus personne !
E : 30.

M : 30.

Je suis sur la case 20, je fais 10. Je dois tomber sur la case 30. Alors maintenant. Attention, je suis toujours sur la case 20. Je tombe sur la case rouge et je vois sur mon dé 1. Je vais arriver sur quelle case ? ? Attention, je suis la case 20, 20 et je vois sur mon dé 1-rouge.
E : 2 vert.
Bruit et intervention inaudible d'un élève.
M : discute avec un élève.
M : Je ne vois pas là Gérard, merci.
E : 33.
M : je suis sur *inaudible*…
M : 19 ! Oui. Alors, un dernier, après on rangera tout.

Un très, très facile ! Je suis sur la case départ, je fais 3 rouge, j'arrive sur quelle case, 3 rouge ?
E : on peut pas.
M : je suis sur la case départ, je fais 3 rouge. Précillia, plus fort.
P : Je reste où je suis. Oui, c'est très bien.

M : Alors, un dernier cette fois-ci. Je suis sur départ et je fais 10 vert.
Précillia, j'arrive sur quelle case ?
Alors les ardoises, levez. Oui.. Je ne vois pas Jordan. ?.. oui. Oui… Jordan, viens au tableau.
Alors 0, je fais 10, j'arrive où ?
Pas 10. Oui, 10. On efface les ardoises…

Fin de la séance…

Annexe 2 bis : Extraits d'entretien avec des conseillers pédagogiques de circonscription à propos de la séance

Premier conseiller pédagogique

J.C. : Oui, la réflexion pédagogique que je développerais, n'est-ce pas : quelles solutions trouver pour améliorer le rendement, le temps réel d'activité des enfants ? Pour quelles acquisitions ? Donc, comment améliorer sa démarche, comment améliorer un petit peu ce rapport ?
Maintenant, quels conseils lui donnerais-je ? 4 points.
Donc, premièrement, au niveau, de l'organisation du temps. Le deuxième à évoquer, ce serait au niveau des consignes. Parce que là, il y a vraiment un manque de métier, c'est évident... ça viendra par la suite, mais... Une imprécision dans les consignes qui entraîne effectivement une confusion dans l'activité des enfants …

Deuxième conseiller pédagogique

Les enfants sont finalement peu actifs et puis ils sont livrés à eux-mêmes. Ils n'ont pas eu de vraie consigne, donc ils jouent (…)

Qu'est-ce que c'est qu'une consigne et puis, Comment cela peut se donner, elle a perdu 6 minutes quand même à essayer de leur faire deviner la consigne. Est-ce que les enfants sont capables de deviner ce que la maîtresse va vouloir qu'ils fassent ? Moi, je pense que non, on aurait pu gagner 6 minutes en donnant directement la consigne. Une vraie !
Et installer, par exemple, une démarche du type : "je lance le dé, je calcule par anticipation, et seulement après, je le vérifie, en jouant avec le dé. Une démarche d'engagement. Ça c'est une solution.

Et puis après, peut-être quand même, j'attirerais son attention sur une petite erreur de construction de sa séquence : la vérification dans le procédé Lamartinière, qui est venue à la fin, aurait dû à mon sens se placer avant que les enfants aillent jouer par groupe. Parce que c'est un moyen de se rendre compte du niveau de compréhension des enfants. Le faire en fin de séquence, ce n'est peut-être pas tout à fait pareil !

Troisième conseiller pédagogique

Et puis, j'insisterai sur le rôle du tableau et de l'ardoise ! Si la consigne avait été dite précisément au moment où on avait pris l'ardoise au milieu de l'activité. On aurait pu faire une activité intéressante et si, de plus on avait marqué justement toutes les étapes.
On part de 12, après je suis arrivé à 15, après je suis revenu à 11 ! ... Bon, on aurait pu en déduire ce qui s'était passé après, afin les faire réfléchir et vraiment construire des démarches d'apprentissage.
(…)
C'est que l'on fait en grande section, en fait ! Tu les mets en situation pour qu'ils présentent ce que c'est que l'addition et la soustraction. Moi, je sais que j'ai beaucoup travaillé en mettant en place des jeux justement qui permettaient d'ajouter et de retirer les... Bon, tu leur fais sentir pour que cette notion arrive tout de suite justement au CP. Il suffit de rappeler ces jeux là pour que ça revienne tout de suite. Le but est d'arriver à la symbolisation et que ça veuille dire quelque chose pour eux ; alors que là, on est resté complètement dans le jeu.
(…)
Puis, ce qui me gène un petit peu, c'est qu'elle avait toutes les données pour faire élaborer certaines règles, la nouvelle règle. Elle avait toutes les données quand elle a sorti son dé. C'est quand même dommage, que ce ne soit pas... On commence à montrer aux enfants, ce qu'il y a sur le dé. Ils ont regardé les nombres, ils n'ont pas regardé la couleur, en fait... Les deux couleurs des gommettes, et c'était un petit dommage parce que bon, c'est facile ! En plus, c'est un codage qu'on utilise dès la petite section ! Le vert, on avance, le rouge on s'arrête ou on recule. Bon, bon, c'est un petit peu dommage. Là, c'était vraiment dans leur possibilité d'énoncer... D'énoncer la règle...

Premier conseiller : C'est parce qu'elle lance les enfants... J'ai noté sa question : "que pourrait-on faire ? ". Pour utiliser ce chemin, autrement. Alors elle donne la parole aux enfants qui émettent des hypothèses (...)
Troisième conseiller : Intéressantes ! Partir au milieu.
Premier conseiller : Mais ça effectivement c'est bon !
Deuxième conseiller : euh ! ...
Troisième conseiller : Il y avait des idées intéressantes mais qui n'ont pas été exploitées.

Annexe 3 : Découpage de la séance de CP sur les calculs additifs et soustractifs

<table>
<tr><th colspan="3">Episodes et sous-épisodes</th><th>Temps (mn, s)</th></tr>
<tr><td rowspan="12">Episode n°1 : dévolution de l'activité</td><td>Episode n°1.a : installation des élèves dans l'espace collectif</td><td></td><td>46s</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Episode n°1.b :Rappel de l'activité précédente</td><td>Episode n°1.b.1. rappel oral de l'activité précédente : avancer de n cases selon le résultat d'un jet de dé.</td><td>Fin : 1mn 16s
Durée : 30s</td></tr>
<tr><td>Episode n°1.b.2 : rappel dans l'action (jeu effectué par quelques élèves) de la règle précédente</td><td>Fin : 3mn 22 s Durée : 2mn2s</td></tr>
<tr><td>Episode n°1.b.3 : rappel oral et par un nouveau jeu effectif de l'objectif mathématique de l'activité : anticiper sur la case d'arrivée</td><td>Fin : 6mn39s Durée :3mn17s</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Episode n°1.c : Passation de la nouvelle consigne : jouer avec une nouvelle règle « avancer, reculer de n case » selon le résultat du dé (couleur et nombre de points)</td><td>Episode n°1.c.1 : installation des élèves</td><td>Fin : 7mn15s Durée : 36s</td></tr>
<tr><td>Episode n°1.c.2 : premières tentatives pour faire inventer la nouvelle règle :</td><td>Fin : 10mn 36s Durée :3mn21s</td></tr>
<tr><td>Episode n°1.c.3 : nouvelles tentatives pour faire inventer la nouvelle règle, référence au jeu de l'oie</td><td>Fin :12mn02s Durée :2mn 26s</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Episode n°1.d : énoncé de la nouvelle règle par le maître</td><td>Episode n°1.d.1 : présentation des dés</td><td>Fin : 12 mn 42s Durée :40s</td></tr>
<tr><td>Episode n°1.d.2 : énoncé de la règle à l'aide du dé coloré</td><td>Fin :13mn38s Durée :56s</td></tr>
<tr><td>Episode n°1.d.3 : simulation collective du nouveau jeu</td><td>Fin : 16mn25s
Durée :3mn47s</td></tr>
<tr><td>Episode n°1.d.3 : énoncé de la seconde partie de la consigne (objectif mathématique) : anticiper la case d'arrivée</td><td>Fin :16mn44s Durée :19s</td></tr>
<tr><td>Episode n°1.d.4 : simulation de la seconde partie de la consigne (objectif mathématique) : anticiper la case d'arrivée</td><td>Fin :17mn51s Durée :1mn7s</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Episode n°2 : jeu par groupe de 2</td><td>Episode n°2.a : installation des élèves et distribution du matériel</td><td></td><td>Fin :20mn20s
Durée :2mn29s</td></tr>
<tr><td>Episode n°2.b : jeu des élèves</td><td></td><td>Fin :24mn15s</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Episode n°3 : Bilan de l'activité</td><td>Episode n°3.a : rappel du jeu</td><td></td><td>Fin : 25mn14s</td></tr>
<tr><td>Episode n°3.b : rappel de l'enjeu : déterminer la case d'arrivée</td><td></td><td>Fin : 26mn9s Durée :54s</td></tr>
<tr><td>Episode n°3.c : simulation orale de l'activité attendue par le stagiaire : déterminer la case d'arrivée</td><td></td><td>Fin :26mn55s Durée :44s</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Episode n°4 : activité de réinvestissement et poursuite sous une autre forme de l'activité amorcée précédemment</td><td>Episode n°4.a : préparation du matériel et premier exemple</td><td></td><td>Fin :28mn Durée :1mn15s</td></tr>
<tr><td>Episode n°4.b : retour sur le bilan, comment savoir si on a gagné et pourquoi</td><td></td><td>Fin : 28mn20s Durée :20s</td></tr>
<tr><td>Episode n°4.c : fausse-fin de l'activité, rangement du matériel de jeu</td><td></td><td>Fin :29mn16s Durée :56s</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Episode n°4.d : reprise de l'activité de réinvestissement</td><td>Episode n°4.d .1. : préparation du matériel</td><td>Fin : 30mn45s
Durée :1mn29s</td></tr>
<tr><td>Episode n°4.d .2. : activité de réinvestissement</td><td>Fin : 32mn27s ? ? ?</td></tr>
</table>

Annexe 4

PE2 Groupe3 Année 00-01 **Second semestre**

IUFM de Bretagne Site de Rennes

ANALYSE DE PRATIQUES AU CYCLE 1 (MATHEMATIQUES)

exemplaire annoté

SUJETS :

FORMATEURS :

Maîtres-formateurs

1- Mme MALASSIS **PS**
Cesson
2- Mme LE TULZO **PS**
Louise Michel -RENNES-
3- Mme GAREL **MS**
Volga -RENNES-
4- Mme CHENEL-FLAHOU **GS**
J. Zay -RENNES-
5- Mme DAOUPHARS **GS**
Chartres de Bretagne
6- Mme GEFFROY **MS-GS**
Faux Pont -RENNES-

Professeur IUFM

G. LE POCHE

Formateur non présent, mais séance visionnée.

APP Maths

	Domaine d'activité : *des instruments pour apprendre*	***Séance n°*** *1*
		Date : *15/03/01*
Ok.	***Type de situation :*** *apprentissage*	***Niveau :*** *MS*
	Thème : *jeu de cartes sur les moyens de locomotion*	***Durée de la séance :*** *25 mn*
	Objectifs : - *trier et classer des cartes selon un critère* - *repérer les propriétés communes à différentes cartes*	***Matériel :*** - *2 jeux de cartes des moyens de locomotion* - *10 bandes de carton*

Temps	***Mode***	***Déroulement***	***Rôle de la maîtresse***	***Commen-taires***
3 mn	*2 groupes de 3*	Phase de familiarisation *:* *1) Chaque groupe a un jeu complet, les enfants peuvent le regarder librement*	- *Dire aux enfants de se mettre par groupes de 3 autour des tables* - *Leur donner les jeux de cartes* - *Aller voir les autres groupes*	*Ok.*
2 mn		*2) courte discussion sur le matériel* *demander aux élèves comment sont les cartes puis leur faire donner celles des 2 familles à enlever (tracteur, ballon, balle, camion, bille, voiture)*	- *Demander aux enfants ce qu'il y a sur les cartes, ne pas trop intervenir pour ne pas induire des critères de classement* - *Récupérer les cartes inutilisés lors de l'appropriation*	
10 mn	*Les 2 groupes réunis* *3 par 3*	Phase d'appropriation : *(les enfants ont à trier)* *But du jeu : reconstituer sa famille* *Dispositif : chaque enfant à face à lui une bande de carton avec une carte d'une famille (différente pour chaque enfant) posée sur sa bande, les autres cartes sont éparpillées sur la table, face cachée* *Règle du jeu : à tour de rôle, chaque enfant retourne une carte. Si elle fait partie de sa famille, il la met sur sa bande, sinon, il la remet avec les autres, face découverte (un autre enfant pourra la prendre quand ce sera son tour)* *Validation : les élèves entre eux* ***<u>sinon, intervention de l'enseignant</u>*** *1) appropriation collective* *Mathis, Corentin et Maëlys jouent pendant que les 3 autres regardent (un enfant qui regarde derrière un enfant qui joue)* *2) appropriation par groupe :* *les enfants jouent par 3 (groupes mélangés)* *si échec, refaire une partie en mélangeant les groupes*	- *installer les premières cartes sur les bandes, étaler les autres cartes sur la table* - *expliquer qu'il va y avoir une simulation du jeu en collectif avec 3 enfants, puis que les enfants joueront 3 par 3* - *dire le but du jeu et la règle du jeu* - *laisser les enfants jouer et intervenir pour la validation, si nécessaire* *- aller voir les autres groupes*	*En phase d'appropriation cette intervention ne doit pas être négligée.*
10 mn	*Les 2 équipes l'une contre l'autre*	Jeu avec obstacle : *(les enfants ont à classer)* *But du jeu : reconstituer toutes les familles de son équipe* *Dispositif : 5 bandes sont disposées sur la table, sur chaque bande, il y a une carte représentant une famille, les autres cartes sont éparpillées sur la table, face cachée* *Règle du jeu : à tour de rôle, chaque enfant retourne une carte. Il doit ensuite la mettre sur la bande qui correspond. L'équipe qui a gagné est celle qui a reconstitué en premier toutes les familles* *Validation : les élèves entre eux sinon, intervention de l'enseignant*	- *mettre en place le matériel* - *indiquer les changements par rapport à la phase précédente*	

<table>
<tr><th>APP maths séance 1, analyse</th><th></th></tr>
<tr><td>Regroupement :
• Canaliser l'attention des enfants grâce à une comptine en lien avec le vécu de la classe (les enfants ont trouvé un escargot dans la cour)
• Présentation des ateliers :
- atelier bricolage (clous/marteau) : l'explication a été donnée par un élève, mais assez floue en raison de la consigne donnée par la maîtresse (descriptif), les autres n'ont pas intégré la consigne, certains ne savaient donc pas vraiment <u>quelle était leur tâche</u>. De plus, il n'a pas été demandé aux enfants de venir montrer leur réalisation à la maîtresse avant de la défaire, par conséquent, il n'y a aucun moyen de savoir qui a réalisé correctement la tâche. Il aurait pu être intéressant que les enfants marquent sur un tableau « je sais faire », après avoir montré à la maîtresse leur réalisation.</td><td>Je pense à l'importance d'un modèle visuel pour « passer » les consignes.</td></tr>
<tr><td>Atelier principal
• Phase de familiarisation :
Un groupe s'approprie rapidement le matériel et commence à classer, l'autre ne fait rien (une élève dit « y faut pas toucher »).
La discussion sur le matériel a permis de voir si le vocabulaire était connu des enfants.
• Phase d'appropriation :
- Appropriation collective :
- L'appropriation collective a globalement été bien comprise
- le fait de laisser la carte découverte une fois qu'on l'a tournée si elle ne fait pas partie de notre famille a permis de voir les différentes stratégies des enfants : aucun enfant n'a pris les cartes découvertes au début, puis l'un d'entre eux l'a fait et d'autres ont fait de même, de plus, il n'y avait pas l'obstacle de la mémorisation spatiale des cartes qui n'était pas utile ici.
- Les élèves sont amenés à verbaliser les critères, certains ont du mal à le faire, même s'ils classent correctement (un enfant met par exemple l'avion à côté de l'hélicoptère et dit « parce que celui-là il vole et celui-là, il tourne »)
- Appropriation individuelle :
- Les deux groupes n'ont pas commencé à jouer en même temps (installation du matériel dans un groupe pendant que l'autre commençait à jouer), par conséquent, un groupe a fini beaucoup plus tôt. Il aurait mieux fallu faire commencer les groupes simultanément.
- Problème du respect du tour de jeu : les enfants n'attendent pas leur tour. Il faudrait <u>matérialiser le tour de jeu.</u>
- Certains enfants ne prennent pas uniquement les cartes de leur famille, ils mettent également les cartes sur les bandes des autres enfants.</td><td>Cela s'avère souvent indispensable</td></tr>
</table>

• ***Phase de jeu*** - tout le jeu a été distribué mais il y a toujours 3 bandes, donc les enfants restent avec l'ancien classement (roule, vole, va sur l'eau), cela a certainement accentué les problèmes de classement de la suite où les enfants restent sur 3 familles. - La passation des consignes s'est faite aux 2 groupes en passant plus ou moins d'un groupe à l'autre, certaines informations n'ont peut-être donc pas été perçues par certains. - Problème de l'enjeu : l'obstacle est renforcé par le fait qu'il faut aller vite, les enfants peuvent comprendre la tâche comme : remplir ses 5 bandes le plus vite possible, et mettre de côté l'idée de famille. Les enfants auraient alors gagné quand ils ont rempli la bande, quelle que soit la façon dont les cartes sont mises. Cela pose également le problème de la validation de l'activité (qui valide, comment)	*Ce problème de la validation a-t-il été résolu.*
- Problème d'organisation spatiale avec les 5 bandes : les enfants n'ont pas le même point de vue sur le jeu (certains voient mal, d'autres voient à l'envers) - Les enfants ne regardent pas ce que font les autres, n'attendent pas leur tour et prennent la carte du voisin. La maîtresse aurait alors dû faire arrêter le jeu et le faire reprendre en ré expliquant la règle et sans quitter le groupe (la maîtresse doit être présente pendant la phase avec obstacle)	*Je suis en accord avec cela.*
- La maîtresse s'est « sécurisée » dans une discussion collective autour du jeu au lieu de reprendre un nouveau jeu pour laisser les enfants chercher. Le résultat a donc été très induit et on ne voit plus les interactions entre élèves. - Problème lié au choix des objets présents : les familles « vole », « roule », « va sur l'eau » sont de même niveau alors que les familles « 2 roues » et « 4 roues » sont des « sous-catégories », de plus, sur le dessin, les objets à 4 roues n'en ont que 2 ce qui rend difficile la perception de ce critère par les enfants (critères qui n'ont d'ailleurs pas émergés) - Les enfants ont réussi à classer selon 3/4 critères, des choses se sont construites en cours de jeu. La réussite est collective mais qu'en est-il pour chaque élève individuellement ? de plus, ce but a été atteint avec l'étayage de l'adulte, par conséquent l'objectif n'est pas atteint.	*Cette remarque est un peu forte.*
Le respect du tour de jeu et la présence de la maîtresse auraient permis de voir le cheminement de chaque enfant, ce qui n'a pas été le cas.	

Fiche de préparation de la séance 2 visionnée.

Discipline : Mathématiques	Séance n° **2**	
Champ d'activité : logique	**Date :** 22.03.01	*Formateur présent à cette séquence d'APP*
Type de situation : apprentissage	**Niveau :** Moyenne section	
Thème : les moyens de transport	**Durée de la séance :** 30 min	
Objectifs notionnels : - Trier et classer des objets	**Matériel :** - 2 jeux de cartes –4 familles et 3 intrus ” - un grand plateau - des feuilles de résultats - 4 bandes de carton - 6 supports - de la colle - des étiquettes avec le prénom des élèves	*Les objectifs sont à préciser.* *Le mot « notionnel » est maladroit.*

Tps	Mode	Déroulement Pour 6 élèves : 2 groupes de 3	Remarques	Tâches élèves	Commentaires de Gaby
3 min	Collectif (aller voir les autres ateliers)	Familiarisation : Un jeu de cartes est laissé à la disposition de chaque groupe.	On a remplacé la famille 4 roues par 3 intrus	Découvrir toutes les cartes du jeu	*Remarque : le minutage semble trop précis pour pouvoir être respecté.*
7 min	Collectif, la présence du maître est indis-pensable	Regrouper les élèves autour d'une table et faire 3 équipes de 2. Sur un grand plateau au milieu de la table sont disposés 4 bandes de carton où les équipes viendront à tour de rôle poser leur carte. Un des jeux de cartes est placé faces retournées sur la table. On a enlevé du jeu un représentant de chaque famille et il est placé sur une des bandes. A tour de rôle, chaque équipe tire une carte et doit la placer sur la bande représentant la famille à laquelle elle appartient, à côté de son représentant. On matérialise le tour de chaque équipe en tournant le plateau vers elle. Les autres équipes doivent attendre que la carte soit posée sur une bande pour intervenir si elles ne sont pas d'accord. –Chaque groupe tire une carte et la place avec sa famille. Pendant ce temps, les autres se taisent. Ils pourront donner leur avis après ”. La partie est terminée quand toutes les cartes sont placées.	**Faire verbaliser** : Donner un nom à chaque famille, qui vole, qui va sur l'eau, qui roule et qui ne peut rien transporter, qui roule et qui peut transporter quelque chose. Faire remarquer qu'il y a 3 cartes par famille et 3 cartes sans famille.	Découvrir les 4 familles de 3 cartes et les 3 intrus.	***Faire verbaliser*** *Cela ne signifie pas grand chose, mais le rôle du maître est ici fondamental…en particulier, .le nom de chacune des familles.* *Dans cette séance* ***il y a deux situations différentes :*** ***SITUATION 1*** *Découvrir les 4 familles de 3 cartes et les 3 intrus.* *L'apport du maître Sera ici très important.* *C'est une phase nouvelle* ***Appropriation des cartes du jeu :*** *les classes sont mises en évidence et explicitement nommées.* *INTERVENIR pour bien fixer les différentes familles.*
7 min		Le maître garde la même place de façon à toujours voir la classe. .	Intervention du maître si besoin pour aider la réflexion		

6 min	Collectif avec le maître	Appropriation : On enlève les intrus du jeu . 3 élèves jouent pendant que les 3 autres regardent. Un élève distribue les cartes. Chaque joueur place ses cartes sur son support à plat sur la table afin que toutes les cartes soient visibles à tous. –Chacun de vous va faire une famille. A tour de rôle, vous allez donner une de vos cartes à votre voisin. Le premier qui a une famille a gagné. On arrête le jeu quand tout le monde a une famille ”. Le maître désigne pour chaque joueur la famille qu'il va faire en nommant cette famille et en plaçant l'un de ses représentants (appartenant au joueur) à gauche sur le support. Quand un joueur a fini sa famille, il place une étiquette portant son prénom dans la case 1^{er}, $2^{ème}$ ou $3^{ème}$ sur la feuille des résultats en fonction de son rang d'arrivée. Quand la partie est terminée, les élèves collent leur étiquette.	La feuille de résultat servira à faire verbaliser les élèves sur ce qu'ils ont fait dans l'atelier, lors du regroupement	Faire une famille→ penser à garder les cartes de leur famille	***SITUATION 2*** Le **« pouilleux »** Découverte du nouveau jeu Pas d'obstacle : cartes visibles et pas d'intrus. ***Appropriation collective,*** avec traces écrites.
7 min	Par groupe le maître va voir les autres ateliers	Chaque groupe regagne sa place et les 2 groupes recommencent le même jeu chacun de leur côté.			***Appropriation individuelle***
	Par groupe	Obstacle : Quand le maître estime que les élèves sont prêts, il introduit dans le jeu de cartes les intrus et demande aux élèves de cacher leurs cartes aux autres, en relevant leur support. –Maintenant, vous aller jouer à faire des familles et vous ne montrez pas vos cartes. Si les élèves ne parviennent pas à franchir l'obstacle, finir la séance par un retour au jeu de l'appropriation	L'obstacle n'est pas forcément introduit en même temps pour chaque équipe. Le maître ne désigne plus les familles. La feuille des résultats est toujours remplie à la fin de chaque partie	Choisir la famille qu'ils vont faire	***Apprentissage*** *face à un obstacle* *La phase avec obstacle n'est pas bien différenciée par rapport à la phase d'appropriation.*

Validation : - par le groupe (et le maître)	**Traces :** - les feuilles de résultats (une par partie)

ANALYSE DE LA SÉANCE DE MATHÉMATIQUES N°2	COMMENTAIRES
La phase d'appropriation collective est essentielle. L'enseignant ne doit absolument pas être dérangé par les élèves des ateliers satellites durant ce moment. Il ne doit donc pas hésiter à renvoyer fermement les élèves perturbateurs.	*C'est un peu fort comme remarque.*
Il ne faut pas oublier de changer le ton de sa voix à ce moment là pour que les élèves puissent distinguer ce qui est de la consigne de ce qui ne l'est pas ! La théâtralisation de tout acte et de toute parole est très importante en maternelle pour capter l'attention des élèves. De même, le placement de l'enseignant est fondamental. Il ne doit gêner aucun élève de l'atelier dans leur vision de ce qui se passe (se mettre plutôt où il n'y a pas d'enfants) et il doit pouvoir surveiller toute la classe d'un coup d'œil.	*C'est effectivement très important*
La disposition spatiale des tables et le placement physique de l'enseignant et des élèves sont donc à réfléchir dés la fiche de préparation. Profiter de la phase de familiarisation et de celle de l'appropriation individuelle pour faire le tour des autres ateliers.	*C'était prévu à la préparation.*
La phase d'appropriation collective : - Avoir choisi les élèves qui vont jouer et ceux qui vont regarder : va-t-on faire regarder ceux qui ont le plus de mal ? C'est une question à laquelle l'enseignant doit répondre.	*Les deux choix se justifient*
- Solliciter tous les élèves avec des gestes, des regards, s'asseoir avec eux. Surtout ne pas s'enfermer dans un dialogue avec un seul élève. Parler peu, agir beaucoup. Il faut que les élèves sentent l'enseignant avec eux. - Dans cette phase, les élèves ne doivent rencontrer aucun obstacle ! Il ne faut surtout pas hésiter à enseigner. Cette phase sert à ça. Dans la situation, il ne fallait manquer aucune occasion de nommer les familles et de les faire nommer par les élèves. L'apprentissage se fait aussi par imprégnation. Expliciter ce que l'on fait, le dire sinon les élèves restent dans l'implicite.	*A expliquer la tâche … l'institutionnalisation des noms des familles est nécessaire (cf séance n°1)*
- Si on remarque que l'appropriation n'est pas faite, reprendre la phase collective	*Peu clair.*
Quand on remarque que l'appropriation collective n'a pas marché (lors de l'appropriation individuelle), il vaut mieux arrêter l'activité, passer à autre chose et réfléchir plus tard à ce qui a provoqué l'échec. L'enseignant est là pour tous les élèves, il ne peut donc pas se permettre de perdre trop de temps.	*Il faut oser arrêter une séance qui ne fonctionne pas.*
La fiche de préparation est très mauvaise. Entre autre, elle ne met pas en évidence que la phase d'appropriation est la partie la plus importante de la séance, c'est donc celle à qui on doit consacrer le plus de temps. Or dans la réalité, c'est la première partie qui à pris beaucoup de temps alors qu'elle ne devait être qu'un rappel, un moment de verbalisation intense ! A la fin de l'appropriation collective, il aurait fallu institutionnaliser, c'est à dire renommer chaque famille.	*La confusion entre les deux activités demeure.*
En conclusion, retenons qu'il ne faut surtout pas hésiter à **enseigner**, et que l'**imprégnation** est un moyen d'apprentissage qui demande de beaucoup verbaliser et faire **verbaliser**.	*Cela est à revoir.. pour plus de clarté concernant le rôle du maître*

Fiche de préparation de la séance 3

Formateur non présent, séance visionnée.

Domaine d'activité : des instruments pour apprendre	Niveau : MS Séance n° : 3	
Objectif : Identifier des propriétés communes à des objets et les nommer	Matériel : Plateau de jeu Cartes 4 bandes	*Confusion tâche et objectif.*
Tâche de l'élève : Classer les cartes	Procédures attendues : -mémoriser les familles -verbaliser -confronter comparer	

<table>
<tr><td>organisation</td><td colspan="2">PHASE 1 : reconnaissance des familles

6 élèves : 3 équipes de 2 élèves
le maître reste à sa place et fait bouger le plateau</td><td rowspan="6">Rôle très important dans cette phase de la séance car il faut bien repérer les 4 familles pour pouvoir jouer au jeu suivant.</td></tr>
<tr><td>matériel</td><td colspan="2">Un plateau et 4 bandes avec un indicateur de famille
Le jeu est retourné et chaque équipe pioche</td></tr>
<tr><td colspan="2">déroulement

1 équipe tire une carte, la place et nomme la famille.</td><td><u>rôle du maître</u>

-faire verbaliser : le maître répète la famille à chaque tour de jeu
-faire identifier la notion d'intrus
-institutionnaliser les 4 familles</td></tr>
<tr><td>organisation</td><td colspan="2">PHASE 2 : appropriation collective

6 élèves : 3 groupes de 2
(un joueur, un observateur)</td></tr>
<tr><td>Matériel</td><td colspan="2">Chaque élève a 1 bande
1 élève distribue les cartes</td></tr>
</table>

déroulement	rôle du maître	
une fois les cartes distribuées, le maître fixe un indicateur et nomme la famille à faire : -va sur l'eau -vole -roule -roule et ne transporte pas de personne but : faire sa famille fin du jeu : redire les familles	-fixer la famille -dire le but du jeu -expliquer la règle : tu donne au voisin une carte qui ne t'intéresse pas, le voisin pose la carte dans son jeu et donne une carte qui ne l'intéresse pas. Quand on a gagné on continue, le jeu s'arrête quand tout le monde a fait se famille	

	PHASE 3 : appropriation individuelle	
Organisation	6 élèves : 2 groupes de 3 avoir un référent dans chaque groupe (mixer les groupes)	
Matériel	Chaque élève a 1 bande 1 élève distribue les cartes	
déroulement	**rôle du maître**	
un enfant distribue les cartes, le maître fixe les familles à faire avant d'aller aux ateliers satellites les enfants font une partie	fixer la famille	*Pas d'obstacle prévu.*

Analyse de la séance de math n° 3 :

Logique Moyenne section

Lancement des ateliers

Rôle de l'enseignant :

Une fois que tous les ateliers ont été présentés, il faut faire une synthèse afin de :

I. Rappeler le lieu de l'atelier
II. Donner le matériel
III. S'il y a un groupe de besoin, nommer les enfants du groupe.

Cette récapitulation est nécessaire pour éviter que les enfants ne sachent pas où aller lors de la répartition libre dans les ateliers. Il est très important de redonner le nom des enfants de l'atelier principal pour qu'ils ne s'éparpillent pas dans les ateliers satellites et pour ne pas que d'autres prennent leur place.

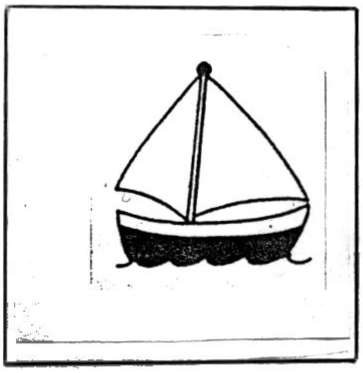
Présentation par un enfant de son travail :
Lors de la formulation de la question qui permet à l'enfant d'expliquer sa démarche, il faut choisir la question " pourquoi ? " qui va l'amener à donner la consigne, à dire ce qu'il faut

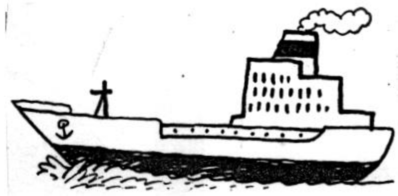
faire. L'enseignant a demandé " qu'est-ce que tu as collé ? ", l'enfant a répondu " faut coller trois choses ". Dans ce cas, il n'a pas expliqué mais donné la réponse.

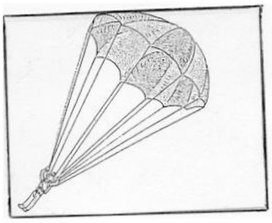
Atelier principal

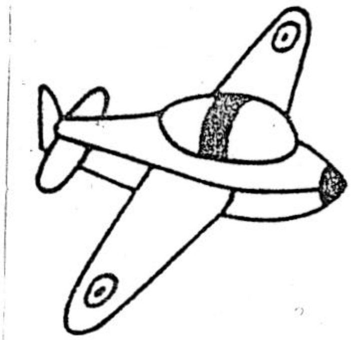
Ok.	Prise de décision de l'enseignant : Pour le jeu de logique, l'enseignante de la classe avait déterminé un groupe de besoin. Or, il nous a fallu pour cette dernière séance choisir un autre groupe. Il s'est avéré que ces enfants avait déjà acquis dans ce domaine des compétences qui faisaient obstacle lors de l'appropriation (phase de jeu sans obstacle). En effet, ils anticipaient sur leur famille, repérant tout de suite la carte et voulant la mettre dans leur jeu sans attendre leur tour. Le rôle de l'enseignant est important ici : si les enfants sont déjà avancés, il faut passer directement au jeu avec obstacle.
Consigne effectivement importante à faire respecter.	Régulation de la prise de parole dans le groupe : Avant de passer à la phase d'appropriation du nouveau jeu, les enfants ont joué à un jeu plus facile qui permettait à l'enseignant de voir si tous les enfants avaient compris les familles et de faire repréciser les familles. Chaque binôme jouait à tour de rôle ; il devait placer une carte dans la famille et donner le nom de celle-ci. Mais à l'intérieur du binôme, c'était souvent le même enfant qui parlait, ce qui n'a pas permis de savoir qui avait compris. C'est pourquoi il est essentiel de réguler la prise de parole en fixant une règle : c'est celui qui a la carte dans la main qui dit la famille, les autres interviennent après. Cela permet de voir quelles acquisitions sont faites pour chaque enfant. Il faut préciser que le fait de jouer à deux avec le même support est un objectif d'apprentissage de la socialisation.
Ceci me paraît fondamental et correspond à un défaut classique de débutant.	Les paroles de l'enseignant : Lors de l'appropriation collective, il faut veiller à ne pas trop parler et ne pas hésiter à se mettre en retrait, en position d'observateur. L'enseignant a l'impression de tout contrôler en parlant tout le temps or c'est le contraire qui se produit (les enfants se désintéressent du jeu). **Il faut mesurer ses paroles, repérer les moments où elles sont importantes :** moments clés qui vont permettre de relancer le jeu, de questionner ou **d'institutionnaliser une connaissance.** En dehors de ces moments, il est plus pertinent de se mettre en retrait pour observer les enfants. Au début du jeu, l'enseignant doit donner le but du jeu pour que les enfants sachent pourquoi ils jouent.

MATÉRIEL (1)

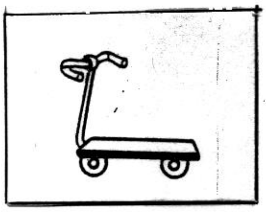


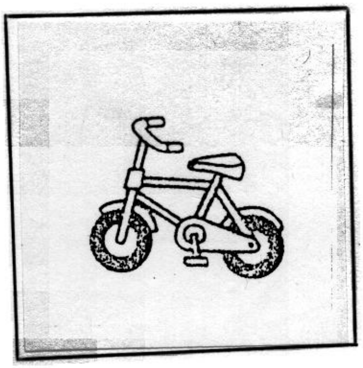


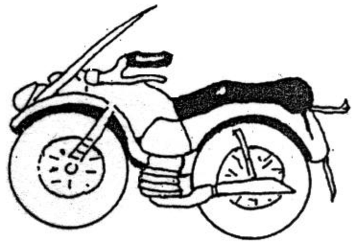


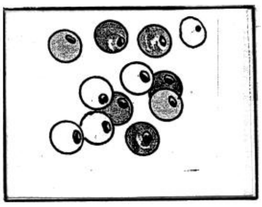


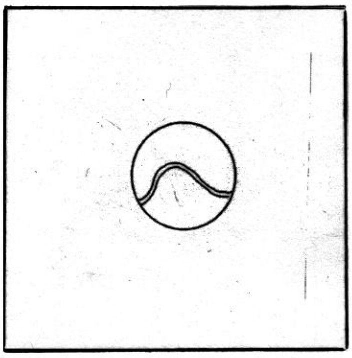
Matériel (2)

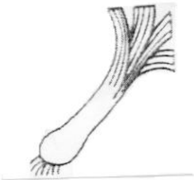


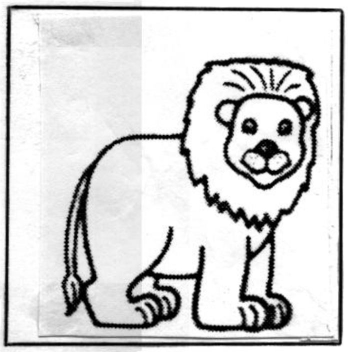


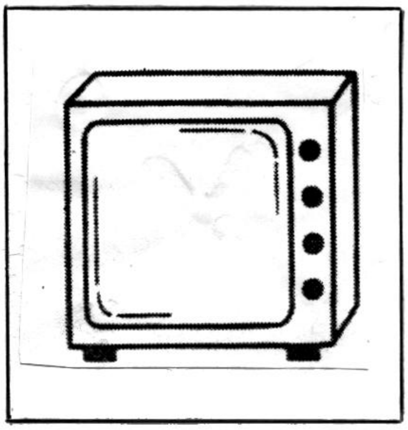












Atelier A2

FAIRE DES MATHEMATIQUES EN JOUANT AU BILLARD "EXPÉRIMENTER - MODÉLISER - RAISONNER"

Louis ROYE professeur honoraire de l'IUFM de Lille
Marc PICOT professeur au Collège Mermoz de Faches-Thumesnil
IREM de Lille

Objectifs de l'atelier:
Cet atelier avait pour but de montrer que, à partir d'observations, d'actions et d'expérimentations, on peut amener les élèves à modéliser, puis à raisonner.
On peut penser que ces deux étapes sont un préalable intéressant à l'activité de démonstration que les élèves rencontreront au Collège.
Dans l'enseignement traditionnel, on présente directement les notions et/ou les lois de la géométrie théorique plane.
A contrario, ici, on utilise une démarche inverse : à partir de problèmes posés en situation, les élèves sont amenés à élaborer eux-mêmes des outils qui sont ensuite explicités. Les notions ainsi élaborées sont alors réinvesties dans d'autres activités.
Le billard est un exemple particulièrement propice : autour d'un billard, les élèves expérimentent en jouant ; puis, ils essayent de découvrir certains "principes".
Avec les élèves de CM, ce sera l'occasion de rencontrer des notions telles que : la droite, le rectangle, le repérage, les représentations, l'orthogonalité, les angles...
En classe de 6ème, on approfondit surtout les notions de droite, d'angle et en essayant de découvrir les lois qui régissent les trajectoires, on découvre des symétries axiales.
Avec les plus grands, on expérimente avec des sphères et des représentations modélisées : des cercles ; les activités de démonstration en découlent.
Cet atelier s'est déroulé en deux parties : la première partie (deux heures) "in situ", dans un club de billard et la deuxième (deux heures), en "classe", où a été mis en évidence l'activité de raisonnement.

Préambule:

Le compte-rendu complet de l'atelier constituerait un important document.
Pour la clarté de l'exposé, nous avons fait le choix de ne présenter, dans les Actes, que les grandes lignes, en décrivant deux activités, comme illustration :

1) anticiper une trajectoire après un rebond
2) comment réaliser un point « une bande avant ».

Nous sommes en train de rédiger un compte-rendu plus exhaustif de toutes les expériences déjà réalisées avec des élèves de cycle 3 et de Collège. Il sera mis en ligne (sans doute pour février 2002 ?…) sur le site : bccoronchin.com.

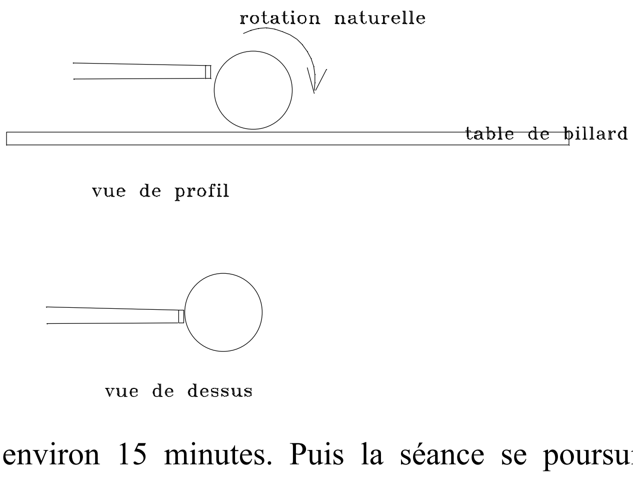
Des élèves au billard ?

J'accompagne régulièrement mes élèves (6ème à 4ème)dans la salle de billard voisine et j'accueille des classes de Cours Moyen. Les apports de cette activité sont principalement de trois ordres; elle permet à chaque élève de:

1. mettre en relation avec son propre corps des concepts, qui sont habituellement représentés par des dessins et formulés : *"Les angles, les droites de mon cahier sont-ils les mêmes que ceux que je perçois avec mes sens ? "*
2. découvrir empiriquement, par l'observation, des lois puis tenter de les formuler. Préciser leur domaine de validité .
3. faire ses premiers pas vers la modélisation : assimiler la bille à un point, considérer que la bille roule sans effet, négliger certains paramètres (frottement, enfoncement de la bande, force du coup de queue), tenter de comprendre pourquoi la trajectoire prévue ne correspond pas à la réalité (rectitude du coup de queue). Avant d'aborder la théorie, les élèves s'approprient le billard.

Premiers pas sur un billard

Le club local nous reçoit avec plaisir et met à notre disposition des tables de billard .La séance commence par une prise en main du matériel, après avoir donné aux élèves les consignes élémentaires pour que chacun puisse jouer : position du corps, tenue de la queue, mouvement pour propulser la bille.
Le principe du jeu est alors rappelé : la bille du joueur, poussée par la queue, doit frapper les deux autres billes ; le joueur marque un point et rejoue jusqu'à ce qu'il échoue (ne touchant qu'une bille par exemple).
Lorsqu'on emmène une classe, il faut prévoir un billard pour 4 à 8 élèves. Chacun leur tour, ils poussent la bille vers un point proposé par un camarade : un point sur le billard, puis sur la bande, et enfin sur une deuxième bille. Pour chaque élève, placer son corps est la première difficulté.
La queue doit rester horizontale. La bille est frappée par le procédé [1] au-dessus du centre, sur le grand diamètre vertical (sinon, la bille recevra de l'effet soit à gauche, soit à droite). On découvre ainsi le "roulement naturel" (rotation de la bille le long d' un grand cercle vertical, vers l'avant) ; du fait des frottements dus au drap, une bille qui ne rencontre aucun obstacle finira toujours par rouler naturellement, quel que soit l'effet donné initialement.

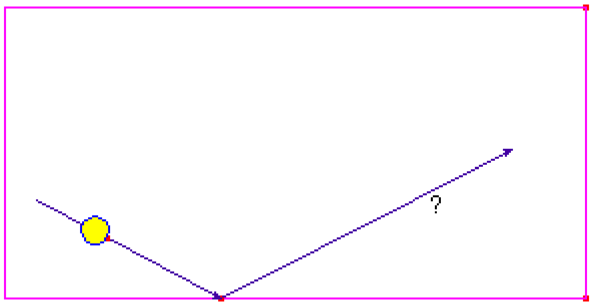


Cette découverte dure environ 15 minutes. Puis la séance se poursuit par des exercices proposés aux élèves.
Un texte complet sur les différentes activités menées sur le billard avec des élèves de CM et de Collège est en cours d'élaboration à l'IREM de LILLE . Ici, nous nous contentons d'illustrer la démarche suivie à travers deux exemples.

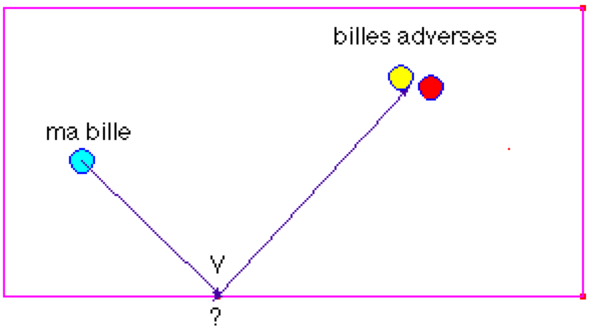
[1]Le procédé est une rondelle de cuir collée au bout de la queue de billard, pour éviter le dérapage au moment où la bille est frappée.

Exemples d'activités.

1) *Prévoir la trajectoire d'une boule après réflexion sur une bande :*



2) *Prévoir en quel point d'une bande doit s'effectuer la réflexion pour atteindre le point de billard*



pour faire le point "bande avant", le point de visée V est-il correct ?

Première phase : *appropriation du problème par les élèves*
Les élèves effectuent leurs premières tentatives de résolution par des essais sur la table de billard. Cette phase vise l'élaboration d'un questionnement, qui sera examiné dans la phase 3, et non l'obtention d'un produit fini. Le billard valide ou invalide les propositions des élèves.
L'enseignant règle la durée de cette phase suivant les premiers résultats obtenus .
Les élèves sont prévenus : l'objectif qui leur est proposé est d'étudier la situation, de faire des remarques sur la manière dont on pourrait prévoir la trajectoire *avant* de jouer. Ces remarques peuvent s'accompagner de dessins. Il va de soi que cette anticipation est indispensable pour le joueur de billard.
Cette phase offre à l'enseignant un moment privilégié pour l'observation des "comportements" des élèves pendant leurs tentatives de réalisation ; cela lui permettra d'en tenir compte pendant la mise en commun des résultats.

Deuxième phase : *Arrêt, temps de réflexion.*
Les élèves sont encore dans l'action, il faut leur laisser le temps d'évoquer ce qu'ils viennent de faire.

Troisième phase: *Mise en commun ; analyse collective (*phase de modélisation*)*
On attribue des significations géométriques aux éléments de la situation, par exemple pour une utilisation raisonnée des différents repères, notamment les mouches[2]. On apprend à analyser dans un but précis. Un problème est alors formulée, pour être réalisé ensuite personnellement par chaque élève : déterminer le point de la bande où la réflexion doit se faire.

Les élèves font des dessins, expriment leurs remarques en s'aidant de représentations graphiques. Les interactions élèves-élèves, élèves-professeur amènent les élèves à s'approprier un modèle, qui leur permettra de résoudre géométriquement le problème. Le modèle s'élabore progressivement en évacuant l'effet, la force, la grosseur de la bille, les frottements, les maladresses du geste,… Il ne prétend pas expliquer le phénomène dans sa complexité, mais à le rendre intelligible [3].

Quatrième phase : *Réalisation individuelle. Auto-contrôle*
L'enseignant intervient pour faire étudier les erreurs : sont-elles de nature théorique, sont-elles dues à la maladresse, ou à une erreur de raisonnement, à la nature du coup de queue (massé, rétro,…), ? etc.… Les trajectoires proposées et réalisées par les élèves sont comparées.

Cinquième phase : *Mise en commun :*
On élabore des notions nouvelles : angles, symétries, droites, trajectoires. On utilise les instruments de géométrie connus (règle, équerre, compas) ou nouveau (rapporteur). On met en évidence les différentes stratégies utilisées par les élèves.
On apprend à s'exprimer : vocabulaire, syntaxe, logique.
C'est le moment le plus ingrat de l'activité : elle se fait en classe, et il faudra apprendre la leçon constituée par les connaissances ainsi dégagées !
L'expérience vécue sur le billard permettra de réactiver une notion éventuellement mal comprise par l'élève.

Conclusion

D'autres notions peuvent être abordées (pratiques ou/et théoriques). Cet atelier a permis de réfléchir sur la liaison entre théorie et réalité. Certaines notions théoriques ne peuvent surgir que de la réalité, et, inversement, la mise en situation physique fait émerger des situations imprévues. Par exemple, l'activité suivante, proposée à des élèves de 4ème, montre que la bille ne touche pas la bande au point visé, et, du coup, le billard a "rétréci " d' une épaisseur de bille sur la longueur et la largeur.
Ce facteur ne peut pas être négligé par le joueur qui aurait besoin d'augmenter sa précision.

COMPLEMENTS

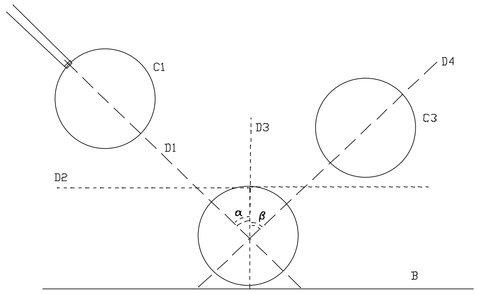
1) Un autre exemple

Consigne:

[2] Les mouches sont des points dessinés sur les bords du billard ; les joueurs s'en servent beaucoup pour l'élaboration de leurs coups.
[3] « Tout cela se passe comme si … » et non « tout cela se passe comme cela et seulement comme cela ».

La bille, poussée dans la direction proposée, frappe la bande et rebondit. Représenter cette bille dans plusieurs positions, notamment la position qu'elle occupe au moment où elle touche la bande, et une de ses positions après le rebond.

Cet exercice permet d'introduire la notion de distance d'un point à une droite. Il est nécessaire de construire la parallèle à la bande située à 31 mm de cette bande. Voir figure ci-dessous.



L' approche de la modélisation est très importante : la bille est souvent remplacée par un point; sa trajectoire, c' est la trajectoire de son centre de gravité; négliger les effets sur la bille, c' est se rendre compte qu 'ils nécessitent une approche différente, combien riche et sympathique pour les mécaniciens. Quel étonnement quand on s'aperçoit que la trajectoire de la bille sur le billard n'est pas toujours une droite ...Que de questions à se poser. Mais ceci est une autre histoire!

2) Pour en savoir plus :

Un livre : "Billard", Théorie du Jeu, par Régis Petit (Éditeur Chiron en collaboration avec la Fédération Française de Billard) constitue une simplification abordable de l'ouvrage de Coriolis, qui s'adresse plutôt à ceux qui s'intéressent à la mécanique.
Pour apprendre à jouer, le plus simple est de prendre contact avec un club.
Pour les débutants, la Fédération Française de Billard propose un Cahier Pédagogique
d' Accueil et d' Initiation à l'usage des animateurs de clubs (écrit par le champion de France Marc Massé).
La FFB prête des billards aux établissements qui en font la demande.

Atelier A3

RÉSOLUTION DE PROBLÈMES AU CYCLE 3 un dispositif de formation continue PE[1]

Animatrices : **Laurence MAGENDIE** et **Sylvie SABOTIER**
IUFM Orléans-Tours, site de Blois.

Dans le cadre de la formation continue 1er degré du Loir et Cher, nous avons mis en place pendant l'année scolaire 2000-2001 un stage autour de la résolution de problèmes en cycle 3, pendant huit journées réparties sur l'année : une semaine début octobre puis une journée tous les 2 mois. Cette alternance nous a permis de donner aux enseignants le temps et les moyens de réfléchir et d'échanger sur leur pratique de l'enseignement des mathématiques, tout en leur apportant des repères théoriques fondamentaux. Au cours de l'année, tous les stagiaires ont reconnu avoir modifié leurs conceptions et pratiques pédagogiques.
Lors de l'atelier, nous avons présenté ce dispositif et, avec l'ensemble des participants, nous en avons poursuivi et enrichi l'analyse. Nous avons ensuite élargi la discussion en partageant nos pratiques de formation continue dans les différents départements dont nous étions issus.

A. UNE ACTION DE FORMATION CONTINUE DANS LE LOIR ET CHER.

LE CADRE GÉNÉRAL DU STAGE.

Un contexte institutionnel particulier.

Dans le Loir-et-Cher, depuis plusieurs années, il n'y avait plus de stages identifiés spécifiquement "mathématiques" dans le plan départemental de formation 1er degré. Pourtant, les inspecteurs et les enquêtes menées auprès des maîtres signalaient des besoins importants. Pour 2000-2001, l'IUFM a été étroitement associé à l'écriture du cahier des charges du Plan Départemental de Formation. Nous avons, notamment grâce à l'appui d'un IEN, obtenu 8 jours de stage sur la résolution de problèmes en cycle 3 et pu les répartir en une semaine suivie de 4 journées (une tous les deux mois).

En outre, parce que le fonctionnement départemental de l'IUFM est relativement souple et que les formateurs intéressés ont accepté une part non négligeable de bénévolat, l'ensemble des journées a été suivi par la PIUFM responsable du stage accompagnée souvent, en plus de l'intervenant responsable de la séance, d'au moins un maître formateur. Une telle organisation nous a permis d'une part de maintenir un véritable fil conducteur entre les différentes interventions, et d'autre part de mieux articuler théorie et pratique.

[1] Sur le même thème, on pourra consulter la contribution de C. Houdement, C. Taveau et P. Eysseric "Résolution de problèmes : quelques propositions en formation", Les Cahiers du Formateur, tome 4 (Séminaire COPIRELEM d'Agen, novembre 2000).

Nos objectifs et a priori pédagogiques.

Deux objectifs principaux :

- Permettre aux stagiaires d'approfondir leurs connaissances concernant les mathématiques et leur enseignement.
- Leur permettre de développer leurs compétences professionnelles (relatives à l'ensemble des disciplines).

Présupposés :

- Tout enseignant a des compétences professionnelles réelles sur lesquelles on peut s'appuyer.
- Pour que les stagiaires évoluent, ils doivent simultanément se sentir déstabilisés et soutenus.
- "La" méthode idéale d'enseignement n'existe pas, mais certaines pratiques sont plus efficaces que d'autres.
- Tout changement professionnel s'inscrit dans la durée, on ne peut exiger une révolution.
- Les enseignants ressentent le besoin d'échanger sur leurs pratiques, mais ils n'en ont guère la possibilité.

Conséquences :

- Une répartition des journées de stage sur toute l'année, avec 4 fois une journée de retour.
- Une mise en confiance rapide des stagiaires par l'établissement d'une ambiance conviviale et un refus de jugement sur leurs pensées et/ou leurs actes.
- Des mises en situation systématiques avec analyse des vécus pour faire émerger les questions.
- Pas d'apport théorique sans question préalable et des réponses souvent différées dans le temps.
- Intervenants nombreux (8) et d'origines diverses, souvent en co-animation.
- Du temps pour les échanges.
- Des propositions concrètes de situations pouvant être exploitées avec les élèves.
- Des mises en commun et analyses des réussites et difficultés apparues lors de la mise en place en classe de ces situations ou d'autres.
- Des références bibliographiques simples.

LE DÉROULEMENT DU STAGE.

Le calendrier.

La semaine initiale.

Située début octobre pour pouvoir impulser une dynamique sur l'année.

Inconvénient : les candidatures devaient être déposées en juin (septembre pour les autres stages), et il n'y a eu que 12 inscrits dans les délais.
Avantage : le faible effectif du groupe a facilité la mise en confiance et les échanges collectifs.

Les journées de retour.

Une journée tous les deux mois : novembre, janvier, mars, mai.

On craignait une lassitude en cours d'année avec une diminution des présences : il n'en a rien été. Un seul stagiaire a "disparu" après novembre. Tous les autres ont été assidus et se sont dits satisfaits d'un tel suivi, et toujours contents de "revenir".

Les intervenants. (cf. annexe 1)

Huit au total : une PIUFM, responsable officielle du stage, cinq maîtres-formateurs, dont une directrice d'école d'application -co-organisatrice du stage- et une conseillère pédagogique de circonscription, un professeur de mathématiques en collège, formateur 2nd degré et chargé de la liaison CM2-6ème, et un conférencier, Roland Charnay.

Pour chaque séance, un responsable "officiel" mais présence effective d'au moins un autre formateur (souvent 2, voire 3). Les séances ont été majoritairement préparées en équipe, et, dans tous les cas, respectaient, dans la diversité, la continuité et la cohérence du stage.

Le planning prévisionnel. (cf. annexe 1)

Pour la 1ère semaine, nous avons essayé d'établir une progression cohérente dans l'étude des notions didactiques mais il a fallu tenir compte des journées de disponibilité des différents intervenants ...

La conférence pédagogique.

Prévue dès la conception du stage, elle concluait et prolongeait le travail effectué lors de la 1ère semaine. Mais parce qu'il aurait été dommage que seule une douzaine de personnes puisse profiter de cette intervention de Roland Charnay, nous avons souhaité, en accord avec l'Inspection Académique, l'ouvrir à tous les maîtres de cycle 3 des circonscriptions avoisinantes ainsi qu'aux PE2. D'où sa place un samedi matin.

Les retours.

- une demi-journée pour échanger sur les activités menées en classe (présentation et analyse des points positifs et des difficultés rencontrées, utilisation des productions d'élèves).
- une demi-journée de préparation de séquences sur un thème mathématique précis avec apports théoriques et/ou didactiques sur ce thème.

Nous avons adapté cette grille horaire "a priori" en fonction des demandes des stagiaires, de la plus ou moins grande richesse de leurs comptes-rendus de séquences, de la difficulté "théorique" des thèmes étudiés (notamment la proportionnalité).

LE CONTENU DU STAGE.

La plupart des situations utilisées sont des grands "classiques" de la formation (cf. annexe 2).

Dans ce qui suit, les remarques en italique sont issues des discussions avec les participants à l'atelier.

Le "Q-sort" initial. (cf. annexe 3)

La consigne était : « Pour chacune des affirmations ci-dessous concernant les problèmes, indiquez si vous êtes plutôt d'accord ou plutôt pas d'accord. ». Nous n'avons demandé que des réponses individuelles et anonymes.

Notre objectif était de permettre à chacun de commencer à se poser des questions sur sa représentation d'un problème mathématique et d'obtenir un panorama initial du groupe vis à vis de ces représentations.

La redondance voulue de certaines affirmations sous des formes diverses devait nous permettre de relever d'éventuelles contradictions et/ou des difficultés relatives à la logique et au vocabulaire mathématique (un, tout, certains,...). Le manque de temps global ne nous a pas permis de l'exploiter mais cela ne nous a pas paru essentiel.

Après discussion lors de l'atelier, il s'avère que l'appellation Q-sort peut sembler ici abusive : l'utilisation habituelle d'un "Q-sort" serait de permettre une confrontation d'arguments entre stagiaires (et formateurs) à partir d'une liste d'affirmations (21 exactement au départ, chaque stagiaire pouvant éventuellement en ajouter une). Après réflexion individuelle, les stagiaires sont répartis par petits groupes dans lesquels ils doivent choisir collectivement "les 3 affirmations avec lesquelles, vous êtes le plus d'accord, et les 3 avec lesquelles vous êtes le plus en désaccord". Ce travail en petits groupes est repris par groupes de 9, puis suivi d'une mise en commun avec nouvel échange d'arguments dans lequel peut intervenir le formateur. Ce n'est pas ce que nous souhaitions en ce début de formation.

Après cette réflexion individuelle, les stagiaires ont, par groupes de 4, rédigé des affiches répondant à la question "qu'est-ce qu'un problème" (cf. annexe 4). Nous n'avons pas commenté ces affiches, ayant prévu de les comparer en fin de stage avec de nouvelles productions. Les différents points contenus dans ces affiches nous semblaient évoquer déjà l'essentiel de ce que nous entendions nous-mêmes par "problème". Mais les mêmes mots peuvent être compris différemment par les formateurs et la majorité des stagiaires et ils n'impliquent pas les mêmes pratiques d'enseignement. Nous avions fait le choix délibéré de ne pas éclaircir d'emblée de tels écarts probables, écarts confirmés par la suite lors des débats avec les stagiaires. Notre objectif durant ce stage était de réduire peu à peu cette distance entre nos conceptions de l'enseignement et les pratiques effectives des stagiaires.

L'articulation théorie-pratique.

Les notions théoriques, mathématiques et didactiques, indiquées sur le planning prévisionnel (cf. annexe 1) ont été abordées soit sous forme d'exposés, soit, le plus souvent et de façon plus ou moins explicite, au cours des discussions qui suivaient les mises en situation. Un nombre non négligeable de questions soulevées lors de la semaine initiale a volontairement été renvoyé à plus tard. Ces questions ont réapparu lors des journées de retour : les réponses données par les formateurs et l'ensemble du groupe ont alors pu s'appuyer sur une pratique de classe effective.

Exemples de questions soulevées et traitées :

- La signification et l'utilisation du signe "=", l'usage des parenthèses.
- Pourquoi faire travailler le calcul mental puisque les élèves ne l'utilisent pas lors des résolutions de problèmes ?
- Quelle technique opératoire de la soustraction doit-on enseigner et que fait-on quand les élèves n'utilisent pas tous la même ?
- Comment conclure une séance de résolution de problèmes quand on a accepté plusieurs procédures ? Quelle trace écrite ?

- Comment doit-on faire présenter les réponses aux problèmes ?
- Il faut du temps pour laisser les enfants chercher des problèmes : et le programme ?

Le peu de temps dont nous disposions (relativement à nos ambitions) nous a contraint à choisir : nous avons maintenu les mises en situation préalables à tout apport "théorique" et privilégié les moments d'échanges de pratique et de réflexion commune. Ce fut aux dépens des "préparations de séquences".

Préparation de séquences en formation continue ?

Lors de l'atelier, nous avons discuté du lien entre une préparation de séquences commune et la richesse des analyses lors des retours.

Deux points de vue opposés sont apparus :

- *des préparations collectives avec analyses a priori approfondies facilitent la mise en œuvre des séquences et engendrent des retours plus intéressants.*
- *des préparations trop précises peuvent limiter l'adaptation nécessaire des situations à la classe et à leur enseignant. Leur mise en œuvre est alors décevante et l'analyse a posteriori aussi.*

Nous avons, de fait, expérimenté les deux cas : préparation quasi inexistante (présentation magistrale d'une activité proposée par Ermel) ou approfondie (travail en petits groupes pendant plus d'une heure, panorama des différentes mises en œuvre possibles, étude des variables didactiques, recherche des procédures utilisables, etc.).

Lors des retours, la richesse des analyses de ces séquences a été essentiellement liée au nombre de mises en œuvre effectives, indépendamment de la qualité des préparations.

Pour décider d'utiliser ou non dans leur classe l'une des activités proposées, les stagiaires se sont principalement basés sur deux critères :

- *le thème doit être vraiment "au programme" : c'était le cas de la division et de la proportionnalité mais pas des problèmes additifs et soustractifs.*
- *l'activité permet une différenciation assez simple à mettre en place : la plupart d'entre eux avait un cours multiple avec 2 ou 3 niveaux.*

UN BILAN DU STAGE

Nous ne sommes pas allés dans les classes des stagiaires et ne connaissons leurs pratiques qu'à travers leurs paroles. Cet indicateur nous permet cependant de faire un premier bilan de cette formation.[2]

Les enseignants inscrits à ce stage étaient d'origine et de sensibilité très diverses. Certains sont venus parce qu'ils aimaient "faire et faire faire des maths", d'autres au contraire parce qu'ils s'y sentaient en difficulté. Les derniers souhaitaient seulement conforter leurs pratiques et approfondir leurs connaissances. Nous nous sommes efforcés de ne décourager ni d'écarter personne.

[2] Notre objectif était modeste : faire évoluer les pratiques des stagiaires vers des "modèles idéaux". Nul doute que, pour certains d'entre eux, la distance entre leur pratique réelle et ces "modèles" soit encore grande...

Premiers effets.

Dès le 1er retour, nous avons pu constater des évolutions des pratiques de classe chez tous les stagiaires, chacun à son niveau.

Les moins "téméraires" ont autorisé et même encouragé les procédures personnelles des élèves lors des résolutions de problèmes. Tous, sauf un, ont "osé" faire travailler les enfants en groupe (au moins par 2) : pratique habituelle pour certains, elle était bannie par les autres, surtout en mathématiques. Beaucoup ont estimé qu'ils avaient changé d'attitude face aux erreurs des enfants, en mathématiques et dans les autres disciplines.

Ces évolutions se sont confirmées tout au long de l'année.[3]

Investissement des stagiaires.

Entre deux journées de stage, les stagiaires étaient sensés mettre en œuvre les activités préparées. Certains l'ont d'abord fait par obligation, puis ont apprécié de voir que l'on ne jugeait ni ceux qui s'en étaient dispensé, ni ceux qui avaient "raté" leur séance. D'autres se sont toujours investis avec plaisir.

À chaque retour, entre 8 et 10 stagiaires avaient "fait quelque chose", sauf une fois : de janvier à mars, 3 d'entre eux seulement ont utilisé des situations additives et soustractives. En dehors du choix du thème ("hors programme" : difficulté déjà citée), les stagiaires ont surtout évoqué le manque de temps (classe de neige, carnaval, vacances...). Peut-être y avait-il aussi une certaine lassitude, de la fatigue, ou le désir de profiter de la "non-obligation"?

Paroles de stagiaires.

Lors de la dernière journée, avant de faire un bilan collectif, nous avons demandé à chacun de répondre à quelques questions (cf. annexe 5).
Il ressort de ces réponses et de la discussion qui a suivi une satisfaction générale vis à vis de la structure globale du stage et de ses principes de mise en œuvre : retours réguliers tous les deux mois, références au vécu de chacun, échanges, partage et analyse des pratiques de classe.

Trois stagiaires auraient souhaité pouvoir préparer personnellement, avant les retours, les notions théoriques qui y seraient traitées (nous ne l'avions ni demandé ni suggéré et personne ne l'a fait spontanément, alors même que le thème a toujours été annoncé auparavant sauf la 1ère fois).
Pour un autre stage du même type que nous aurions à organiser, un stagiaire nous suggère une étude comparative des manuels et un autre un travail plus explicite sur les progressions.

Du côté des formateurs.

Nous sommes déçues (et frustrées) d'avoir manqué de temps par rapport à nos ambitions initiales : trop de notions, mathématiques ou transversales, n'ont pu être approfondies. Les préparations de séquences ont été trop souvent écourtées et les productions d'élèves n'ont pas été suffisamment exploitées. Comme les stagiaires le suggèrent, on aurait pu essayer d'ajouter un travail sur les manuels et les progressions. Mais il fallait faire des choix : nous avons volontairement privilégié notre souci de partager "une certaine" conception de l'apprentissage.

---

[3] Pour une réelle analyse des effets d'un stage, on pourra consulter *Effets d'un stage de formation continue en géométrie sur les pratiques d'enseignants à l'école primaire*, Danièle Vergnes, dans Recherches en Didactique des Mathématiques, vol 21, 2001.

De ce point de vue, nous sommes satisfaites : nous avons particulièrement apprécié la grande qualité d'écoute et de respect à l'intérieur du groupe, ainsi que la motivation, l'investissement et l'évolution de chacun des stagiaires dans ses représentations personnelles et dans sa pratique professionnelle.

Cette expérience nous a confirmé dans nos convictions initiales, notamment sur le fait que tout enseignant peut évoluer et qu'un suivi dans le temps est un bon moyen d'encourager et d'accompagner ces évolutions.

Cependant, nous sommes conscientes qu'il n'est pas toujours évident d'obtenir de telles conditions de formation continue. C'est pourquoi nous avons pensé qu'il serait intéressant lors du colloque, de connaître les conditions de travail de chacun des participants à l'atelier et d'échanger nos idées de contenus et de dispositifs utilisables en formation continue.

B. LA FORMATION CONTINUE DANS D'AUTRES DÉPARTEMENTS.

Lors de la 2ème séance d'atelier, nous avons donc discuté à partir de nos expériences de formation continue.

Le "nous" de toute cette partie correspond à "les participants" (ou "des participants") de l'atelier A3 de ce colloque.

Les questions que nous nous sommes posées.

- Les IUFM interviennent-ils dans l'élaboration du plan de formation continue ? Si oui, comment ? Quelle marge ont-ils pour répondre au cahier des charges ?
- Quelles sont les différentes durées des stages ? Leur répartition dans l'année ? Qui en est responsable ? Qui intervient ?
- Quels sont les thèmes des différents stages ? Sont-ils uniquement orientés mathématique ou y a-t-il transversalité ?

Les participants à l'atelier n'ont pas répondu de façon exhaustive à toutes ces questions. Nous avons relevé ce qui peut avoir de l'influence sur nos conditions de travail en formation continue des professeurs d'école.

LA DÉFINITION DES ACTIONS DE FORMATION.

Remarque : ce qui suit correspond aux pratiques décrites par les participants à l'atelier pour la formation continue sur l'année 2000-2001.Ce n'est certainement pas exhaustif. Les conditions évoluent rapidement d'une année à l'autre, mais savoir ce qui se fait ou s'est fait ailleurs peut permettre de mieux intervenir chez soi.

Le cahier des charges des plans de formation.

Dans plusieurs académies, l'IUFM reste partie prenante dans l'élaboration du cahier des charges du plan de formation (La Réunion, Toulouse,...), mais dans d'autres il a perdu toute maîtrise (ou presque) sur les demandes et doit adapter ses offres aux priorités définies au niveau départemental ou académique (Versailles, Créteil ...). L'intervention des formateurs aux différentes phases de la préparation de ces plans de formation dépend donc des relations

entre l'IUFM et l'Inspection Académique, et peut aussi dépendre de leurs relations individuelles avec les responsables institutionnels.
Les mathématiques ne sont plus un objectif prioritaire pour la formation des professeurs d'école : les stages à dominante mathématique sont de moins en moins demandés par l'institution. Néanmoins, les formateurs de mathématiques restent sollicités pour de nombreuses formations plus ou moins transversales, soit seulement en tant qu'intervenant, soit en tant que responsable.

Les durées des stages.

Une grande partie des actions de formation continue est constituée des stages longs (3 ou 4 semaines) qui correspondent aux stages en responsabilité des PE2. Lorsque ces derniers sont très nombreux (Val de Marne, Yvelines, Haute-Garonne ...), certains de ces stages sont spécifiquement rattachés aux mathématiques. Ailleurs, les mathématiques y sont liées à une ou plusieurs autres disciplines (voir "Thèmes des actions de formation").
Les plans de formation prévoient aussi des stages courts (de 1 à 4 jours en général), organisés par l'IUFM ou par l'Inspection Académique, ouverts au niveau académique, départemental, ou de circonscription (avec parfois des regroupements de 2 ou 3 circonscriptions). Dans les départements où les formateurs sont connus, les IEN ou les conseillers pédagogiques sollicitent souvent leur intervention dans les stages de circonscription et les liaisons école-collège. Ils peuvent ainsi participer à des "animations mathématiques" le samedi matin.

Sur l'ensemble des stages cités lors de cette partie de l'atelier, un seul aurait dû compter des jours de "retour", mais ces journées ont été supprimées pour manque de moyens de remplacements.
Le problème des remplacements des professeurs d'école qui vont en formation semble crucial : les stages longs, remplacés par les PE2, ont toujours lieu, mais les stages courts, remplacés par les "brigades", peuvent être annulés ou écourtés faute de remplaçants.

Les intervenants.

Dans la plupart des stages de longue durée, il y a 3 ou 4 intervenants, souvent PIUFM. Mais ce n'est pas systématique : certains stages de 4 semaines fonctionnent avec un seul formateur !
Dans l'Essonne, les stages de 4 semaines sont organisés par "zones" et font intervenir deux PIUFM et deux EMF. En général, la participation des conseillers pédagogiques et des maîtres formateurs à des stages organisés par l'IUFM dépend beaucoup des relations personnelles entre individus.

Les candidatures des stagiaires.

La motivation et le volontariat des participants est très variable d'un stage à l'autre, d'un département à l'autre. Lorsque l'action de formation répond à une demande "du terrain", les candidatures sont nombreuses et les formations plaisent : c'est souvent le cas des stages de circonscriptions.
Maintenant que les plans de formation deviennent académiques, même pour le 1er degré, il devrait être possible d'accepter des stagiaires de toute l'académie afin de remplir des stages moins attractifs que d'autres.

Pour les stages longs, le problème des candidatures est assez délicat : certains enseignants les apprécient parce qu'ils permettent une véritable coupure et prise de distance par rapport à sa classe. D'autres sont plus réticents : ils ne souhaitent pas "abandonner leurs élèves" ou confier leur classe pendant plusieurs semaines à un PE2. Cependant, lorsque les formations proposées n'attirent pas spontanément, la nécessité de placer tous les PE2 en responsabilité peut contraindre l'administration à inciter fortement des enseignants à s'y inscrire. Ce qui a parfois des conséquences sur l'ambiance générale du groupe de stagiaires.

Parallèlement à la durée des stages, un autre facteur influant sur le nombre des candidatures pourrait être le thème des formations proposées : les stages de mathématiques font-ils peur ? Nous avons relevé les principaux thèmes des stages dans lesquels nous sommes intervenus.

LES THÈMES DES ACTIONS DE FORMATION. [4]

Des stages étiquetés "mathématiques".

En Haute Garonne, les stages longs (3 semaines) sont ciblés par cycles (pour correspondre au plan de formation des PE2). C'est aussi le cas dans d'autres départements, comme les Yvelines ou le Val de Marne.

Quelques intitulés :
- *"Mathématiques en maternelle"*
- *"Géométrie en maternelle"*
- *"Jeux et résolution de problèmes en cycle 2"*
- *"Mathématiques au cycle 3"*
- *"Mathématiques autrement en cycle 3" (par exemple : "Géométrie et jardins","Géométrie et arts plastiques", "Maths et défis-jeux", ...)*
- *"Résolution de problème au cycle ..."*

Des stages plus courts :
- *"Fractions et décimaux" :* une semaine suivie de jours de retour.
- *"Rallye mathématique"* : 2 jours

Des stages à contenu transversal.

Pour les stages longs et certains stages courts, les contenus sont le plus souvent associés à une ou plusieurs autres disciplines :
- *"Maths et technologie"*
- *"Manipuler, apprendre, comprendre"* (avec technologie et EPS)
- *"La démarche scientifique"* (avec sciences – physique et biologie, et histoire)
- *"Lire et écrire"* : maths et français (2 semaines).
- *"Maths et EPS"* (1 semaine).
- *"Maths et TICE"* (2 jours).

Comment intituler une offre de formation ?

Nous ne savons pas actuellement ce qui attire le plus les stagiaires. De nombreuses formations, même centrées sur les mathématiques (ex :"Mathématiques en maternelle"), semblent plaire. D'autres ont moins de succès, même lorsque les résultats des élèves aux évaluations nationales font apparaître des lacunes dans certains apprentissages et donc, nous semble-t-il, des besoins de formation.

[4] Sur le même sujet, on pourra consulter "Quelques thèmes de formation continue", synthèse faite par Gaby Le Poche et Michel Jaffrot dans "Les cahiers du formateur", tome 3 (séminaire COPIRELEM d'Aix en Provence, novembre 1999).

Cependant, les mathématiques ne sont plus une priorité nationale : il faudra souvent, tant pour l'administration que pour les stagiaires, se rattacher à des thèmes transversaux tels que "les TICE", "la maîtrise du langage" ou "l'évaluation".

UN CAS PARTICULIER : LA LIAISON ÉCOLE-COLLÈGE.

Dans tous les départements, nous intervenons dans les stages de liaison école-collège, stages de formes variables selon l'organisation locale : généralement sous la responsabilité d'un IEN, ils regroupent fréquemment enseignants du 1er et du 2nd degré. Mais, pour des raisons diverses, la participation des professeurs de collège n'y est pas toujours évidente.

Nous avons évoqué :

- la réticence de certains principaux à laisser partir leurs enseignants.
- le problème des remplacements (valable aussi dans le 1er degré).
- l'attitude négative de certains professeurs de collège face à leurs collègues du primaire.
- les dérives de mise en œuvre pouvant mener à une discussion style "salle des profs", qui évite d'aborder le fond du problème.

Cependant, cette liaison nous paraît importante, voire indispensable, et nous avons noté quelques pistes permettant de l'optimiser.

"L'évaluation", thème prioritaire.

Priorité nationale, le thème de l'évaluation peut-être cité pour l'organisation de nombreux stages. Dans le cadre de la liaison cycle 3 - 6ème, il est souvent utilisé comme intitulé et peut permettre un démarrage efficace. Mais il nous semble que le travail est plus productif lorsque l'on cible des contenus spécifiques intéressant tous les enseignants (ex : *"Fractions et décimaux"*).

La participation des professeurs de collège.

Pour permettre davantage de participation des professeurs de collège, on doit pouvoir négocier le stage en associant à sa définition les inspecteurs pédagogiques régionaux de mathématiques et de français, les conseillers pédagogiques de circonscription, les principaux des collèges concernés, et des représentants des enseignants : à Foix (Ariège), cela fonctionne... On peut s'appuyer sur les textes pour négocier puisque la liaison entre l'école et le collège est une priorité nationale ...

Certains formateurs travaillent uniquement avec des professeurs du collège, en leur présentant les apprentissages faits en primaire sur des thèmes précis. Un tel travail est apprécié et peut être efficace, notamment lorsque les stagiaires ont des élèves en difficulté. Il nous semble néanmoins préférable de pouvoir les faire travailler directement avec des enseignants du cycle 3.

DES IDÉES DE DISPOSITIFS.

Pour répondre aux collègues qui n'ont encore jamais participé à la formation continue, nous avons, en fin d'atelier, partagé quelques expériences pratiques et présenté des dispositifs qui nous paraissaient efficaces, utilisables en formation.

Quelques "trucs" qui fonctionnent bien en général.

Mises en situation.

- Proposer aux stagiaires des problèmes difficiles pour eux (mais abordables), quel que soit leur niveau : l'analyse sera plus riche.
- Pendant la recherche, le formateur circule et peut prendre des notes : stratégies, procédures, mimiques, paroles, ... Ce qui lui permet de citer des cas précis pendant l'analyse qui suit. "L'observateur" peut aussi être un stagiaire qui connaîtrait déjà l'activité.

Problème coopératif.

Ce type de problème correspond à des situations dans lesquelles chacun des groupes ne dispose que d'une partie des éléments permettant d'aboutir : la coopération entre les groupes est donc indispensable.

Exemple : une carte au trésor en deux morceaux. Chaque groupe détient l'un des morceaux et doit communiquer par écrit à l'autre groupe les informations utiles à la reconstitution de la carte globale.

Des productions mutualisables.

Produire est formateur et motivant pour les stagiaires : aboutir à des outils mutualisables, si possible présentables même à des "non-participants", enrichit la réflexion. On peut fabriquer des fiches, des jeux, une brochure, une "valise pédagogique", un CD-Rom, un site Internet ... Les supports varient en fonction du thème, du temps et des crédits dont on dispose.

Utilisation d'un rallye mathématique.

"Rallye" ou "Défi" mathématique ?

Lors de l'atelier, une discussion s'est engagée sur les différences entre "défi mathématique" et "rallye mathématique". Le défi consisterait en une proposition de quelques problèmes par une équipe très restreinte. Un de ces problèmes est choisi par une classe, qui le résout et l'envoie à d'autres classes. Les contenus de ces problèmes sont difficiles. Les classes comparent leurs solutions, essaient de les améliorer.

Dans un rallye, un certain nombre de problèmes qui doivent avoir des solutions sont à résoudre en temps limité. La résolution de chacun de ces problèmes rapporte des points. L'objectif pour chaque classe est d'obtenir un maximum de points. Il y a parfois plusieurs épreuves espacées dans l'année.

Cependant les appellations et modalités de ces deux types d'activités varient d'une académie à l'autre ...

Un exemple de formation autour du rallye.

Dans plusieurs départements, la création et la correction d'un rallye sont l'occasion de proposer quelques jours de formation continue aux professeurs d'école (et parfois de collège) intéressés. C'est notamment le cas dans l'Essonne :

- Objectif de cette formation : "Faire des mathématiques autrement", ou "Comment aborder les mathématiques d'une autre façon".
- Elle est organisée sur 2 jours par cycle (C2 et C3) :
    - un jour pour créer le rallye mathématique (12 problèmes, dont 2 optionnels)

- un jour pour corriger et envisager des pistes de remédiation.

- Interviennent pour ce stage : un PIUFM (responsable), 2 Maîtres Formateurs, l'IEN et les conseillers pédagogiques du département.

Remarque : Ce stage permet aux professeurs des écoles, d'une part de mieux voir les conditions du rallye et, d'autre part, de modifier leurs conceptions de l'enseignement des mathématiques (faire des maths "autrement") : dans ces rallyes, les enfants doivent expliciter leurs procédures, ce qui permet de mieux les analyser ensuite.

Annexe 1.

ORGANISATION GÉNÉRALE DU STAGE.

Les formateurs :

Responsables : *une PIUFM (LM, présente à chaque séance) et une Directrice d'École d'Application (présente dans la majorité des séances).*
Aide à la préparation et présence fréquente, même si non indiquée dans la grille : *un Maître Formateur (CM) et un Conseiller Pédagogique de Circonscription (FM)*
Intervention ponctuelle : *un prof collège formateur PLC (PW), deux Maîtres Formateurs (PL et DB), et un conférencier.*

Planning prévisionnel semaine initiale : (grille destinée aux formateurs, celle des stagiaires n'indiquait que les thèmes généraux des séances et le nom de l'intervenant principal)

	Matin	Après-midi
Lundi	**Qu'est-ce qu'un problème ?** Q-sort et affiches groupes → *mise en évidence des représentations initiales des stagiaires* 1ère mise en situation. Boîte du pâtissier → *diversité des procédures, travail de groupe* LM.	**Aide à la résolution de problème** Le nombre à 11 chiffres. → *Quelles difficultés face à un problème ? Influence de l'attitude du maître, de l'aide, de la métacognition.* Que faire en classe ? CM.
Mardi	**Lecture d'images en mathématiques.** A partir d'une séquence faite au CP → *diversité des outils et modalités* → *première fabrication de séquences* FM.	**Des problèmes, du cycle 3 au collège.** → *liaison école – collège : programmes, continuité, évaluation 6ème, classification problèmes divers* Régulation mi-parcours. PW.
Jeudi	**Problèmes et géométrie.** La fleur, les napperons, les pentacubes → *variables didactiques* → *gestion de l'hétérogénéité* LM.	**Les implicites en mathématiques.** Les aimants *(plusieurs solutions)* Problèmes absurdes → *contrat didactique* → *préparation de séquences* FM.
Vendredi	**Présentation et analyse de séquences** : Production d'énoncés par les enfants et leur utilisation → *utilisation de productions, préparation de séquences* PL.	**Des ressources informatiques.** brève présentation de logiciels et de sites sur la résolution de problèmes.(2h) DB. Synthèse et bilan : reprise du Q-sort du début → *analyse différences, bilan.*
Samedi	Conférence pédagogique : **" Apprentissages mathématiques et résolution de problèmes "** *Roland Charnay*	

Les journées de retour :

novembre : **La division.**
→ *Division-partition et division-quotition, les procédures des enfants dans des problèmes de division, présentation d'une séance avec différentiation des consignes en classe de CM1.*
janvier : **Les problèmes additifs et soustractifs.**
→ *La classification de G. Vergnaud, la progression choisie par ERMEL, des problèmes pour le cycle 3.*
mars : **La proportionnalité.**
→ *Situations de proportionnalité ou de non-proportionnalité, utilisation de la linéarité.*

Annexe 2

LES ACTIVITÉS MISES EN PLACE ET PROBLÈMES PROPOSÉS (ET BIBLIOGRAPHIE CORRESPONDANTE) :

- **La boîte du pâtissier :** cf. "Documents pour la formation des Professeurs d'École en didactique des mathématiques", tome III, COPIRELEM, 1994, p73.

- **Le nombre à 11 chiffres :** Énoncé : "Supposons que l'on écrive les nombres de 0 à 60 côte à côte, sans espace ni séparation. Quel est le nombre de 11 chiffres, le plus grand possible que l'on peut écrire en prélevant des chiffres de cette série, sans permutation ni retour en arrière ?"

  1ère phase : Travail de recherche individuel. Le formateur passe dans les rangs : dans un 1er temps, il ne dit que "oui" ou "non", puis progressivement, devient de plus en plus empathique et encourageant (par ex : "c'est mieux", "tu es sur la bonne voie"), et enfin il apporte quelques aides.
  « Vous cherchez seul la réponse à cette question. Lorsque vous avez terminé vous me montrez votre réponse. Si elle est exacte, vous pouvez alors vous mettre en face ou à côté d'une personne qui n'a pas terminé et si elle vous le demande vous pouvez l'aider. L'activité se terminera lorsque tout le monde aura trouvé la réponse. »

  2ème phase : Réflexion individuelle sur le ressenti durant cette activité.
  Questions : • *Dans quel état d'esprit avez-vous travaillé (en début, en cours et en fin d'activité)*
  • *Quelle stratégie avez-vous suivie et quels obstacles avez-vous rencontrés ?*
  • *Qu'est ce que vous avez bien su faire ?*
  • *Quels progrès devriez-vous réaliser pour mieux réussir la prochaine fois ?*
  • *Comment avez-vous vécu l'aide ?*
  • *Que pensez-vous de l'aide que vous avez apportée ?*

  3ème phase : Mise en commun et synthèse : *Qu'est-ce qui bloque face à un problème (pour nous ou les élèves) ?*

- **Lecture d'image :** À partir de "Apprentissages numériques, CP", ERMEL, Hatier, 1991. Reproduction en A3 de l'image p 87, une image par groupe de 4.
  "J'ai fait un travail en classe à partir de cette image. La consigne donnée aux élèves était "Nous sommes en mathématiques. Quelles questions pouvez-vous poser à vos camarades à partir de cette image ?". Et vous, quelles questions pourriez-vous poser ? Vous écrirez ces questions sur une feuille A4 pour qu'un autre groupe puisse y répondre, et sur une affiche pour qu'on puisse ensuite les analyser."
  Échanges des questions entre les groupes.
  Mise en commun : classement des questions, caractéristiques d'un énoncé de problème mathématique, situation de communication, intérêt de l'activité pour les enfants, etc.

- **L'algorithme de Kaprekar :**
  1. Choisir un entier naturel n composé de 3 chiffres.
  2. Écrire g, le nombre de 3 chiffres le plus grand que l'on puisse faire avec les chiffres de n.
  3. Écrire p, le nombre de 3 chiffres le plus petit que l'on puisse faire avec les chiffres de n.
  4. Calculer n' = g – p.
  5. Recommencer à 2°. en remplaçant n par n'.

6. S'arrêter lorsque l'on retrouve un nombre déjà obtenu.
Faire plusieurs essais. Que remarque-t-on ? Peut-on le justifier ?

- **Divisibilité par 7 :** activité présentée par Patrick Wieruzewsky[5] :
  « Voilà où la magie des mathématiques intervient :
  834 est-il divisible par 7 ou 834 est-il un multiple de 7 ?
  $\rightarrow$ Hyper facile : tu fais $8 \times 2 + 34 = 16 + 34 = 50$.
  50 n'est pas divisible par 7 DONC 834 ne l'est pas non plus !
  Même consigne avec le nombre 371. $\rightarrow$ Hyper facile : tu fais $3 \times 2 + 71 = 77$.
  77 est divisible par 7 DONC 371 l'est aussi ! (c'est vrai, en effet : $371 = 53 \times 7$).
  Est-ce vraiment magique ? ... »

- **Le plus grand produit :** Voir "Apprentissages numériques et résolution de problèmes, CM1", ERMEL, Hatier, 1997, ou "Vrai ? Faux ?... On en débat ! (De l'argumentation vers la preuve en mathématiques au cycle 3)", ERMEL, INRP, 1999.
  Un nombre entier possède plusieurs décompositions additives, çàd qu'il s'écrit comme somme de plusieurs entiers. Parmi toutes ces décompositions, quelle est celle dont le produit des termes est le plus grand ?

- **La fleur :** voir "Documents pour la formation des Professeurs d'École en didactique des mathématiques", tome III, COPIRELEM, 1994, p 80, et "Se former pour enseigner les mathématiques" tome 1, C. Dubois, M. Fénichel, M. Pauvert, Armand Colin, 1993, p 42, et "Actes du XVIIème colloque Inter-IREM des formateurs et professeurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres, Paris 1990", IREM de Paris 7, p 91.

- **Les napperons :** cf. "Documents pour la formation des Professeurs d'École en didactique des mathématiques", Tome VI, COPIRELEM, 1998, p 59.

- **Les pentacubes :** d'après "Jeux de formes, formes de jeux", B. Bettinelli, IREM-CRDP Besançon, 1991, et "Enseigner la géométrie à l'école, cycle des approfondissements", C. Fournié et J. Hélayel, Bordas, 1998.

- **Les aimants :** voir "Apprentissages numériques, CE1", ERMEL, Hatier, 1995, p 92, ou "Grand N" n°37, IREM de Besançon, 1985.

- **Problèmes additifs et soustractifs :** d'après "Grand N" n°38, IREM de Besançon, 1986. Après présentation de la classification de G. Vergnaud, classer et schématiser (éventuellement résoudre) les situations proposées.

- **Proportionnalité :** d'après "Se former pour enseigner les mathématiques", tome 4, C. Dubois, M. Fénichel, M Pauvert, Armand Colin, 1999, p 152.

[5] Formateur à l'IUFM d'Orléans-Tours.

Annexe 3

"Q-SORT" INITIAL.

1. Un problème sert à réinvestir des savoirs de base.
2. Résoudre un problème, c'est chercher la bonne réponse à la question posée.
3. Pour résoudre un problème, il faut faire des calculs.
4. Dans un problème, il y a toujours une solution.
5. En primaire, on ne peut pas faire de problèmes en géométrie.
6. L'important dans un problème, c'est la recherche.
7. C'est plus facile de résoudre un problème quand il y a des questions intermédiaires.
8. Pour résoudre un problème, il suffit de se souvenir d'un autre problème déjà résolu auquel il ressemble et de reprendre la même méthode.
9. Un problème doit se résoudre seul.
10. On peut résoudre un problème de division sans avoir appris la division.
11. Pour résoudre un problème, il faut réfléchir.
12. Pour résoudre un problème, il faut trouver la bonne opération.
13. Dans un problème, il y a toujours une unique solution.
14. Résoudre un problème, c'est donner la bonne réponse à la question posée.
15. Dans un énoncé de problème, il faut éviter les données inutiles.
16. L'essentiel dans un problème, c'est la solution.
17. On peut chercher à résoudre des problèmes en groupe.
18. Faire des mathématiques, c'est résoudre des problèmes.
19. On peut résoudre des problèmes dès le début du cycle 2.
20. On peut proposer aux élèves des problèmes qu'ils ne savent pas résoudre.
21. Pour résoudre un problème, il faut utiliser la bonne méthode.
22. Les véritables problèmes sont ceux qui nécessitent au moins un calcul intermédiaire avant l'opération finale.
23. Si on trouve tout de suite la réponse, il ne s'agit pas d'un problème.
24. La présentation de la solution d'un problème est importante.
25. Un problème permet de contrôler les acquis.
26. Poser des questions intermédiaires peut aider un enfant à résoudre un problème.
27. Un problème est un exercice rédigé.
28. Certains problèmes n'ont pas de solution.
29. Un problème sert à construire de nouvelles connaissances.
30. Résoudre des problèmes est une activité spécifique des mathématiques.
31. Un énoncé de problème peut se présenter sous forme de dessins, schémas ou graphiques.
32. Résoudre un problème, c'est trouver la bonne réponse à la question posée.
33. Les erreurs de calcul ne sont pas très importantes dans la résolution d'un problème.
34. Pour résoudre un problème, il faut connaître la méthode adaptée.
35. Une résolution de problèmes se fait toujours en groupe.
36. On peut proposer aux élèves des problèmes qu'ils ne peuvent pas résoudre.
37. Pour résoudre un problème, il faut savoir lire et écrire.
38. Certains problèmes ont plusieurs solutions.
39. Le repérage de données dans un tableau peut être un problème.
40. Un problème sert à évaluer les connaissances.
41. On ne cherche des problèmes qu'en mathématiques.
42. On peut faire travailler séparément les différentes étapes de résolution d'un problème.
43. Un problème sert à présenter de nouvelles connaissances.
44. On peut proposer aux élèves des problèmes qu'ils n'ont pas appris à résoudre.
45. En mathématiques, tout problème a une et une seule solution.
46. Pour résoudre un problème, il y a une succession obligatoire d'étapes à suivre.
47. Utiliser un schéma aide souvent à résoudre un problème.
48. Résoudre un problème, c'est appliquer une technique opératoire.
49. On ne peut pas faire des mathématiques sans résoudre de problèmes.

Annexe 4.

« QU'EST-CE QU'UN PROBLÈME ? »

Affiches produites par les 3 groupes pour répondre à cette question le 1er jour du stage :

C'est comme un "conte" :

situation initiale
↓
rupture
↓
développement
↓
situation finale

- reconnaître les données inutiles
- prendre des indices
- interpréter les données
- mettre en corrélation
- schématiser
- résoudre

Un problème c'est :

- comprendre l'énoncé
- analyser les données
- mobiliser ses acquis
- savoir présenter sa démarche
- valider d'autres démarches

1. rapport avec la vie courante
2. réinvestissement des connaissances mathématiques
3. développer une méthode de raisonnement
4. être capable d'avoir un regard critique sur un résultat
5. dans le cadre d'un travail de groupe, construction de connaissances.

Annexe 5.

Questions pour le bilan de fin de stage.

1. Avez-vous le sentiment d'avoir appris quelque chose pendant ce stage : au niveau des mathématiques, de leur enseignement, de la gestion de classe, ... Si oui, précisez ces nouvelles connaissances. Si non, à quoi l'attribuez-vous et le regrettez-vous ?
2. Pensez-vous avoir évolué dans vos pratiques face à vos élèves ? Si oui, en quoi ? Si non, pourquoi ?
3. Quelles satisfactions et/ou déceptions retirez-vous de cette année de travail en mathématiques avec vos élèves, notamment par rapport aux problèmes ?
4. Avez-vous des projets pour l'an prochain ? (relatifs à l'enseignement des mathématiques à vos futurs élèves)
5. Quelles remarques et conseils souhaitez-vous faire aux formateurs qui voudraient remonter un tel stage sur la résolution de problèmes en mathématiques ?

Synthèse des réponses des stagiaires :

- La structure du stage (1 semaine puis 4 fois une journée de retour) a été appréciée par tous. Un seul stagiaire n'a pas participé aux 3 dernières journées (pour cause de direction d'école ?). Plusieurs auraient souhaité davantage de temps (pour un contenu équivalent) : soit 2 semaines initiales, soit davantage de jours de retours.
- Les stagiaires ont le sentiment d'avoir acquis de nouvelles connaissances et/ou compétences :
  - une façon générale d'appréhender l'élève ;
  - d'autres façons de gérer une classe (notamment travail de groupes) ;
  - les enfants adorent les vraies situations de recherche ;
  - on peut aussi proposer des problèmes en géométrie ;
  - la leçon ne précède pas nécessairement le problème ;
  - la résolution que je préfère n'est pas la plus simple pour tous ;
  - on peut varier les évaluations.
- La totalité des stagiaires estime avoir évolué dans sa pratique de classe :
  - accepter la variété des méthodes de résolution ;
  - varier les points de départ, les supports et les outils proposés ;
  - accepter les erreurs et faire comprendre aux élèves qu'ils ont le droit de se tromper ;
  - partager le plaisir de faire des mathématiques ;
  - développer le travail de groupe ;
  - laisser le temps de la recherche ;
  - permettre l'expression de chacun.
- Quelques déceptions :
  - la gestion d'un triple niveau reste difficile ;
  - certains élèves ont encore du mal à s'investir dans une recherche ;
  - certains élèves semblent avoir encore "peur" face aux problèmes ;
  - pas eu le temps de faire chercher davantage de problèmes ;
  - pas eu le temps de m'investir aussi en géométrie ;
  - pas eu (ou pris) le temps d'approfondir la résolution personnelle de problèmes.
- Des intentions pour l'année prochaine :
  - laisser davantage de place aux problèmes, les insérer dans ma progression ;
  - continuer à développer les recherches en groupe hétérogène ;
  - varier les démarches au maximum ;
  - développer les possibilités de manipulations ;
  - éliminer la "peur des problèmes" ;
  - réconcilier les enfants avec les mathématiques ;
  - me détacher du fichier de maths, du manuel ;
  - associer les collègues à l'intérêt des problèmes de recherche.

Atelier A4

LES OBJETS À L'ÉCOLE

Nicole BONNET (I.U.F.M. Dijon).
Claude MAURIN (IUFM Avignon)

Cet atelier était partagé en deux parties :

- Première partie : **l'octomobile au cycle 3**, animée par Nicole Bonnet
- Deuxième partie : **l'horloge de la classe**, animée par Claude Maurin

PREMIÈRE PARTIE : L'OCTOMOBILE

Résumé : A partir d'un objet les participants sont invités à mettre en œuvre une démarche scientifique pour le fabriquer. Il s'agira ensuite d'exploiter ses propriétés intrinsèques qui sont prétextes à travailler des concepts de géométrie plane. Cette activité est directement exploitable en formation initiale ou continue des professeurs des écoles.

1. Introduction

Pour une meilleure compréhension de l'octomobile le lecteur pourra se reporter à la brochure du même nom éditée par l'IREM de Dijon en septembre 2000.Université de Bourgogne. UFR Sciences et Techniques IREM. 9 rue Savary BP 47870 – 21078 DIJON Cedex au prix de 4,60 euros soit 30 F plus frais de port. Il pourra également se reporter à l'annexe 1 (fiche de fabrication).

Dans ce qui suit, il y a lieu de distinguer deux niveaux. Le premier consiste en l'étude, en vue de la fabrication, d'un objet non plan nommé octomobile. Il peut être considéré comme une sorte de "solide". C'est un objet technologique. En second lieu, cet objet est considéré comme producteurs d'objets aplatis variés sur lesquels un regard géométrique va être porté.

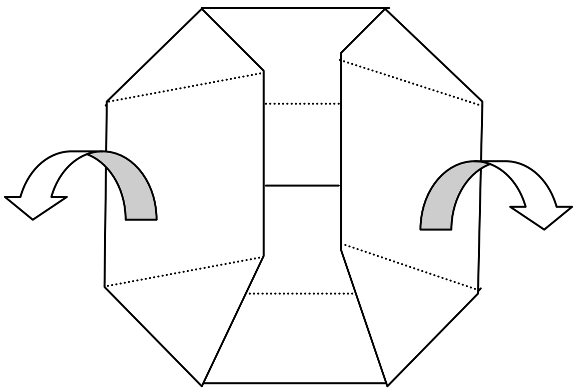
2. Mise en œuvre et consigne

L'objet est présenté de façon rapide en faisant remarquer qu'il est fabriqué en bristol blanc donc peu coûteux, peu volumineux, facile à transporter, à conserver et réutilisable.

Il est très peu manipulé par le responsable de l'atelier qui en laisse la découverte aux participants. La consigne orale s'avère très stricte : "vous pouvez le tourner et le retourner dans tous les sens, mais vous n'avez pas le droit de le démonter, d'écrire dessus. Il devra m'être rendu intact. Dans un premier temps, vous devez l'observer afin d'en fabriquer un qui soit pareil. Vous noterez tout ce qui semble vous poser problème ou ce qui vous questionne. Puis, vous allez réfléchir à de possibles utilisations en classe".

28ème colloque Inter-IREM des formateurs et professeurs chargés de la formation des maîtres.
pages 239 à 256

Un octomobile est distribué par personne.



Pendant le temps de première appropriation de l'objet, du matériel est disposé sur une table, sans commentaire : bristol blanc et bristol quadrillé, règles, ciseaux, compas, colle.

3. Procédures de construction

Le temps de construction est approximativement de trois quarts d'heure.

Un stagiaire a utilisé du bristol quadrillé et du bristol blanc uniquement pour la différence de couleur. Cela lui a permis de découvrir certaines symétries axiales des différentes figures que prend l'octomobile plat lorsqu'on le manipule. Une des difficultés réside en la distinction de l'objet manipulé en trois dimensions et de l'objet considéré "à plat" (voir les remarques du groupe 2)

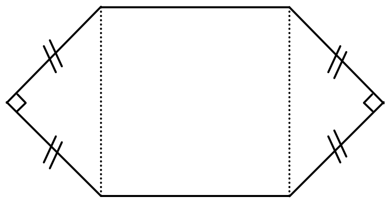
Il a également fabriqué des octomobiles de dimensions différentes. En général, lorsqu' après une première construction maladroite, les élèves me demandent l'autorisation d'en fabriquer un autre, ma réponse est : "oui, mais un plus grand".

D'autres stagiaires ont choisi le bristol blanc et ont fait des tracés au compas ou ont utilisé le modèle comme gabarit.

Deux collègues ont préféré le bristol quadrillé "pour aller plus vite".

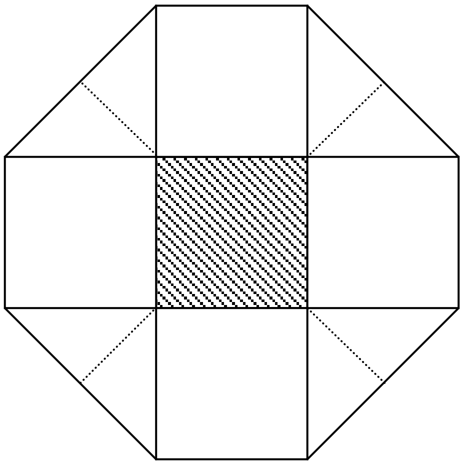
A la fin de la construction une personne a décoré l'octomobile avec des petites images issues des brochures touristiques des environs de Tours. Elle a tenté de chercher si certains agencements permettaient des décompositions/recompositions d'images intéressantes après les rotations successives.

Les pièces de base sont rapidement apparues sur les brouillons



Un stagiaire a cherché s'il pouvait réaliser l'octomobile sans collage. Cela a induit l'idée qu'il pouvait se fabriquer d'un seul morceau. Cette réaction se présente avec certains PE2 (à peine un quart d'entre eux) mais jamais spontanément chez les enfants de CM1 ou de CM2. ce qui tend à montrer que l'idée de "patron" (développement en un seul morceau) n'est pas naturelle.

Une erreur fréquente chez les PE2 est de tracer la pièce suivante, qui ne fonctionne pas :



Zone à évider

Pli

Attention : ce découpage ne fonctionne pas

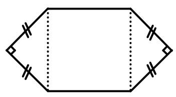
Tous les participants sont conscients qu'il est nécessaire de soigner les tracés et les découpages, sinon l'octomobile fonctionne mal. Cet exercice finalise donc une demande de soin que nous avons souvent en géométrie avec les élèves.

Dans une phase collective, chaque représentant a proposé le fruit des réflexions de groupe.

4. Productions et remarques des différents groupes

- Groupe 1 :

Les participants ont observé et décrit les "sous" figures présentes par le jeu des épaisseurs dans l'octomobile posé à plat : carré, triangle rectangle isocèle, hexagone, octogone, croix, diagonale. La figure qui sera ultérieurement nommée "figure ou pièce de base" est celle-ci :



En fin de cycle III, le travail de rappel du vocabulaire géométrique semble souvent opportun.

Des variables didactiques leur sont apparues rapidement. Nature du support utilisé : bristol quadrillé ou blanc ; instruments de tracé : compas, équerre…

Des observations quant aux symétries (retournement) ont été faites.

Ils ont finalement trouvé un développement en un seul morceau puis ils ont cherché s'il était possible de ne pas ou peu coller.

Une dernière question les a interpellés : "Quelle doit être la taille de l'hexagone pour que le développement soit possible dans une feuille donnée ?" Une réponse est donnée page 245 , mais il n'est pas sûr qu'elle soit du niveau du cycle III.

- Groupe 2 :

Les participants se sont demandés s'il s'agissait d'un objet mathématique pour en conclure que l'appellation serait plus sûrement celle d'objet technologique. Il va induire un travail mathématique qui semble tout à fait pertinent : description, recherche des propriétés de l'objet aplati ou non, reproduction, etc.

Ils ont cherché s'il était possible d'associer des ribambelles d'octomobiles collés, fonctionnant de telle façon que l'action sur l'un déclenche des actions sur les autres.

Note de l'auteur : je n'ai pas trouvé de pistes intéressantes en ce sens, par contre, je me suis demandée ce que l'objet devenait lorsqu'on utilisait 5, 6, 7, 8, ... pièces de base. Implicitement, je me suis fixée une épaisseur au maximum si on considère que les deux collées comptent pour une.

Le groupe a proposé les utilisations suivantes :

- Le changement d'échelle s'accompagne des deux problèmes suivants :
  - construire un triangle rectangle isocèle connaissant son hypoténuse.
  - construire un octomobile dont le carré de la "pièce de base" possède un côté de longueur 6 cm.

La construction d'un octomobile en un minimum de coups de ciseaux (ce problème rejoint celui du groupe qui cherchait un "patron" en un seul morceau). Les compétences visées peuvent se décliner en anticipation et création d'images mentales. Une fiche de fabrication (annexe 1) utilisée en classe a été distribuée aux stagiaires (il s'agit pour les enfants de remplir les cadres vides qui sont écrits ici en italiques).

- L'étude des symétries axiales des figures que l'on obtient après manipulations de l'objet et positionnement à plat.
- La recherche du nombre de rotations de l'objet en trois dimensions afin qu'il reprenne sa position de départ. Elle est favorisée par une construction avec du bristol de deux couleurs différentes.
- Le calcul du nombre de "photos" de l'objet aplati (appelées "différentes positions" en annexe 3). Ce nombre est limité.
- La constitution d'un projet interdisciplinaire mathématiques/arts plastiques/technologie.

- <u>Groupe 3</u> :

Des questions ont provoqué des débats entre les membres du groupe. Elles sont de deux sortes : les questions technologiques et les questions mathématiques. (Il en est de même chez les élèves.)

- L'hexagone est-il régulier ou non ? Réponse non.
- L'octogone est-il régulier ou non ? Réponse non.
- Peut-on fabriquer un octomobile sans colle ? Réponse oui : du scotch posé en cavalier suffit.
- Il est également intéressant de faire constater aux élèves que les dimensions de l'objet plat fini sont proportionnelles à celles de la "pièce de base"

Le groupe a proposé deux séances qui permettent d'utiliser l'octomobile

- Séance 1 : observation, reproduction
  Stratégie : faire quatre hexagones réguliers. Il semble impossible que lors de l'appropriation les élèves puissent imaginer un tracé en un seul morceau.
  Bilan : mise en évidence des difficultés rencontrées, description des figures obtenues.

- Séance 2 : projet de pavage
  Consigne : j'ai du beau bristol à vous proposer, mais je souhaite l'économiser. Combien de pièces de base puis-je construire dans un format A4 ?
  Un pavage est proposé en annexe 2.

Groupe 4 :

Ce groupe s'est demandé :

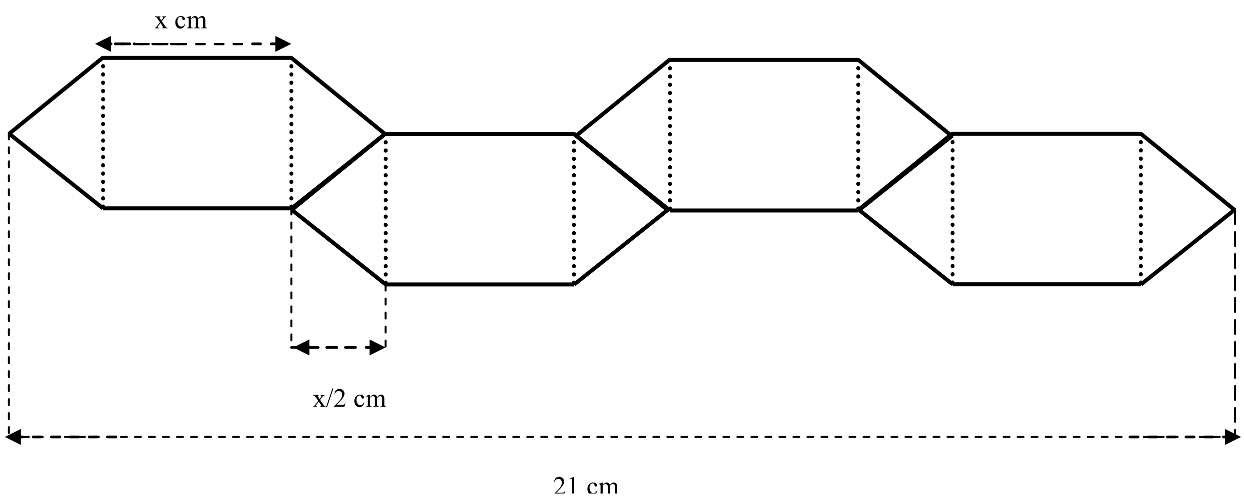
- ♦ Comment circonscrire les collages aux zones utiles (une des réponses est de faire hachurer ces zones aux élèves avant qu'ils ne déposent la colle).
- ♦ Quel type de colle employer ? (il faut une colle forte type scotch en tube, colle contact, sinon le collage ne tient pas).
- ♦ Peut on fabriquer un objet mobile proche de l'octomobile qui posséderait deux triangles isocèles non rectangles (ou équilatéraux) sur la pièce de base ? (Je ne crois pas…)

De plus, les points suivants ont été abordés concernant :

- ▫ Les compétences technologiques indispensables en cycle III : la fabrication de l'octomobile nécessite l'art du trait, la pratique du pliage et la maîtrise des collages. En effet, les tracés doivent être le plus juste possible sinon l'octomobile ne fonctionne pas bien, et le bristol quadrillé aide en cela. Quant au pliage sur bristol, il n'est pas évident avec les enfants. Certaine méthodes ont été employées : plier le long d'une règle plate ou utiliser des stylos n'ayant plus d'encre pour créer un sillon sur le trait de pliage. En ce qui concerne le collage. Les adultes se sont rendus compte que la colle pouvait déborder et assembler ainsi des parties inutiles restreignant les fonctions mobiles de l'objet.

- ▫ Les connaissances géométriques pour fabriquer l'octomobile : reconnaître des figures simples dans une figure complexe qu'est la forme de base, savoir construire cette forme. A ce propos, ce groupe a beaucoup travaillé sur bristol blanc. J'ai montré des productions d'élèves et les membres se sont rendus compte de la difficulté pour des enfants d'école primaire de tracer un carré et deux quarts de carrés assemblés sur des côtés opposés de celui-ci. Il s'agit là d'un exercice de précision finalisé. Le maître ne demandera pas un effort de soin uniquement pour lui faire plaisir, mais pour que l'objet tourne sur lui-même.

- ▫ Le problème de la construction d'une suite de quatre figures de base d'un seul tenant a également été soulevé. Quel doit être le côté du carré pour que la ribambelle entre dans une feuille de format 15 × 21 ?



Un rapide calcul (4 x + 5 x/2 = 21) donne avec les conditions imposées ici, x = 3,5 cm.

5. Conclusion

J'ai proposé le travail décrit dans la brochure de l'IREM. L'octomobile proposé aux élèves est fabriqué en bristol quadrillé. Le carré central mesure 4 cm de côté.

<u>Séance 1</u> :

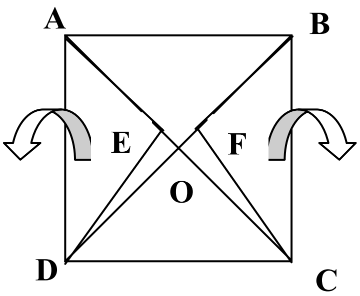
- Observation où le vocabulaire émerge, manipulation et fabrication de l'objet.
- Les plus rapides construisent un octomobile de dimensions différentes.

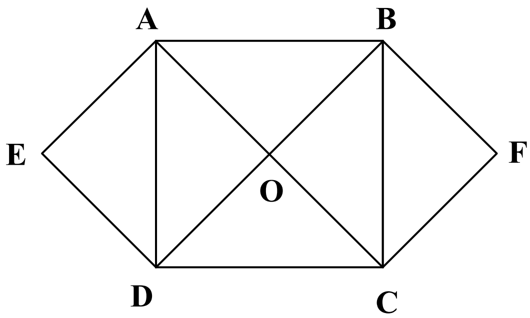
<u>Séance 2</u> :

- Rechercher toutes les photographies possibles quand l'octomobile est en position "plan" (annexe 3) et redécouverte de cette forme lorsque le maître la montre sur un poster.
- Compléter la fiche technique ou bien remettre en ordre les quatre étapes de la fabrication avant de compléter la fiche.

<u>Séance 3</u> : travail au choix

- Écriture du ou des programmes de construction pour réaliser une pièce de base sur papier blanc (plutôt en CM2 ?). Il est judicieux de remarquer que la figure de base présente des plis selon [AD] et [BC] et que les sommets E et F des triangles rectangles se confondent en O centre du carré.





- Lecture de programmes de construction écrit par le maître et tracé de cette pièce de base sur papier blanc non quadrillé (plutôt CM1 ?)

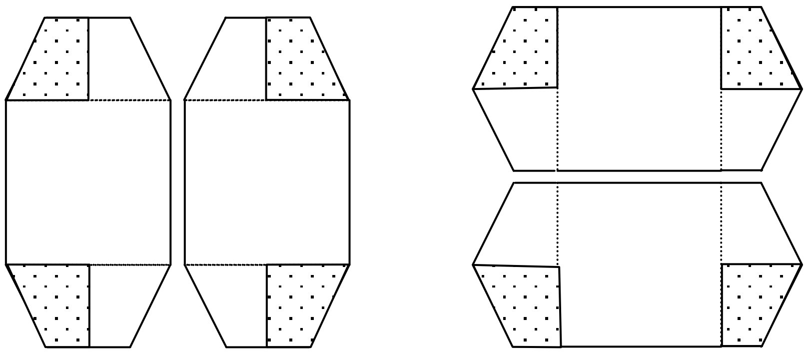
J'ai pu remarquer que les élèves de CM1 ou de CM2 ne savaient pas tracer des arcs de cercles et surchargeaient la figure de cercles complets. Un travail plus approfondi de constructions des figures complexes semble opportun.

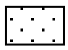
<u>Séance 4</u> : fabrication d'un octomobile sur bristol

- Je ne fais fabriquer qu'une seule pièce de base avec beaucoup de soin.
- Pour les trois autres, j'ai indiqué "la méthode des trous" : à l'aide de la pointe sèche du compas, on place les points A, B, C, D, E et , puis on trace au crayon et on découpe…

J'ai donné des pistes de perspectives : fabrication de deux quadrimobiles dont l'empreinte (trace de l'objet sur le papier) est un carré ou un rectangle. Fabrication d'un hexamobile, d'un octomobile régulier, d'un cyclomobile dont les empreintes sont un hexagone régulier, un octogone régulier et un disque. (voir la brochure IREM)

La question posée par le groupe 4 « Peut on fabriquer un objet mobile qui posséderait deux triangles isocèles non rectangles (ou équilatéraux) sur la pièce de base » ne s'est pas avérée possible. Cependant, elle m'a permis de trouver un autre octomobile.



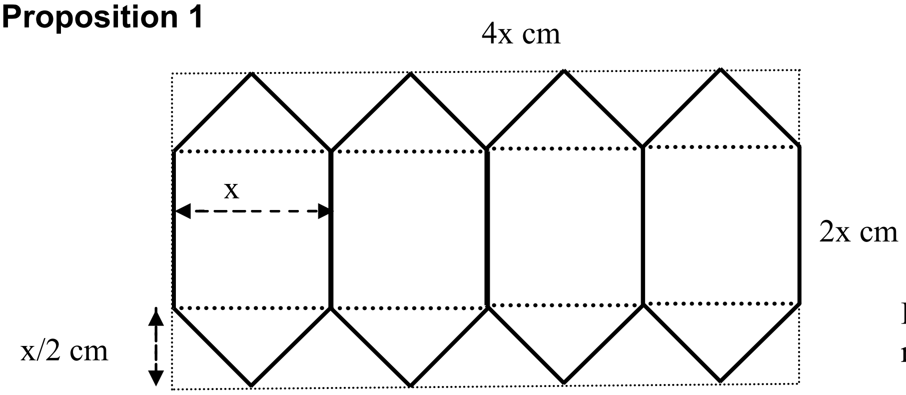
Voici les quatre pièces de base. (deux à deux identiques)
Découper sur le trait continu extérieur aux figures. Plier selon les pointillés
Coller sur les surfaces pointées 

Enfin, une autre piste consiste en la résolution d'un problème qui pourrait donner lieu à une recherche en cycle III.

« Fabriquer un octomobile le plus grand possible dans une feuille de format A4. On prendra un nombre entier de centimètres. »

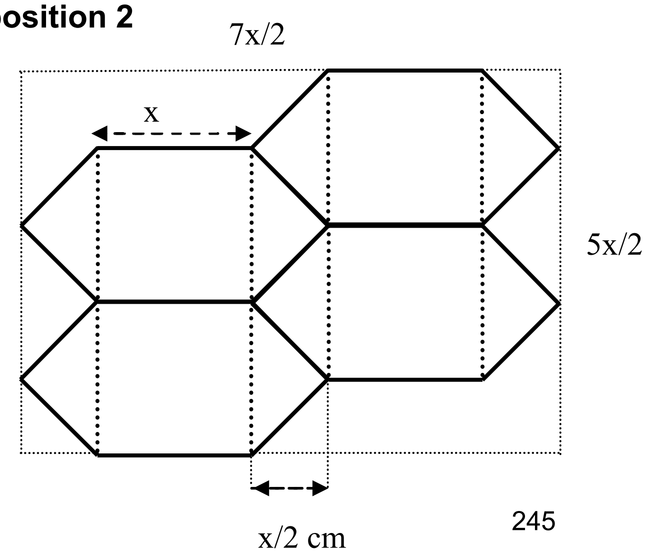
Voici quelques indices de solution :

Proposition 1



Encadrement par un rectangle de 4x X 2x

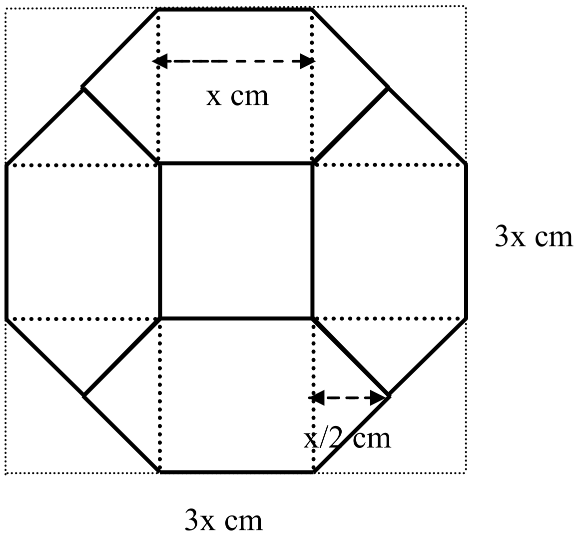
Proposition 2



Encadrement par un rectangle de 7x/2 X 5x/2

Proposition 3

Encadrement par un rectangle de 3x X 3x



La solution étant demandée en un nombre entier de centimètres, la proposition 1 donne x = 7 cm, alors que la proposition 2 donne x = 8 cm et la proposition 3 donne 7 cm. La deuxième proposition est donc la meilleure.

DEUXIÈME PARTIE : DE L'HORLOGE DE LA CLASSE EN PETITE SECTION DE MATERNELLE, À LA LECTURE DE L'HEURE AU CYCLE 2, PUIS AUX CALCULS DE DURÉES AU CYCLE 3.

Résumé : Le propos de cet atelier était de mettre en lumière l'intérêt de certains objets physiques dans la construction des parcours d'apprentissage des élèves. Comme l'indique le titre de cette deuxième partie, il s'agit ici de présenter la réalisation d'un objet appelé « l'horloge de la classe » en petite section de maternelle, et d'imaginer son évolution au cours des différentes années de la scolarité primaire.

EXPOSE DE PRÉSENTATION

Ce travail prend sa source dans un groupe formé d'enseignants de maternelle qui, à la suite de la parution des programmes de 95, se demandaient s'il était possible de rendre un élève de fin de grande section de maternelle capable de lire un plan. J'avais la responsabilité, dans le cadre de travaux de l'IREM de Marseille, d'animer ce groupe.

Très vite notre réflexion s'est orientée dans deux directions étroitement liées :

- comment favoriser le repérage spatial et la maîtrise des représentations spatiales ?
- comment favoriser le repérage chronologique dans la journée de classe, et sur quelles représentations s'appuyer ?

Grâce à l'ingéniosité et à l'expérience des participants, de nombreuses propositions ont été élaborées en réponse à ces deux questions, et testées dans les classes. L'une d'elles, fruit du travail d'Alain GISBERT, enseignant à l'époque, en petite section de maternelle à Viens dans le Vaucluse, a particulièrement retenu notre attention. Il s'agit de « l'horloge de la classe », en petite section.

L'horloge de la classe en petite section de maternelle.

Le maître de cette classe de petite section, avait l'habitude de mettre en place avec ses élèves, dès les premières semaines de l'année, une bande chronologique de la journée de classe. Chaque moment de la journée était représenté par un rectangle de couleur enrichi d'une photographie des élèves en train de se livrer au type d'activité représenté (accueil, regroupement, travail en atelier, moment d'hygiène, récréation…). L'avancement du temps de la classe était représenté par une flèche coulissant sur un guide placé au dessus de la bande, à chaque changement d'activité, le maître ou les élèves avaient la responsabilité de déplacer la flèche pour qu'elle conserve sa fonction d'indicateur chronologique. On peut aussi préciser que les moments associés au même type d'activité étaient représentés par des rectangles de même couleur et que la longueur des rectangles n'était pas forcément proportionnelle à la durée des moments qu'ils représentaient
L'attention du maître n'étant pas toujours centrée sur le déplacement de la flèche, il arrivait fréquemment qu'elle passe directement du moment de l'accueil au « moment des mamans » de fin de matinée, perdant ainsi toute son efficacité.
Devant ce constat Alain GISBERT eut l'idée de confier au mécanisme d'une pendule électrique le soin de déplacer l'extrémité de la flèche.

Pour cela il redessina la bande chronologique en arc de cercle, sur un cercle de 60 cm de rayon, le centre de ce cercle étant le centre d'une pendule électrique ordinaire sur laquelle

n'était conservée que l'aiguille des heures, rallongée par un bras de carton plume qui permettait à sa nouvelle extrémité de se déplacer sur la bande chronologique de façon continue et cohérente (voir schéma en annexe).
Dans ce nouveau contexte, les longueurs des différents moments deviennent proportionnelles à leur durée, car l'extrémité de l'aiguille parcourt la longueur du cercle en douze heures à vitesse régulière, un rapide calcul montre que cette longueur est légèrement supérieure à 360 cm, une durée d'une heure correspond donc à un arc de 30 cm de longueur environ, ce qui rend visible un déplacement correspondant à une durée de dix à quinze minutes.
La bande chronologique initiale restant présente dans la classe au niveau des yeux des élèves, elle permet aux élèves, grâce aux photographies qu'elle comporte, d'établir la correspondance entre chacune des tranches colorées de l'arc de cercle et le moment qu'elle représente

Une fois installée dans la classe, avec l'aide du maître, cette « horloge » est devenue le référent de la plupart des enfants à propos de l'écoulement du temps de la classe. Certains se permettaient même d'adresser au maître des remarques du genre : « Ce matin on est en retard, l'horloge dit qu'on devrait être sorti en récréation ! », et plus aucun élève ne demandait à quel moment les mamans allaient revenir. Il s'ensuivit un climat beaucoup plus apaisé dans la classe et on peut penser que la présence de cet objet favorisa chez de nombreux enfants la prise de repères utiles à leur structuration de la chronologie de la journée de classe.

Évolution de l'horloge en moyenne et grande section.

L'horloge étant devenue un objet familier pour les élèves, elle peut les accompagner en moyenne puis en grande section, devenant ainsi un témoin palpable de la continuité du cycle.

En moyenne section elle subit peu d'évolutions, seule la bande chronologique s'adapte au nouvel emploi du temps de la classe sans que cela n'oblige le maître à se sentir enfermé dans le cadre rigide de l'emploi du temps prévu. Au contraire quand le maître prend certaines libertés avec l'emploi du temps prévu, il lui suffit de le signaler aux élèves, qui prennent alors plaisir à effectuer des comparaisons avec ce qu'indique l'horloge.

En grande section, le cadran s'enrichit des nombres permettant de repérer les heures, parallèlement à l'introduction de la bande numérique dans la classe. La fonction ordinale des entiers s'en trouve renforcée, même si le maître doit assumer la justification du passage du 12 au 1 qu'il peut justifier par la forme arrondie du cadran. L'usage social des heures comme point de repère chronologique de l'écoulement de la journée se trouve ainsi reconnu dans la classe. D'autre part la bande chronologique adaptée au nouveau rythme de la classe peut être dépouillée de certains moments comme les moments d'hygiène.

Malgré l'apparition de graduations chiffrées autour du cadran, on reste dans le repérage chronologique, l'heure reste un repère, elle n'est pas encore l'expression d'une durée.
Dans la dernière partie de l'année, un travail est initialisé sur la notion de durée avec notamment la confection de sabliers pour « emprisonner » la durée de certains moments non simultanés (durée d'une chanson, d'une récréation…) dont on souhaiterait savoir lequel a duré le plus longtemps. On découvre alors la nécessité de faire démarrer l'écoulement des sabliers au même instant pour pouvoir comparer les durées qu'ils représentent. Ce travail sera prolongé au CP.

Évolution de l'horloge au CP et au CE1.

Il faut préciser que, contrairement à ce qui précède, les propositions qui suivent n'ont pas encore été expérimentées sur le terrain. Elles doivent donc être considérées avec prudence, les réactions envisagées chez les élèves ne devant être prises que comme des hypothèses qui peuvent être mises en débat dans la suite de l'atelier.

D'un point de vue pratique, il semblerait souhaitable que le maître présente sa démarche aux parents en début d'année et leur conseille de ne pas acheter de montre à leur enfant avant que le cycle d'apprentissage de la lecture de l'heure ne s'achève au CE1.

En entrant au CP, les élèves découvrent une horloge dont le rayon a diminué de moitié, il ne mesure plus qu'une trentaine de centimètres, la bande chronologique a disparu, mais les graduations chiffrées de 1 à 12 sont toujours présentes et l'horloge ne possède toujours qu'une seule aiguille. Les moments de début et de fin de demi-journée, comme éventuellement les moments de sortie en récréation, peuvent être indiqués par une graduation particulière, mais toutes ces indications restent des repères chronologiques.
Les élèves s'adaptent assez vite à ces nouvelles graduations grâce aux précisions qu'apporte le maître. Vers la fin de l'année le maître va amener les élèves à constater que cette horloge n'est pas assez précise pour répondre à certaines questions sur la vie de la classe comme :

« A-t-on commencé la lecture plus tôt ou plus tard qu'hier ? »

En début de CE1, les élèves retrouvent la même horloge qu'au CP, seul son diamètre a encore un peu diminué. Chaque fois que l'occasion s'en présente, le maître insiste sur le problème que pose son imprécision. Quand ce problème est bien installé dans la classe, le maître fait part aux élèves d'une idée qu'il a eue pour résoudre le problème que pose l'imprécision de l'horloge : il propose d'installer une deuxième horloge de même format à côté de la première, dont l'aiguille fait un tour complet de cadran pendant que l'aiguille de la première horloge se déplace d'une graduation à la suivante ; pour améliorer le repérage de l'aiguille de cette deuxième horloge, on convient de graduer son cadran de 1 à 60. Cette deuxième horloge permet un « effet de zoom », quand la lecture entre deux graduations de la première horloge manque de précision.
Sur le plan pratique, il s'agit évidemment d'une deuxième horloge électrique dont on a supprimé l'aiguille des heures.
Nous faisons l'hypothèse que ce deuxième objet va sensibiliser les élèves à la notion de durée car, pendant que l'aiguille de la première horloge se déplace d'une graduation, celle de la deuxième horloge effectue un tour complet, il s'agit bien, en acte, d'une égalité de durées.

Le maître pourra alors passer de l'heure perçue comme repère chronologique à l'heure conçue comme unité de durée en institutionnalisant l'équivalence entre une heure et soixante minutes.
La récursivité de cette démarche peut être confirmée par la mise en place de l'utilisation du chronomètre en EPS, lorsque le besoin de précision devient encore plus grand.

Dans la deuxième partie de l'année du CE1, les deux horloges pourront se fondre en une seule comportant deux aiguilles ayant chacune leur rythme et leurs graduations : de 1 à 12 pour la petite aiguille, de 1 à 60 pour le grande aiguille, la différence de taille trouvant sa justification dans le souci de distinguer les deux aiguilles qui ne jouent pas les mêmes rôles.
On peut aussi proposer une deuxième solution avec l'horloge à affichage digital, dont les deux compteurs indiquent à tout moment la graduation en face de laquelle se trouve chacune des deux aiguilles. Un travail systématique de mise en correspondance entre les indications de l'horloge à aiguilles et l'horloge à affichage digital peut être très constructif pour les élèves.
Les exercices de lecture de l'heure, comme repère chronologique, pourront prendre appui sur un socle porteur de sens, et ne plus se réduire à une technique qui restait souvent mystérieuse pour beaucoup d'enfants.

À partir de là de petits problèmes simples de calcul et de comparaison de durées peuvent apparaître, on pourra faire le lien entre le repérage de points sur une demi-droite graduée qui permet de calculer la longueur d'un segment, et le repérage du début et de la fin d'un moment qui permet d'en calculer la durée. Le maître pourra insister sur la distinction à apporter entre les deux rôles joués par les heures et les minutes, comme repères chronologiques d'un instant, et comme unités de durée d'un moment.

Au cycle 3 la familiarisation avec des problèmes de durées peut se poursuivre.

En prenant appui sur le travail précédent, une évolution progressive sur les problèmes de durées peut s'étaler tout au long du cycle 3. Il est souhaitable que l'horloge de la classe comporte une double graduation comme le proposent de nombreux modèles du commerce et une horloge factice à deux aiguilles comportant elle aussi une double graduation, pourra jouer le rôle d'outil de validation lors de certains exercices.
Ces problèmes pouvant se ranger en deux grandes familles : ceux dans lesquels il faut calculer l'horaire de début ou de fin d'un moment dont on connaît la durée, et ceux dans lesquels il faut calculer la durée d'un moment connaissant les horaires de début et de fin. La nécessité d'opérer un franchissement d'heure ou d'effectuer une retenue sont des variables importantes grâce auxquelles les maîtres pourront doser la difficulté des problèmes proposés aux élèves tout au long du cycle 3.

Conclusion de l'exposé.

La double signification des heures et minutes comme moyens de repérage d'instants et comme unités de durées est généralement assez mal perçue par les élèves sortant du cycle 3 (voir les scores enregistrés aux items des évaluations nationales d'entrée en sixième portant sur ce type de problème), nous faisons l'hypothèse qu'un travail tel que nous le proposons ci-dessus, prenant appui sur une démarche de reproblématisation de l'objet social qu'est l'horloge, permettrait aux élèves d'en découvrir les raisons d'être, et d'en saisir la nécessaire complexité. Ce faisant, une meilleure distinction s'établirait entre chronologie et durée pour le plus grand bénéfice de l'autonomie intellectuelle des élèves de cycle 3.

DÉBAT ENTRE LES PARTICIPANTS À L'ATELIER

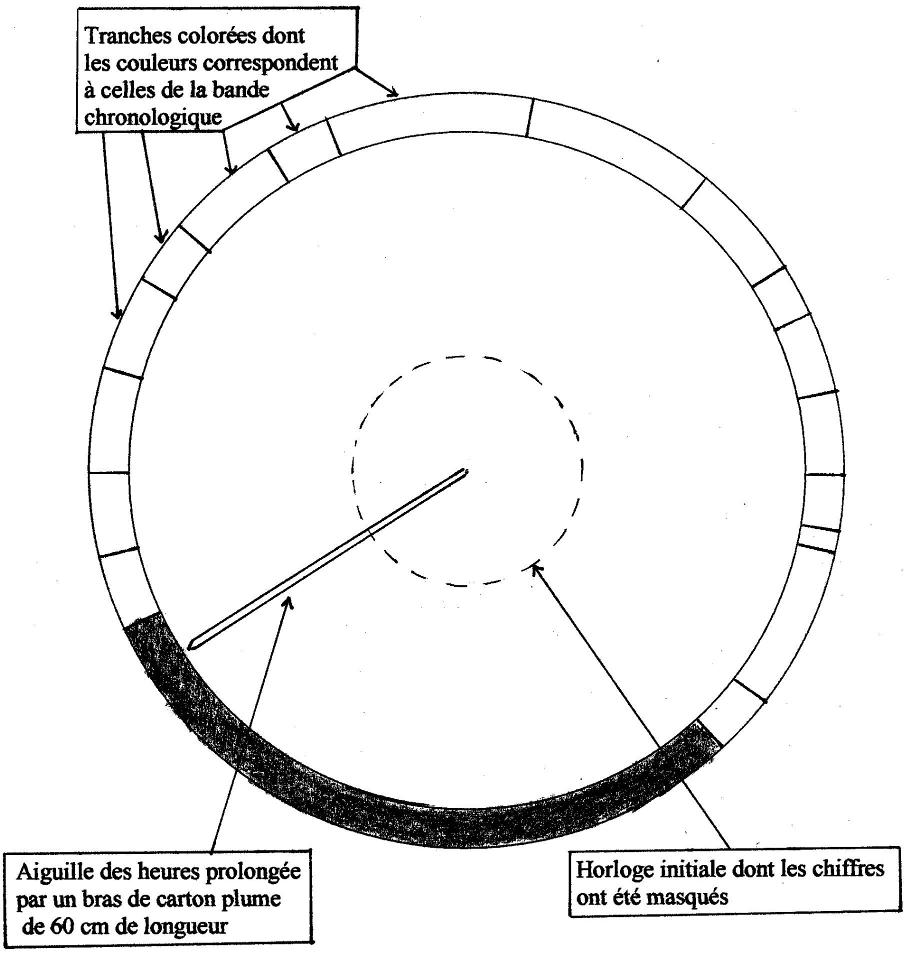
Les participants ont porté intérêt aux propositions faites pour la maternelle, le dispositif de fusion des deux horloges au CE1 n'a pas été remis en cause, mais l'hypothèse selon laquelle le travail sur les deux horloges favoriserait la prise de conscience de la notion de durée chez les élèves de CP ou de CE1 a été l'objet de vifs débats dont voici quelques extraits.

- Une participante signale que, de son point de vue, les élèves des cycles 1 et 2 sont demandeurs de supports pour se repérer dans le temps, car ils savent que les adultes en utilisent et ils voudraient bien les connaître. Si on ne leur propose rien, ils se débrouillent autrement, puis au CM1 ils ne sont plus intéressés car ils ont déjà résolu ce problème à leur façon.
- Un participant signale la tentative de mettre en place un travail sur les durées en grande section de maternelle avec des « bâtons de pluie », mais ce travail a très vite dérivé sur le repérage de la longueur des bâtons, les élèves pensant que plus un bâton était long, plus sa chanson durait longtemps.
- Avec la lecture de l'heure, on reste dans le repérage chronologique. Le travail sur les durées c'est autre chose, et il semble trop compliqué pour certains de vouloir le mêler à la lecture de l'heure.

- Il est signalé que, pour les élèves, il n'est pas évident d'admettre que le trajet 5 → 15 corresponde à la même durée que le trajet 20 → 30 pour l'aiguille des minutes. Faudrait-il utiliser un sablier pour les en convaincre ?
- Pourquoi vouloir sensibiliser les élèves aux problèmes de durée si tôt ? N'est-on pas trop pressés ? Il faut laisser du temps aux élèves pour accéder à des opérations aussi complexes. L'équivalence entre une heure et soixante minutes est à reporter au cycle 3.
- Plusieurs questions sont soulevées autour de l'utilisation du chronomètre ou de celle des calendriers. Une participante signale que, de son point de vue, malgré tout le travail qui peut être fait en maternelle et au CP, l'organisation d'un calendrier ne prend du sens pour les élèves qu'à partir du CE1.
- Au cycle 3 certains signalent le danger représenté par l'affichage des horloges digitales pour les quelles l'affichage « 10 : 34 » est vite transformé par les élèves en « 10,34 ».
- Il est aussi signalé que des disciplines comme l'histoire pour le temps ou la géographie pour l'espace, travaillent à leur manière sur les concepts spatio-temporels, mais elles le font généralement assez peu ou trop rapidement. L'EPS est aussi un excellent cadre de travail pour ces différents concepts.

La richesse des discussions et la vigueur des débats ont été la preuve que l'enseignement des concepts de chronologie et de durée ne fait pas encore l'objet d'un consensus parmi les formateurs présents, il est donc certainement utile de prolonger notre réflexions et nos expérimentations… dans la durée.

Annexe 0 **SCHÉMA DE L'HORLOGE EN PETITE SECTION.**



Annexe 1 : **FICHE DE FABRICATION DE L'OCTOMOBILE**

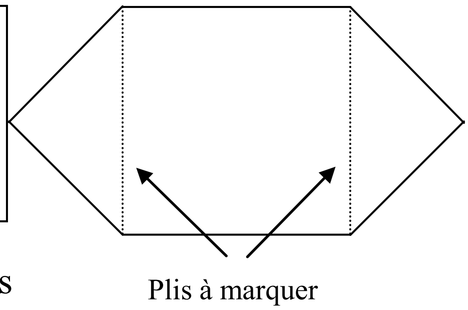
1 **Matériel** :

Bristol quadrillé ou blanc
Crayon de papier
- *Paire de ciseaux*
- *Règle.*
- *Compas (si on trace sur bristol blanc)*
- *Colle*

2 **Fabrication**

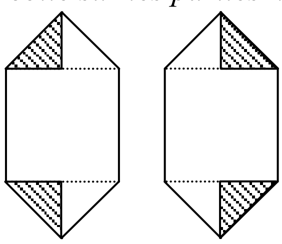
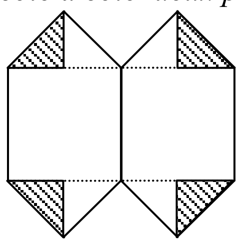
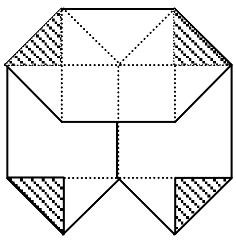
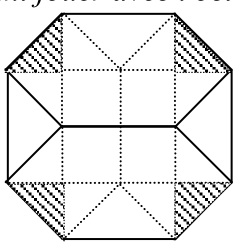
- Tracer quatre figures de base identiques en s'aidant du quadrillage.
- Décrire la figure de base :

La figure de base est un hexagone non régulier. Il est formé d'un carré et de deux triangles isocèles rectangles. *Le côté du carré mesure 4 cm et la base du triangle mesure aussi 4 cm. Les triangles sont adjacents à deux côtés opposés du carré.*



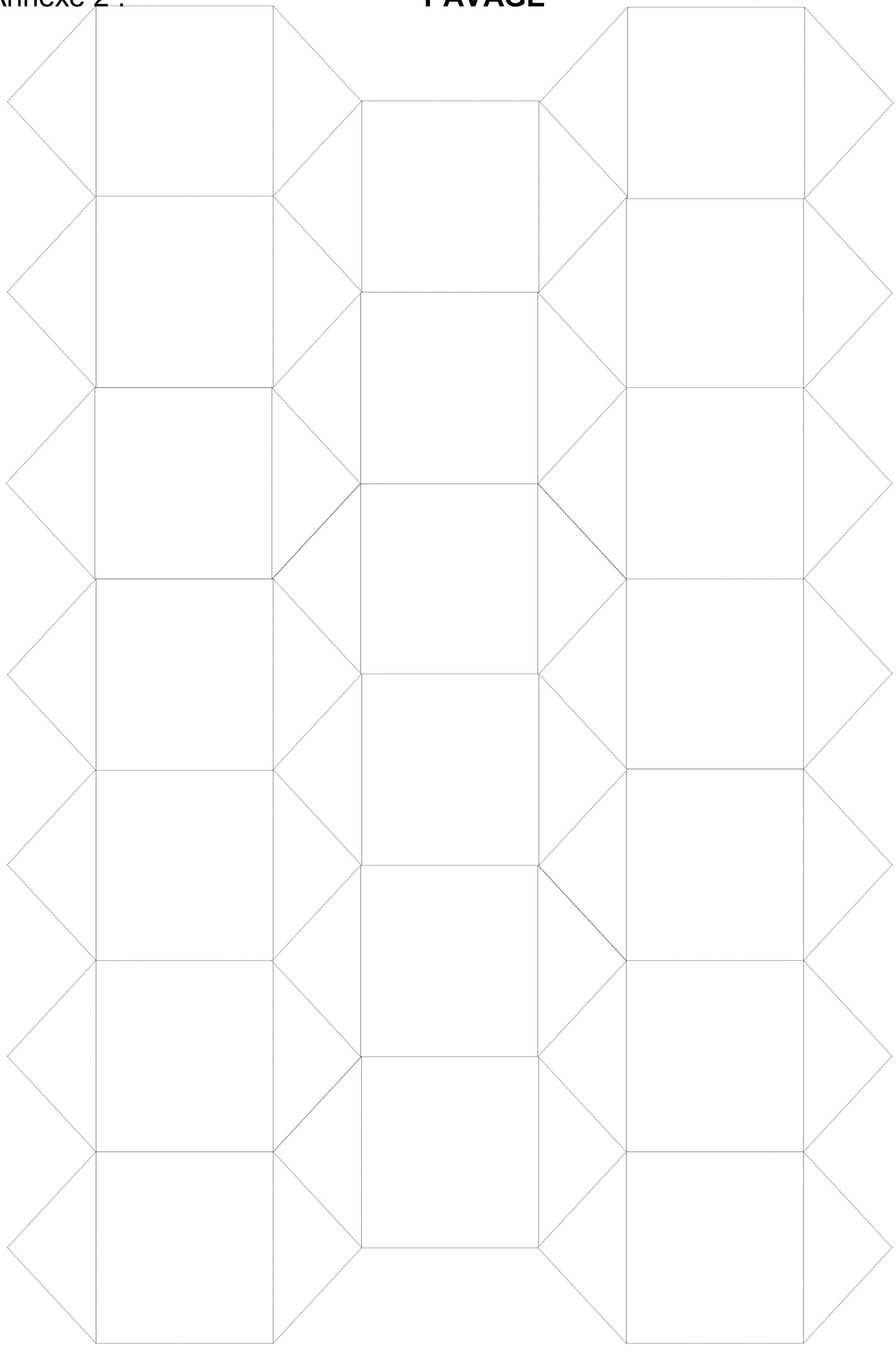
- Découper ces quatre figures et plier selon les pointillés

3 **Assemblage**

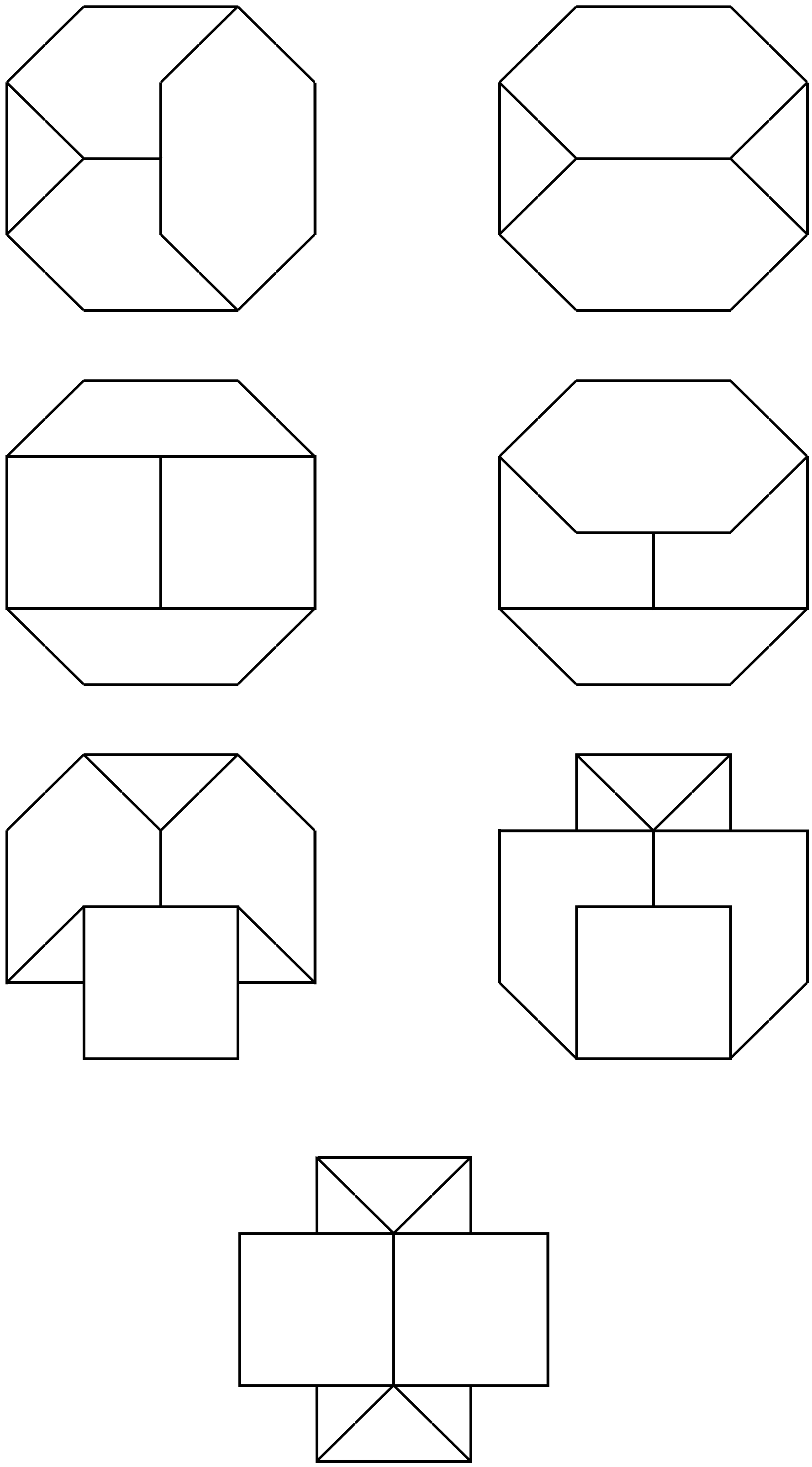
Première étape : *Disposer deux pièces de base verticalement. Dispose la colle sur les parties hachurées* 	Deuxième étape : *Mettre côte à côte deux pièces* 
Troisième étape : *Poser une troisième pièce dessus comme indiqué par la figure et appuyer. Attention que rien en bouge !* 	Quatrième étape : *Poser la quatrième pièce comme indiqué sur la figure et appuyer. Attendre que la colle soit bien sèche. Vous pouvez maintenant jouer avec l'octomobile.* 

Annexe 2 :

PAVAGE



Annexe 3 : **LES DIFFÉRENTES POSITIONS DE L'OCTOMOBILE**



MATHÉMATIQUES ET TICE : REGARDS SUR QUELQUES LOGICIELS DE MATHÉMATIQUES POUR L'ÉCOLE PRIMAIRE.

Bruno CANIVENC, Joël DENISOT et Pierre EYSSERIC,
formateurs PE à l'IUFM d'Aix-Marseille

Cet atelier s'inscrit dans la volonté de la Copirelem de proposer des lieux où l'on ouvre des chantiers et où l'on fait des choses ensemble. Dans le cas des TICE, il nous semble que nous sommes bien dans le cas d'un chantier où « il faut aller voir ».

Un premier tour de table permet d'échanger sur quelques pratiques de formation initiale ou continue existantes. Sont signalés par exemple :

- une récolte de logiciels et une volonté de prendre en compte l'environnement existant avec des logiciels tels que Atout-clic et Galswin,
- une commande de stage de formation continue « Géométrie et raisonnement au cycle 3 », stage organisé autour de l'utilisation de Cabrigéomètre,
- des ateliers en formation initiale organisés autour d'une prise en main de nombreux logiciels du commerce (ou plus « confidentiels »), suivie d'une étude plus poussée de Cabri avec une grille de lecture portant en particulier sur l'ergonomie du logiciel et le traitement de l'erreur,
- un travail autour du logiciel d'aide à la résolution de problème de l'IUFM de Caen,
- l'intérêt de présenter des logiciels qui « figent » des pratiques de classe (exemples sur les algorithmes opératoires en colonnes) mais la difficulté de les prendre en compte pour faire évoluer les pratiques,
- un travail autour du logiciel « Oratio » qui prend en charge l'enseignement sur les rationnels et décimaux au cycle3 (voir les actes de Chamonix),
- des ateliers de formation initiale en lien PE et PCL sur l'utilisation de Géoplan pour la reproduction de figures,
- l'utilisation de « Le compte est bon » (voir **http://fred.just.free.fr/Cjuste/** ou **http://www.clubic.com/t/gen/fl1022.html** pour télécharger une version logicielle du jeu), mais avec une question : « que fait-on en formation autour de ce logiciel ? »,
- une expérience dans un CE2 en ZEP autour de « Structure + », didacticiel basé sur l'observation d'empilements de cubes, édité par CHRYSIS[1] avec des activités intégrées dans une séquence,
- des ateliers Maths et Tice autour de l'analyse de quelques exercices de logiciels différents (dont « A nous les nombres »[2]) menée en parellèle avec la tentative de faire fonctionner une grille d'analyse assez lourde permettant aux Pe2 de balayer plusieurs axes de questionnement, atelier se terminant par des travaux de groupe autour de l'intégration de moments TICE dans une séquence de maths,

---

[1] CHRYSIS 1 allée de la Providence BP 42 86002 Poitiers Cedex (tel :05.49.45.20.20)
[2] logiciel créé par J. BRIAND, G. BROUSSEAU, J-L. OYALLON et S. VINANT, IREM de Bordeaux

- l'utilisation de logiciels d'EPI[3] sur l'approche des nombres et la structuration de l'espace,

Les échanges ont par ailleurs porté sur des points tels que :

- Comment se procurer des listes de logiciels hors « supermarché » ?

A été signalée l'existence de serveurs académiques qui proposent des évaluations de logiciels. (voir Annexe 1).

- Comment partager l'effort de recherche de sites intéressants ou à fuir ? (voir Annexe 2 une liste non exhaustive de sites visités par des collègues).
- Existent-ils des travaux qui donnent des pistes sur l'utilisation de Cabri ou d'autres logiciels de géométrie en cycle3 ? Des références sont proposées dans l'annexe 3.
- Nous sommes aujourd'hui face à une forte injonction institutionnelle visant à l'intégration des TICE dans les pratiques enseignantes, il est urgent de se mettre au travail de façon coordonnée : il nous semble donc judicieux de prévoir une inscription dans l'atelier de la Roche sur Yon qui poursuivra ce travail !
- Qui est avec les élèves face à la machine : le professeur ou un aide-éducateur et dans ce dernier cas, quelles consignes lui donner et quel retour sur l'activité et les résultats des élèves ?

L'idée de constituer une capitalisation des analyses didactiques de logiciels de maths assurée la Copirelem s'est dégagée. Pour ce faire, il semble intéressant de se mettre d'accord sur des critères d'analyse communs. C'est sur ce dernier point que le groupe a poursuivi son travail en construisant une grille à partir de celle élaborée par J. Briand. Nous vous proposons de la consulter en annexe 4.

Le groupe a commencé des études de logiciels à l'aide de cette grille et s'est séparé en se donnant des devoirs de vacances : renvoyer en septembre une analyse d'un logiciel ou d'une partie de logiciel réalisée avec notre grille commune. Les vacances n'ont apparemment pas été très studieuses pour tout le monde : à ce jour, nous totalisons deux retours, soit 4 logiciels analysés ; une de ces analyses vous est présentée en annexe 5 (les autres sont disponibles prochainement sur le site de l'Arpeme). Il s'en suit une autre proposition : celle d'un atelier d'analyse de logiciels à la Roche-sur-Yon (un travail analogue sur les manuels dans un précédent colloque a permis des productions intéressantes).

[3] Association Enseignement Public et Informatique 19 rue Daviel 75013 Paris

Annexe 1

QUELQUES SITES INSTITUTIONNELS AVEC DES ANALYSES DE LOGICIELS

Les serveurs académiques :

Le site **http://www.educnet.education.fr/math/servacad.htm** propose des liens directs vers les services mathématiques des académies, en cliquant sur une zone de la carte ou sur le nom de l'académie ; la page **http://www.educnet.education.fr/math/reslog.htm** présentent quelques logiciels utilisables à l'école primaire.
Les évaluations de logiciels sur les sites académiques se limitent malheureusement souvent aux logiciels pour le collège et le lycée ; les informations relatives aux logiciels pour l'école primaire sont plus rares.
Nous avons plus particulièrement remarqué le site de l'Académie de Rennes (**http://www.ac-rennes.fr/pedagogie/maths/mathntic/nticaccueil.htm**) pour ses analyses de logiciels et celui de l'Académie de Lille (**http://www2.ac-lille.fr/math/banniere.htm**) pour ses liens avec divers sites de géométrie (pavages, polyèdres, Logo,…).

Sur les serveurs des IUFM :

http://www.lille.iufm.fr/ress/anacdrom/cdent.htm
Une page du site de l'IUFM Nord-Pas de Calais sur laquelle on trouve des analyses de logiciels (entraînement scolaire, jeux, …) réalisées par deux formateurs de l'IUFM Nord Pas de Calais (des professeurs de français pour la plupart) : on y trouvera entre autres une analyse de Adibou et de Adi.

http://www.reims.iufm.fr/ressources/Cadreressources.htm
Une page du site de l'IUFM de Reims avec des analyses de logiciels ayant ou non le label Reconnu d'Intérêt Pédagogique ; ces analyses sont réalisées par des PIUFM, des PE2 ou des circonscriptions, mais les logiciels de maths sont les grands absents.

Dans les IREM :

http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/math/panorama
Le site PanoraMath (tout l'internet utile aux profs de maths) ; vous y trouverez entre autres des liens vers des présentations succinctes de logiciels de mathématiques ; quelques-uns sont utilisables à l'école primaire.

Annexe 2

QUELQUES SITES DIFFUSANT DES LOGICIELS DE MATHÉMATIQUES POUR L'ÉCOLE

http://www.espacefr.com/

Ce site vous propose le téléchargement de nombreux logiciels de mathématiques gratuits pour l'école maternelle et l'école élémentaire ; vous y trouverez une description rapide des logiciels ; l'étude et l'analyse restent à faire…

http://www.ordiecole.asso.fr

Site de l'association ORDI ECOLE (Organisation Relais Des Instituteurs Exploitant les Capacités de l'Ordinateur à ou Pour l'Ecole) qui a conçu et diffuse le CDROM Compil'Ecole qui rassemble de nombreux petits logiciels pour l'école primaire.

http://www.logedu.com/
http://www.logieduc.com

Deux sites d'associations qui diffusent des logiciels écrits par des enseignants pour des enseignants et leurs élèves ; on y trouve de tout et il faudrait vraiment analyser ces produits.

http://206.162.152.6/cat/dbml.exe?template=/CDM/intro.htm

Catalogue Diffusion Multimédia ; des logiciels (pas donnés) venus du Québec…

http://www.recreomath.qc.ca

Un site québécois qui propose une banque de problèmes récréatifs et une banque d'outils mathématiques.

http://www.epi.asso.fr/http://www.epi.asso.fr/

Le site de l'Association Enseignement et Informatique.

http://ressource.ordp.vsnet.ch/ictressources/ictressources.htm

Le site REVES (Ressources Ecole Valaisanne pour des Enseignants Solidaires) de nos collègues suisses sur lequel on trouve le plus grand nombre d'analyse de logiciels de mathématiques pour l'école ; vous y trouverez aussi de nombreuses pistes pour l'utilisation des TICE à l'école.

http://www.arfe-cursus.com/logitheque1.htm

L'anneau des ressources francophones de l'éducation (ARFE) : des logiciels et des liens vers de nombreux autres sites.

Annexe 3

AUTOUR DE CABRI ET DES LOGICIELS DE GÉOMÉTRIE

http://www.ac-creteil.fr/Maths/compa.htm
Une étude comparative des principaux logiciels de géométrie **(**Atelier de géométrie 2.0**,** Cabri II**,** Calques 2**,** GéoplanW**).**

Références relatives à l'utilisation de Cabri-Géomètre à l'école primaire :

http://www-cabri.imag.fr/cabriole/
Dans les numéros 6, 7 et 8 de la revue Cabriole, quatre propositions d'utilisations de Cabri-Géomètre à l'école primaire
http://www-cabri.imag.fr/cabriole/Numero6/CabriEnClasse/primaire6.html,
http://www-cabri.imag.fr/cabriole/Numero7/Imagiciel/voirIso7.html,
http://www-cabri.imag.fr/cabriole/Numero7/Imagiciel/isoAngle7.html,
http://www-cabri.imag.fr/cabriole/Numero8/Architecture/methVisuelle8.html

http://www.paris.iufm.fr/ressources/maths/index.php3
Un document de 30 pages au format .pdf propose des utilisations de Cabri-géomètre II à l'école élémentaire (auteur : Jean-Pierre Massola).

http://www.epi.asso.fr/revue/91/b91p171.htm
Dans le numéro 91 de la revue EPI, un mémoire professionnel de PE2 sur Cabri à l'école.

http://www.crdp.ac-grenoble.fr/imel/cecconi/cabripri/
Sur le site du CRDP de Grenoble, 13 fiches pour utiliser Cabri en Sixième et à l'école Primaire.

http://www.fse.ulaval.ca/graim/cabriWorld2001.ppt
Présentation Powerpoint d'une expérimentation de Cabri en cinquième année de Primaire au Brésil lors du colloque CabriWorld 2001.

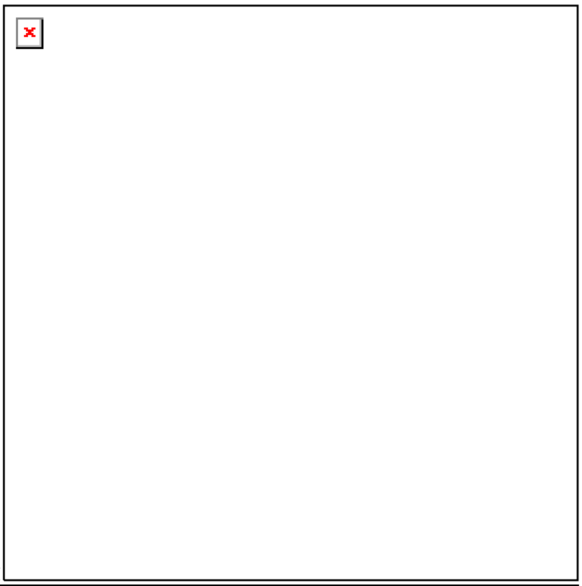
http://www.ac-reunion.fr/pedagogie/icosaweb/GeomJava/abraCAda/M_abra.htm
Cinq séances de géométrie à l'école primaire. Revue AbraCAdaBRI.

Henri-Claude Argaud et Gérard Gerdil-Margueron, *Cabri-géomètre constituant d'un milieu pour des situations d'action devant être a-didactiques*, Atelier A3 du XXVII$^{\text{ème}}$ colloque inter-IREM des formateurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres ; pages 217 à 225.

Autres logiciels de dessin géométrique :

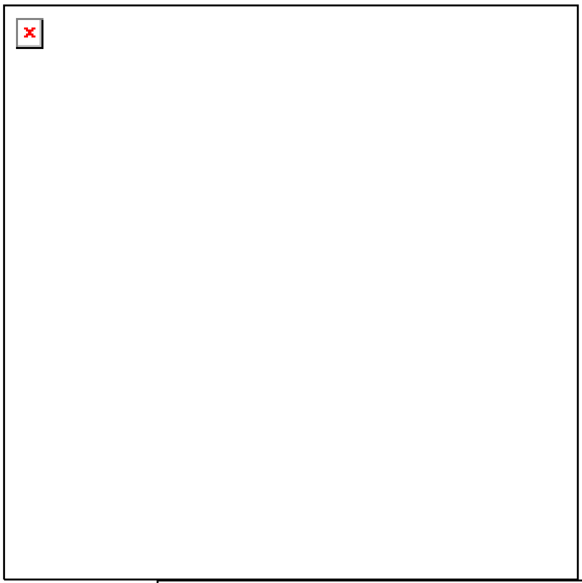
A partir des informations du site Panoramath

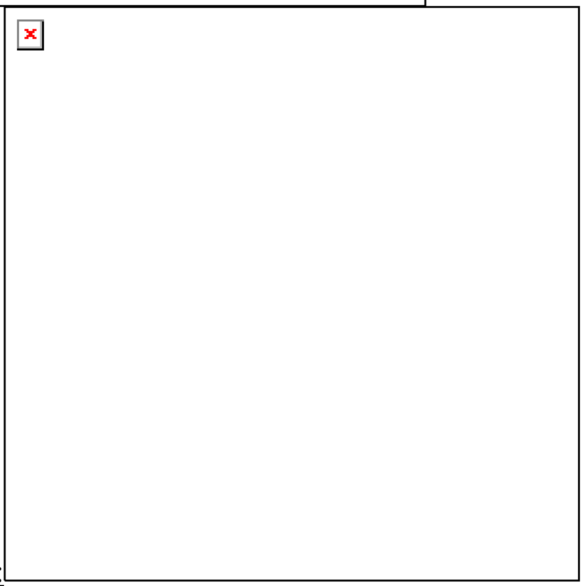
http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/math/panorama/

Déclic : 

Déclic est un logiciel qui permet de construire à la souris toute figure de géométrie euclidienne. Les figures éditées sont incorporables (en vectoriel) dans tout traitement de texte sous Windows. Ce logiciel existe pour Windows 3.1, pour Windows 95,98... Il est disponible en téléchargement (au format .zip) et il est totalement gratuit.

http://home.nordnet.fr/~eostenne/declic.htm

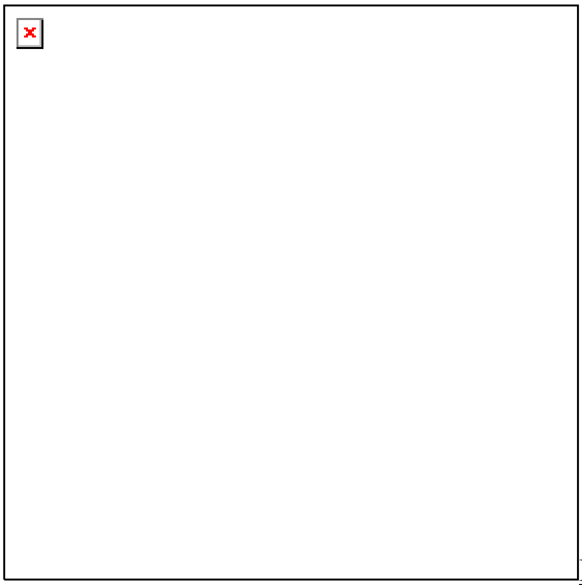




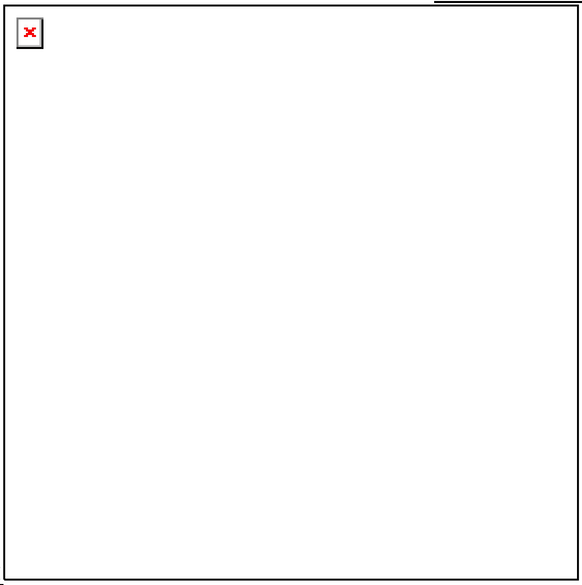
<u>Géométrix :</u>

Géométrix est un logiciel de construction géométrique complet; c'est aussi un logiciel qui peut guider l'apprentissage de la démonstration. En contrepartie, apprivoiser Géométrix nécessite du temps. Sur ce site, on trouve une présentation du logiciel ainsi qu'un compte rendu d'expérimentation.

http://cde.4.free.fr/fra/1_educatif/fiches/geom.htm



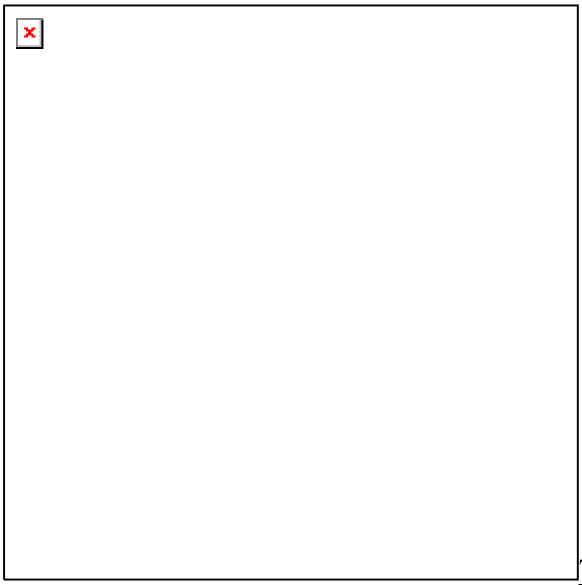
L'atelier de

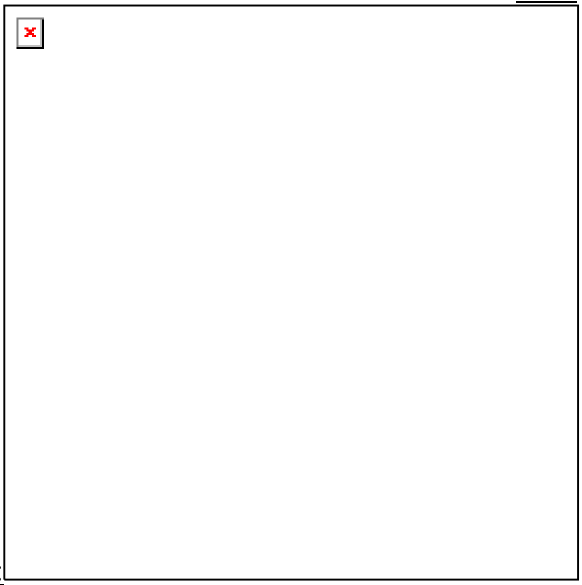


géométrie :

Atelier de Géométrie 2D est un logiciel de simulation géométrique qui permet de faire toutes les constructions de la géométrie dans le plan au niveau du collège et du lycée. De même l'Atelier de Géométrie 3D remplit les mêmes fonctions pour la géométrie de l'Espace. De nombreux exercices pour tous les niveaux sont fournis avec les versions de base. Pour chacun des deux logiciels des versions de démonstration peuvent être téléchargées (la version 2D pèse 946Ko et la version 3D 1232 Ko).

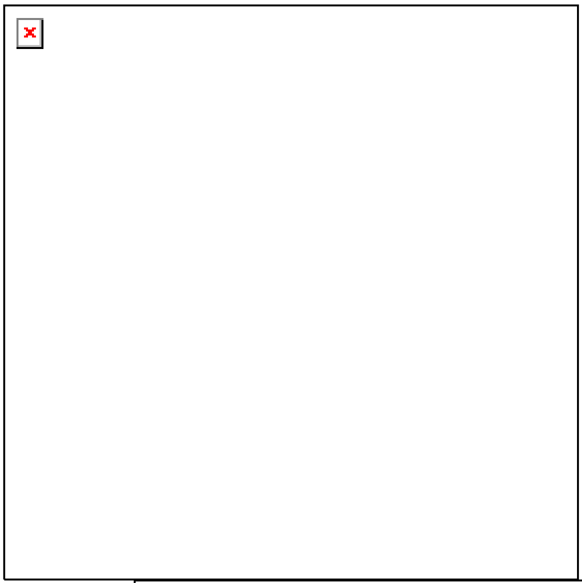
http://www.tlc-edusoft.fr/cdonline/ateliego/

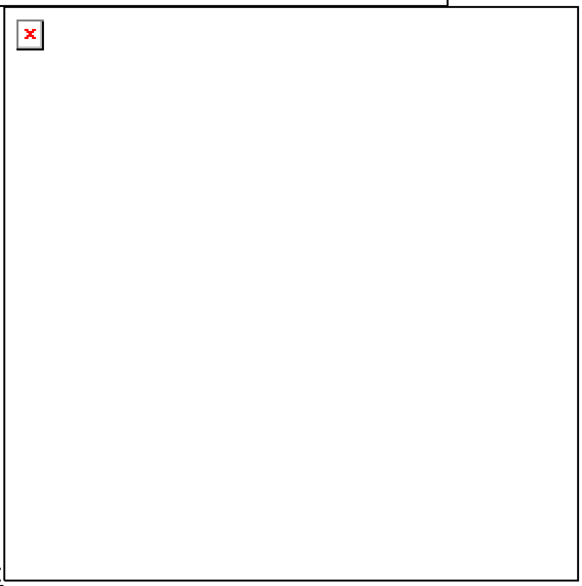

Tout


YX :

Un logiciel différent... pour "tout" faire avec des "y" et des "x" : voilà ce que dit l'auteur. En fait ce logiciel est à classer dans la famille des logiciels de dessin électronique; mais il dispose de nombreux plus (le site internet les présente de fort belle façon). Une version de démonstration est disponible en téléchargement (fichier .exe de 695 Ko).

http://perso.wanadoo.fr/jean.jouanard/





Chamois :

Un autre logiciel de construction géométrique sous Windows (à partir de 95). Une version shareware est disponible en téléchargement (1,16Mo) et est valable 40 jours.

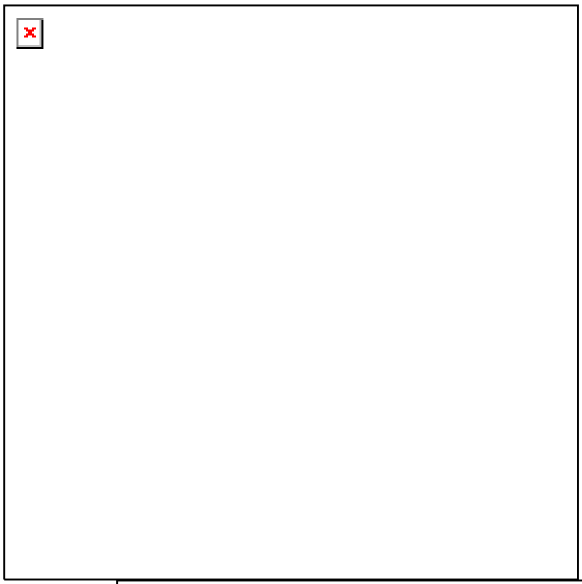
http://www.multimania.com/bourit/

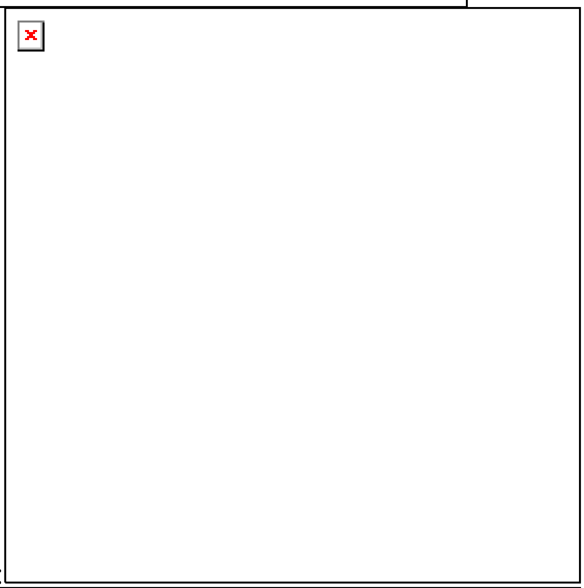
Docteur Géo :

Docteur Géo est un logiciel de géométrie dynamique, disponible gratuitement en téléchargement (au format .zip). Il existe en version Dos et en version Linux. Il est non seulement gratuit mais fait partie de la famille des logiciels libres. Doctor Genius est la réunion de Docteur Géo et d'un logiciel de calcul très puissant. Il n'existe qu'en version Linux.

http://ofset.sourceforge.net/drgeo/last_version.html

http://ofset.sourceforge.net/drgenius/





Imageo :

Imageo est un logiciel de création d'images animées. Il existe en plusieurs versions : pour Dos, pour Windows ou pour Java. Chacune de ces versions peut être utilisée gratuitement. De plus ce logiciel est tout petit par la taille et son téléchargement est très rapide. De plus il peut se contenter d'ordinateurs qui ne sont pas du dernier cri.

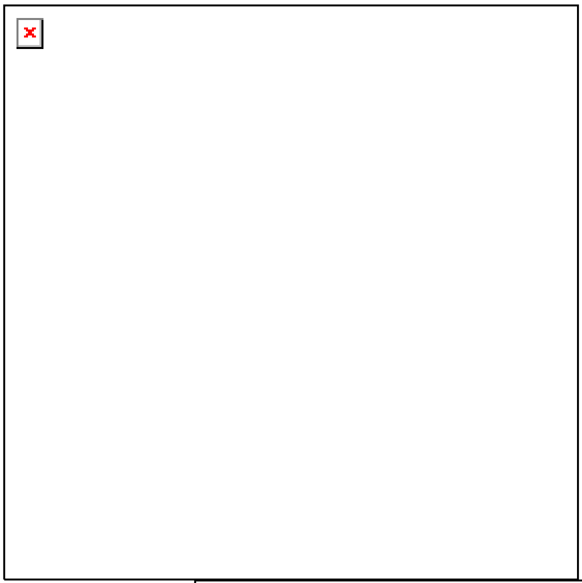
http://home.nordnet.fr/~bkostrzewa/pages/index.htm

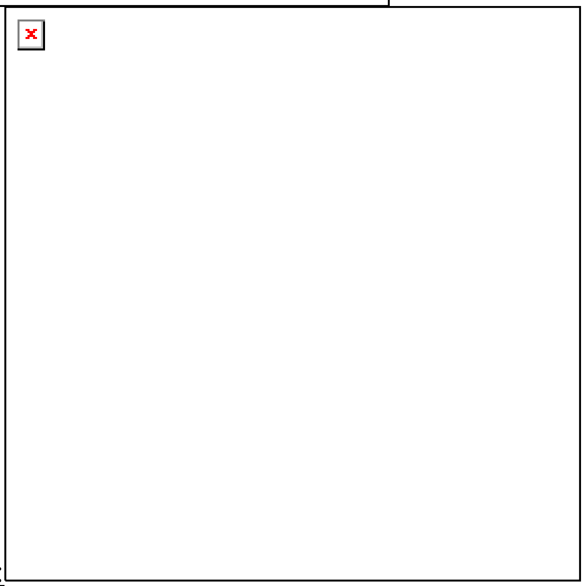
Géoflash

:

Géoflash est à la fois une encyclopédie de figures animées de géométrie euclidienne et un logiciel de construction géométrique. Des exemples non animés peuvent être téléchargés. Le site, en fait a pour but de vendre le Cédérom Géoflash.

http://www.geoflashmath.com/





Math&Grafic :

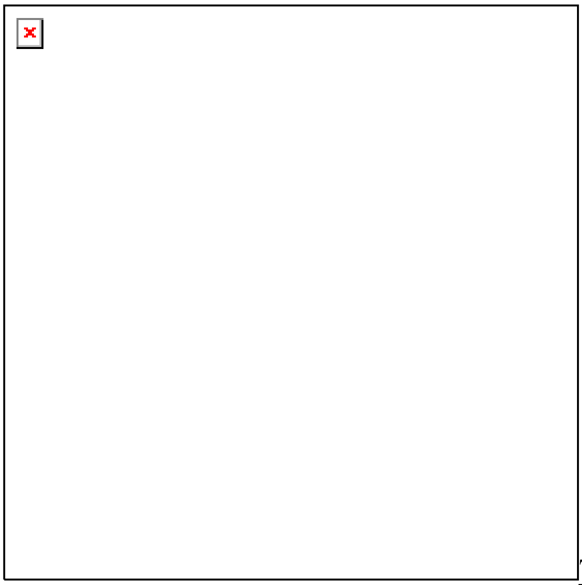
Mathé&Grafic est un logiciel édité par Hachette Education (environ 250F la version monoposte). Il fait partie de la famille des logiciels de dessin géométrique. Sur ce site l'auteur, Yves Biton, décrit et présente son logiciel, donne de nombreux exemples d'utilisation (collège et lycée). Une version de démonstration est téléchargeable (478Ko pour le lycée, 461Ko pour le collège).

http://mathgrafic.free.fr/

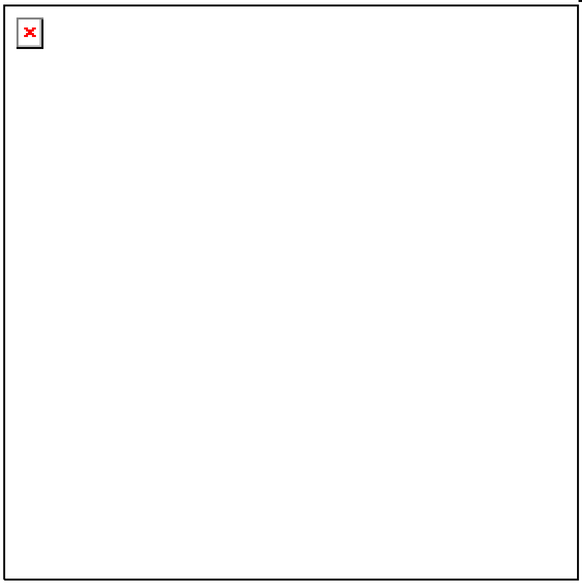
The Geometer's Sketchpad :

C'est le cousin américain de Cabri et de Géoplan; il est très utilisé aux USA et au Canada. Il existe en version Windows et Mac. Est aussi disponible une version Java (The Java Sketchpad) qui permet de fabriquer des figures animées et interactives en ligne sur l'internet. Une version de démonstration peut être télécharger (compressée, elle pèse 598Ko).

http://www.keypress.com/catalog/products/software/Prod_GSP.html

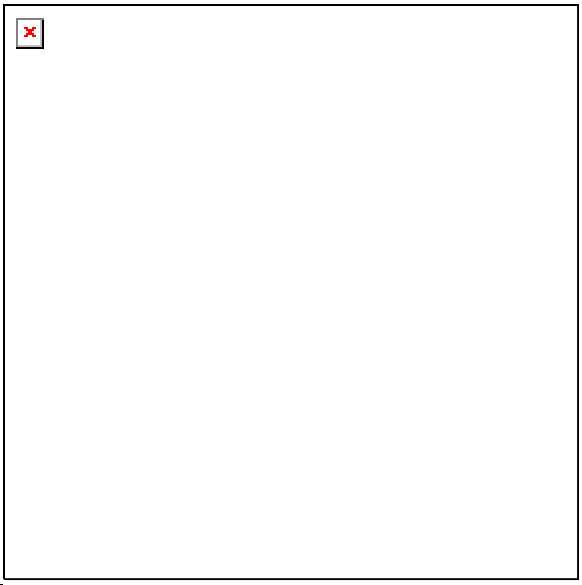


Tigre :



Tigre est un logiciel d'aide à l'apprentissage de la démonstration en géométrie, au niveau collège. Il est gratuit et disponible en téléchargement. La réalisation du logiciel n'est pas exempte de défauts.

http://www.irisa.fr/repco/Pages_Pros/Dominique.Py/Tigre/



Géoplan – Géospace :

Outre des renseignements sur le C.R.E.E.M. lui-même et ses travaux en cours, on trouve ici Géoplan pour Windows et GéoSpace pour Windows. On peut télécharger une version de démonstration de chacun de ces deux logiciels (531Ko et 670Ko) : il s'agit des logiciels complets, mais on ne peut ni imprimer, ni sauvegarder. Les versions établissement de ces logiciels valent 210F et 600F. Sur le site, on trouve aussi la façon de se procurer les Imagiciels de Seconde, Première et Terminale. Des activités utilisant ces logiciels sont aussi proposées.

http://www2.cnam.fr/creem/GeoplanW/geoplanw.htm (Géoplan Windows)

http://www2.cnam.fr/creem/GeospacW/geospacw.htm (Géospace Windows)

http://www2.cnam.fr/creem/Imagiciels/imag.htm (Imagiciels)

Annexe 4
GRILLE D'ÉVALUATION DES LOGICIELS DE MATHÉMATIQUES

Proposition de critères d'étude de logiciels

Nom du logiciel, Numéro de l'exercice ou du groupe d'exercices

1) La consigne existe-t-elle (O/N) ?, modalité (ECrite/ORale) ?, clarté (Insuffisante, Moyenne, Bonne) ?	
2) Quelles sont les connaissances nécessaires pour entrer dans la tâche ?	
3) Type de tâche demandée à l'élève	
4) Quel est le moment de l'étude : première rencontre avec un problème, élaboration d'une technique de résolution, entraînement sur une technique, évaluation, … (P R, EL T, EN T, EV, …) ?	
5) Le logiciel débute-t-il par des éléments de cours ?	
6) Le ou les savoirs visés sont-ils nécessaires pour réussir la tâche ?	
7) Le logiciel joue-t-il sur des variables didactiques, lesquelles ?	
8) Existe-t-il des variables permettant d'adapter la tâche à différents niveaux d'élèves ? lesquelles ?	
9) Qui peut jouer sur les valeurs de ces variables ? (E, P, Logiciel)	
10) Existe-t-il des éléments distracteurs de la tâche ? Lesquels ? Qu'apportent-ils ?	
11) La réponse attendue est-elle unique ?	
12) Les réponses mathématiquement correctes sont-elles toutes reconnues ?	
13) Les réponses mathématiquement incorrectes sont-elles toutes refusées ?	
14) Quelles sont les modalités de validation : sanction vrai/faux, grâce à des informations transmises par le logiciel (rétroaction), par l'intervention du professeur (V/F, Rétro, P) ?	
15) Plusieurs essais sont-ils possibles ? Combien ?	
16) La réponse correcte est-elle donnée ? après combien d'essais ?	
17) Sur quelles réponses erronées des élèves le logiciel renvoie-t-il des informations ?	
18) Existe-t-il des aides (O/N) ? automatiques ou sur demande (Aut, Dem) ? Quelles formes : rappel des consignes, cours, exemples, exercice partiellement traité, … (Cons, Cours, Ex, Part, …) ?	
19) L'aide tue-t-elle la tâche ?	
20) Existe-t-il une mémoire du travail des élèves (O/N), pour E/P ?	
21) Existe-t-il une évaluation globale (O/N), pour E/P ?	
22) La modalité de circulation dans un exercice ou entre exercices prend-elle en compte des réponses précédentes des élèves (O/N) ? Si oui, comment ?	
23) Du point de vue des apprentissages le logiciel apporte-t-il un plus par rapport au papier ou au tableau (O/N) ? Lequel ?	
24) Place possible de l'utilisation de ce logiciel dans une séance ?, dans une progression?	
25) Autre	

Annexe 5

ANALYSE DU LOGICIEL GALSWIN CE2

Nom du logiciel : Galswin CE2

Logiciel généraliste . L'étude faite ne se rapporte qu'à la partie mathématique.

1) La consigne existe-t-elle (O/N) ?, modalité (ECrite/ORale) ?, clarté (Insuffisante, Moyenne, Bonne) ?	O, EC, M
2) Quelles sont les connaissances nécessaires pour entrer dans la tâche ?	Des connaissances mathématiques de base (opérations, table de multiplication, formes planes…)
3) Type de tâche demandée à l'élève	Exercices d'application et d'évaluation
4) Quel est le moment de l'étude : première rencontre avec un problème, élaboration d'une technique de résolution, entraînement sur une technique, évaluation, … (P R, EL T, EN T, EV, …) ?	ENT, EV
5) Le logiciel débute-t-il par des éléments de cours ?	Non
6) Le ou les savoirs visés sont-ils nécessaires pour réussir la tâche ?	Oui, mais les objectifs des exercices sont parfois mal définis.
7) Le logiciel joue-t-il sur des variables didactiques, lesquelles ?	Non
8) Existe-t-il des variables permettant d'adapter la tâche à différents niveaux d'élèves ? lesquelles ?	Non
9) Qui peut jouer sur les valeurs de ces variables ? (E, P, Logiciel)	
10) Existe-t-il des éléments distracteurs de la tâche ? Lesquels ? Qu'apportent-ils ?	Oui. Ils sont très perturbateurs : les activités sont demandées dans le cadre d'aventures, un personnage encourage l'élève,…
11) La réponse attendue est-elle unique ?	Oui
12) Les réponses mathématiquement correctes sont-elles toutes reconnues ?	Oui
13) Les réponses mathématiquement incorrectes sont-elles toutes refusées ?	Oui
14) Quelles sont les modalités de validation : sanction vrai/faux, grâce à des informations transmises par le logiciel (rétroaction), par l'intervention du professeur (V/F, Rétro, P) ?	V/F
15) Plusieurs essais sont-ils possibles ? Combien ?	Non, pour de nombreux exercices
16) La réponse correcte est-elle donnée ? après combien d'essais ?	La réponse est donnée immédiatement, en correction d'une réponse fausse fournie
17) Sur quelles réponses erronées des élèves le logiciel renvoie-t-il des informations ?	Ne renvoie jamais à rien (sur le plan des notions et savoirs)
18) Existe-t-il des aides (O/N) ? automatiques ou sur demande (Aut, Dem) ? Quelles formes : rappel des consignes, cours, exemples, exercice partiellement traité, … (Cons, Cours, Ex, Part, …) ?	N
19) L'aide tue-t-elle la tâche ?	
20) Existe-t-il une mémoire du travail des élèves (O/N), pour E/P ?	Non
21) Existe-t-il une évaluation globale (O/N), pour E/P ?	Non
22) La modalité de circulation dans un exercice ou entre exercices prend-elle en compte des réponses précédentes des élèves (O/N) ? Si oui, comment ?	Non
23) Du point de vue des apprentissages le logiciel apporte-t-il un plus par rapport au papier ou au tableau (O/N) ? Lequel ?	Aucune originalité véritable sur la nature des activités. Exercices stéréotypés aux objectifs parfois mal définis
24) Place possible de l'utilisation de ce logiciel dans une séance ?, dans une progression?	Sous la forme d'ateliers, mais la dispersion par rapport aux objectifs pédagogiques possibles est grande.
25) Autre	Il est difficile de discerner les activités mathématiques dans un fatras d'animations et d'aventures. Une utilisation efficace en classe me paraît problématique.

Annexe 6

LISTE DE LOGICIELS À ÉTUDIER

On trouve de tout, du bon et aussi du très mauvais, à montrer aux PE pour leur apprendre à trier les outils les plus pertinents dans cette jungle.

Les logiciels généralistes les plus répandus :

ADIBOU 4-5 ans	ADIBOU 6-7 ans	ADI CE1	ADI CE2	ADI CM1	ADI CM2

LAPIN-MALIN Maternelle 1	LAPIN-MALIN Maternelle 2	LAPIN-MALIN Maternelle 3	LAPIN-MALIN Cours Préparatoire	LAPIN-MALIN Voyage au pays des Maths

KANGY au CP	KANGY au CE1	KANGY au CE2	KANGY au CM1	KANGY au CM2

ATOUT-CLIC éveil : : les **imbattables**	ATOUT-CLIC Maternelle	ATOUT-CLIC CP	ATOUT-CLIC CE1	ATOUT-CLIC CE2	ATOUT-CLIC CM1	ATOUT-CLIC CM2

GALSWIN 3-5 ans	GALSWIN CP	GALSWIN CE1	GALSWIN CE2	GALSWIN CM1	GALSWIN CM2

D'autres logiciels sur CD Roms :

(Analyse succincte à partir des travaux de la cellule TICE du CDDP de Marseille.)

Le Calcul mental : logiciel d'entraînement Auteur : Thierry Gangloff Editeur : ACCES
Il permet l'entraînement des élèves et l'amélioration des performances en calcul mental. La gestion des résultats permettra à tout moment à l'enfant de suivre sa progression et fournira des évaluations régulières à l'enseignant.

La Mesure : logiciel d'initiation Auteur : Thierry Gangloff Editeur : ACCES
Logiciel à utiliser en appui à des activités de manipulation permettant à l'élève de systématiser et de réinvestir certains acquis dans le domaine de la lecture de mesures et la manipulation des unités. Certains modules amènent à découvrir des stratégies de dénombrement et des notions de proportionnalité.

Mission maths: Editeur : Edutil

Un environnement ludique et attractif permet à l'enfant d'apprendre les bases du calcul. Il apprendra aussi à résoudre des problèmes et développera ses aptitudes au calcul mental.

<u>Mission maths. 2 :</u> Le secret de la cité perdue Editeur : Edutil
A travers un contexte ludique, des activités permettront aux enfants d'utiliser les quatre opérations, de calculer des pourcentages, d'identifier des attributs, de penser logiquement et d'appliquer les concepts mathématiques à des formes et à des objets.

<u>Les Tables de multiplication :une aventure de Peter et Julie :</u> Editeur : Arborescence
A travers un voyage vers le centre de la terre et la cité Atlante (inspiré du récit de Jules Verne), les deux enfants nous amènent à mieux connaître les tables de multiplication.

<u>L'Odyssée des Zoombinis :</u> Editeur : Broderbund
Douze terribles épreuves pour aiguiser et exercer ton sens de la logique. Les Zoombinis comptent maintenant sur toi pour les guider jusqu'à Zoombiniville.

Des logiciels à télécharger ou à commander :

LiliMini : **http://lilimath.free.fr/index.htm**

Tout comme LiliMath pour le collège, LiliMini offre une série de logiciels destinés à l'enseignement en primaire (problèmes, calcul mental, opérations à trous, calcul sur les décimaux, les nombres relatifs, les fractions, logique, géométrie, mesures, ...) et des outils permettant de mettre en place des activités mathématiques utilisant l'informatique (mini-basic, mini-logo, tableur, ...).
Le logiciel peut évoluer en fonction des critiques qui leur sont transmises.

Les logiciels de D. Bigeard : **http://www.espaceenfants.fr.st/**

Les logiciels de Ph. Cizaire : **http://www.jeuxeducatifs.fr.st/**

Les logiciels de T. Fleith : **http://www.chez.com/infecole/**

Les logiciels de Y. Pujol : **http://perso.club-internet.fr/pujol/sommaire.html**

De nombreux graticiels que nous n'avons pas encore pu regarder.

Les logiciels M. Perrault : **http://members.aol.com/curinier/perraut.htm**

Des logiciels pour le cycle 3 et la sixième réalisé par un instituteur retraité. Label R.I.P. (Reconnu d'Intérêt Pédagogique).

Les logiciels d'E. Curinier : **http://members.aol.com/curinier/**

Ensemble de 31 logiciels pour Maternelle, Cp, CE1 et AIS ; à voir et à analyser.

Les logiciels de J.C. Meier : **http://home.worldnet.fr/~logedu/mathema1.html**

CHEQUEUR : l'écriture des nombres en toutes lettres et en chiffres.
NUMEROM : l'écriture des nombres à l'aide des chiffres romains.
GEOM3D : les longueurs, les surfaces et les volumes.
NOMBREXE : le calcul avec toutes sortes de nombres.

Les logiciels Mathoudor : **http://home.worldnet.fr/~logedu/mathouto.html**

Technique de l'addition - Angles - Lire un nombre - Technique de la soustraction - Apprentissage des tables - Technique de la division - Technique de la division (soustractions posées) - Ecrire un nombre - Technique de la multiplication - Repérage dans le plan - Critères de divisibilité - Multiplication à virgules - Division à virgules - Ordre de grandeur - Polygones particuliers - Comparaison de nombres - Conversion d'unités - Simplification de fractions - Symétrie par rapport à une droite - Symétrie par rapport à un point - Rangement de nombres - Echelles - Périmètres - Surfaces - Sens des opérations - Système sexagésimal
Des caricatures de pratiques pédagogiques de « dressage » des élèves : pour montrer ce que ne doit pas être l'‘enseignement des mathématiques à l'‘école.

Les logiciels Logieduc : **http://www.logieduc.com**

Conversions : longueurs, aires, masses et capacités.
Divisi : divisibilité par 2, 3, 5, 9.
Calculs vie pratique : calculs de la vie courante à partir du CM2
Nombres 97 : écriture des nombres en lettres et en chiffres
Problèmes 97
OrdrEncadre : Ranger, encadrer.
Tables 99 : tables de multiplication.
J'apprends la division : technique de la division
Calmenta 3.62 : entraînement quotidien au calcul mental.

Les logiciels Logitron : **http://pages.infinit.net/logitron/**

Dimensions géométriques enseigne à identifier les angles, à convertir les unités de mesure, à classifier les solides, à calculer le périmètre, l'aire et le volume. (De 9 à 15 ans)
Les Naturels permet l'apprentissage des quatre opérations sur les nombres naturels et la mémorisation des tables. (De 6 à 11 ans)
Math-Atout enseigne à écrire les nombres, à trouver ceux qui viennent avant, à compter par bond et la logique mathématique. (De 5 à 12 ans)
Résolution de problèmes développe l'habileté à résoudre des problèmes mathématiques. (De 8 à 14 ans)
Les nombres à virgule apprend à ordonner des nombres à virgule, à les arrondir, à effectuer des opérations, à les transformer en fractions, etc. (De 9 à 14 ans)
Enquêtes sur les nombres développe la déduction mathématique, la maîtrise des opérations inverses et la capacité de traduire des phrases en langage mathématique. (De 9 à 14 ans)
Les Fractions enseigne les quatre opérations sur les fractions ordinaires et les préalables à cette maîtrise. (De 9 à 14 ans)
Problèmes sur les fractions développe l'habileté à résoudre des problèmes écrits contenant des fractions ordinaires. (De 9 à 14 ans)

Les logiciels E.P.I. : **http://www.epi.asso.fr/**

Les microjeux : CD Rom de jeux mathématiques pour le cycle 2 du primaire.
Les jeux EPI pour l'école : EpiJeux-Win. Une sélection des jeux ci-après adaptée à Windows.
Maternelle et Cycles des apprentissages 1, 2, 3 et 4 : 4 disquettes de programmes conçus à l'origine pour le Nanoréseau et portés sur PC.

Atelier B1

QUEL USAGE D'INTERNET EN FORMATION DES MAÎTRES ?

Catherine TAVEAU, IUFM de Créteil

L'objectif de cet atelier est de faire l'état des lieux de l'usage d'internet dans la formation des Professeurs des Ecoles. Alors que les directives ministérielles axent la formation sur une maîtrise des outils multi-médias, quelles sont les réalités dans la formation initiale et continue dans les IUFM?

Le tour de table des quatorze formateurs présents à cet atelier permet de dégager quelques points forts :

- Très peu d'actions en terme de formation disciplinaire autour d'internet sont proposées aux stagiaires. Dans le cadre des plans de formation, des modules TICE existent mais l'encadrement est assuré par des formateurs TICE (qui sont quelquefois des professeurs de mathématiques) et le contenu est très technique (recherche sur internet, faire fonctionner le courrier, créer un site,…).
  Quand une formation disciplinaire est proposée aux stagiaires, son objectif est la découverte, l'analyse et la critique de différents sites pédagogiques en mathématiques, comme on pourrait le faire avec des manuels scolaires.

- Plusieurs formateurs participent à l'élaboration et à "l'alimentation" de la rubrique "mathématiques" du site de leur IUFM accessible de façon externe ou interne. Chaque IUFM, par son site personnel, présente virtuellement le dynamisme de son personnel. Donc il est de bon ton d'avoir un site riche en ressources, ce qui pose des problèmes souvent résolus sans aucune transparence. Quelles ressources peut-on mettre sur le site? Y-a-t-il eu élaboration d'un cahier des charges? Qui compose le comité de relecture donnant son avis favorable ou non favorable pour la mise en ligne de ces ressources?
  La charge de travail, inhérente au maintien d'un site vivant, fait que peu de formateurs sont candidats à la fonction de responsable web du site mathématiques de leur IUFM.

  Que retrouve-t-on sur ces sites mathématiques quand ils existent?
  - Des mémoires ou des extraits de mémoires professionnels
  - Des séances construites par des Professeurs des Ecoles
  - Des cours pour les étudiants PE1
  - Des articles de didactiques des mathématiques
  - Des résumés des équipes de recherche locales

  Voici un des sites d' IUFM que nous avons trouvé intéressant par sa richesse et sa variété: **www.lille.iufm.fr**

  Les mathématiques sont dans la rubrique CREAM (accès par **TICE**, puis **Ressources**, puis **Ressources pédagogiques**, puis **CREAM)**

28ème colloque Inter-IREM des formateurs et professeurs chargés de la formation des maîtres.
pages 279 à 282

Plusieurs entrées sont proposées (*problèmes d'enseignement, séquence d'enseignement, histoire des mathématiques, mathématiques et français, didactique, sciences de l'éducation, bibliographie*).
La bibliographie est abondante mais malheureusement pas mise à jour régulièrement.

- Plusieurs IUFM essayent de développer des actions de formation utilisant l'outil internet pour faire du télé-enseignement. Ainsi les formateurs présents dans l'atelier nous informent de la mise en place de différentes pratiques:
    - Correction en ligne d'exercices proposés aux PE1 pour la préparation aux épreuves de mathématiques
    - Suivi des mémoires professionnels
    - Mise en ligne des cours magistraux
    - Aide pendant les stages en responsabilité des PE2

Le problème posé par les participants à l'atelier est lié à la non reconnaissance institutionnelle de ce temps passé, soit à la mise en forme des documents mis en ligne, soit à la réponse donnée aux stagiaires concernant leurs exercices, etc.
Une réelle question déontologique est posée : quelles limites à l'usage d'internet, où questions et attentes de réponses peuvent s'exprimer 24h/24h avec souvent des exigences de rapidité de la part des stagiaires?

En revanche, il apparaît qu'en formation il est fait peu de cas de l'usage d'internet en pédagogie. Internet dans les classes? Oui, mais pour quoi faire? Et comment le faire? Ces thèmes ne semblent pas abordés dans les formations pour le moment.
Internet reste essentiellement un outil de ressources pour les enseignants comme pour les élèves. Il permet par ailleurs dans les classes de monter plus facilement des projets de correspondances étrangères ou françaises avec d'autres écoles et d'autres classes. Ne faudrait-il pas en profiter pour mener en parallèle un débat autour de cet outil, ses avantages et ses dangers?

D'autre part, l'information est donnée sur le B2i (Brevet Informatique et Internet) dont le niveau collège devra être obtenu par tout stagiaire PE2 sortant de l'IUFM.
"*Le Brevet informatique et internet (B2i), qui sera généralisé en 2002/2003 à l'école, a pour vocation de valider des compétences en cours de scolarité de telle façon qu'un premier bagage soit maîtrisé à l'entrée au collège (cf* **note de service du 16 novembre 2000**). *D'ores et déjà, partout où les conditions sont réunies, la formation des élèves doit tenir compte de ces compétences à développer, l'évaluation doit être conçue dans l'esprit défini par la note de service et les premières attestations B2i délivrées sans attendre l'année 2002/2003. Dans cette perspective, toutes les formations proposées aux maîtres devront intégrer un volet TICE."* (circulaire du 21/03/2001)

Après un échange sur ces différentes pratiques, le groupe souhaite explorer une liste de sites proposés concernant les mathématiques à l'école primaire. Le groupe se donne aussi comme objectif la construction d'une "sitographie" vivante qui serait mise à jour par tous régulièrement, l'idée étant de mutualiser nos recherches et travaux concernant l'usage d'internet en formation.

Voici des sites souvent consultés par les PE2. Il est bon d'y faire un tour pour apporter l'esprit critique du formateur. Voici quelques commentaires concernant la rubrique des mathématiques.

SITES POUR LES ENSEIGNANTS DU PRIMAIRE ET DU SECONDAIRE:

- **www.noe-education.com** est un site pour les enseignants de la maternelle à l'université. Il propose des liens avec de nombreux sites selon la discipline et le niveau enseigné. Il est mis à jour quotidiennement. La partie consacrée à l'enseignement des mathématiques à l'école primaire est riche. L'analyse et la critique de ce site a été l'objet d'une séance de 3h en formation avec des PE2.
- **www.momes.net** est aussi un très bon site pédagogique, mis à jour quotidiennement. L'entrée mathématiques se fait sous la rubrique **Ecole-Education** et nous avons alors accès à quatre domaines **Numération, Géométrie, Mesure et Problèmes**. Le domaine Numération est bien enrichi d'autres liens traitant du nombre. Des apports théoriques sont proposés et de nombreux exercices sur toutes les notions à aborder à l'école primaire. On peut regretter que ces exercices ne soient pas accompagnés de démarches pédagogiques.
- **www.enseignants-du-primaire.org** possède une partie mathématique déplorable. Certaines séquences d'enseignement sont proposées. Espérons qu'elles ne soient pas utilisées en classe par des professeurs internautes.

PETITE SÉLECTION DE SITES RECOMMANDÉS PAR LES COLLÈGUES :

- Tout d'abord " l'anneau des mathématiques francophones" ouvert à l'occasion des maths 2000. Cet anneau répertorie plus de 95 sites mathématiques, provenant soit d'institutions mathématiques, soit de pages personnelles de mathématiciens. Cet anneau est géré par Yahoo **http://nav.webring.yahoo.com** .
- **http://chronomath.irem.univ-mrs.fr** est un très beau site sur l'histoire des mathématiques. L'iconographie est remarquable.
- **http://www.mathadore.com/** est un site qui propose des discutions, des défis, des jeux mathématiques. A voir.
- **http://perso.wanadoo.fr/therese.eveilleau/** est un site personnel ayant pour objectif de faire découvrir les mathématiques ludiques de façon dynamique. On y trouve tours de magie, petites histoires, paradoxes, etc. Belles illustrations.
- **http://www.ac-toulouse.fr/math/** est un site bien construit. Nous y retrouvons tous les "défis maths" de l'académie de Toulouse avec les problèmes des années antérieures.

Ceci n'est qu'un échantillonnage de tout ce qui existe. Le souci commun à l'ensemble des participants à l'atelier est de pouvoir mutualiser les recherches et les analyses de cette multitude de sites qui voient le jour quotidiennement. En effet beaucoup de sites ne sont que des sites de liens et d'autre part beaucoup sont de qualité médiocre.

Joël Denisot, formateur à l'IUFM de Marseille, propose à l'atelier de poursuivre le travail qu'une équipe de son IUFM a entamé : la construction d'une sitographie en mathématique. La partie concernant l'école primaire demandant d'être largement complétée.

Par ailleurs, les défenseurs du LOGO se sont retrouvés dans l'atelier avec la volonté de trouver de nouvelles sources pour développer de nouveau le langage LOGO dans les classes.

Un très bon site belge existe **http://logo.open.net/index.html** où on peut trouver les actualités sur LOGO et son enseignement.
De plus une nouvelle version (gratuite pour un mois) a été développée sous windows 98 (également windows 2000 et NT) par J.F.Lucas et est téléchargeable sur son site **http://perso.club-internet.fr/jflucas**.

Les informations proposées dans cet article sont de fait datées (juillet 2001) et comme le " i-temps" ne se mesure plus de façon raisonnable que seront-elles devenues dans six mois?

Atelier B2

« UNE EXPLOITATION DIDACTIQUE DE L'ÉVALUATION 6ÈME ».

Animateur **Patrick WIERUSZEWSKI.**
Professeur au clg Pasteur, 41160, Morée.
Formateur associé à l'IUFM d'Orléans-Tours.

I). TITRE :

« UNE lecture, UN traitement, UNE exploitation des données fournies par l'évaluation à l'entrée au collège, en mathématiques. Une étude de cas : le collège Louis Pasteur à MOREE, 41160. Ouverture vers une liaison CM2-6ème ».

II). PRESENTATION ET OBJECTIFS :

L'institution propose, depuis maintenant une dizaine d'années, trois ***évaluations***, qualifiées de ***diagnostiques***, à trois moments charnières dans le parcours des élèves du primaire au lycée. Après une caractérisation rapide de ce type de prises d'informations, je me propose de développer, à partir d'un travail initialisé par *Gérard LERICHE* (professeur de mathématiques, animateur IREM), une réflexion et un débat s'articulant autour des quatre objectifs suivants :

Proposer une exploitation originale des données, à la fois « simple » et « efficace » pour le professeur de terrain, lui permettant simultanément réflexions et prises de décisions par rapport aux élèves et à la classe.

Chercher à développer et à pratiquer des aides différenciées à l'élève et à la classe. (En liaison avec les textes officiels du « ***collège des années 2000*** » et les nouveaux textes d'avril 2001).

S'affranchir de représentations renforçant certaines « *niches écologiques* » (Yves Chevallard), en cherchant à cultiver une approche volontairement didactique.

Proposer des éléments de débat, sur des objets mathématiques sensibles, pour la mise en place de liaisons « primaire-collège ».

III). PUBLIC VISE ET MODALITES :

Public visé : toute personne intéressée par le thème, *sans exigence de connaissances particulières sur ce sujet* !.

Modalités : informations délivrées par l'intervenant, débat (en plénière ou en petits groupes), pistes de travail ou de « recherches-actions », bilan.

➢ L'EVALUATION, EN MATHEMATIQUES, À L'ENTREE EN SIXIEME :

(i) Quelques points de repères concernant cette « opération » :

Cette évaluation, mise en place par la DEP, existe depuis la rentrée 1989 et se poursuit actuellement. Elle a lieu en début d'année scolaire et elle est qualifiée de ***DIAGNOSTIQUE***, ce qui l'inscrit naturellement dans un cadre plus large qui est celui de ***l'évaluation FORMATIVE***.
En effet (très schématiquement !), l'évaluation formative intervient en cours d'apprentissage et porte sur des savoirs en cours d'élaboration et d'acquisition : elle est au service de l'élève. En conséquence, les « ***erreurs*** » jouent ici un rôle important, d'où la mise en place de l'évaluation dite ***diagnostique*** qui piste ainsi un double objectif :

- Proposer un « instantané », une « photographie » permettant de localiser des difficultés, en repérant d'éventuelles causes.
- Mais aussi, de certifier que des connaissances existent et sont potentiellement disponibles ou mobilisables par les élèves.

Enfin, parmi les buts fixés par l'Institution à cette action d'envergure nationale, on peut retenir :

- Permettre aux parents de lire une évaluation différente d'une note et de développer ainsi une nouvelle culture de l'information chiffrée. (? !) … (Problème : quel accès à cette culture ?).
- Permettre une lecture plus rigoureuse des performances des élèves par les enseignants, l'administration, les parents. … (Pour faire quoi ?).
- Permettre de développer des actions de recherche, localement ou par des organismes de recherche, par apport de « matière première ». …

(ii) Quelques informations sur la nature de l'épreuve de mathématiques :

On peut observer une relative, mais réelle stabilité, dans les compétences et connaissances évaluées à travers cette épreuve. Cependant, des modifications ont été apportées relativement à certains objectifs assignés à cette opération. Il en est tenu compte dans cette présentation.
L'épreuve contient une trentaine d'exercices regroupant un peu moins d'une centaine d'items, pré-codés pour la correction. Ces items sont associés en cinq « **champs standards** », notés : **N**, **O**, **P**, **G** et **T**, reconnus par le logiciel CASIMIR. Chaque champ s'intéresse ainsi à des compétences exigibles, évoluées et remarquables, en sortie de CM, énoncées en termes d'opérationnalisation. Voici ci-dessous l'intitulé de chacun de ces cinq champs d'application, avec le nombre d'items qui le compose.

N : ***numération et écriture des nombres*** : 14 items / 90 dans EVA6-2000.
O : ***techniques opératoires*** : 29 items / 90 dans EVA6-2000.
P : ***problèmes numériques*** : 10 items / 90 dans EVA6-2000.
G : ***travaux géométriques*** : 21 items /90 dans EVA6-2000.
T : ***traitement de l'information*** : 16 items / 90 dans EVA6-2000.

Pour être tout à fait complet, deux regroupements particuliers « inter-champs » (deux « **champs spécifiques** » : **DECIMAUX** (**D** : 18 items) et **CALCUL MENTAL et REFLECHI** (**CMR** : 17 items)) accompagnent actuellement l'épreuve. (Voir **(i)**).
Un cahier du professeur décrit plus en détails cette somme de compétences et propose un codage pour la correction.

Les **codes** chiffrés utilisés pour corriger les items vont de 0 à 9.
Le logiciel reconnaît les items codés 1 et 2 comme une réponse exacte ou correcte, les items codés de 3 à 8 comme des erreurs attendues et répertoriées a priori, les items codés 9 comme une erreur non prévue ou non analysable et les items codés 0 indiquent une absence de réponse.

Par suite, CASIMIR fournit, entre autres, différents diagrammes, histogrammes, « boîtes à moustaches », … présentant, en particulier, des profils d'élèves où des informations en pourcentage donnent un score de réussite (***SR***), un score des échecs (***SE***) et un score des non-réponses (***NR***).
Pour l'étude présentée, ce sont les ***SR*** qui sont pris en compte.

(iii) Rôle et décisions du professeur : quelles sont les variables de situation ?

Après la passation, la correction, la saisie ; que peut faire un professeur de terrain pour exploiter les résultats calculés par CASIMIR, sachant qu'il doit rendre compte aux parents des performances de chaque élève, à travers la restitution d'une fiche censée proposer un diagnostique fiable ?
Cette question est fondamentale : elle pose le problème de la formation du professeur « de base » à l'appropriation et à la connaissance de cette nouvelle culture liée à cette évaluation à l'entrée en 6ème.
A ce propos, les fiches de restitution des résultats aux parents ne me semblent pas jouer le rôle qu'elles devraient. En effet, elles se présentent sous la forme d'un tableau individuel « lignes-colonnes » où en face d'objectifs réécrits dans un langage plus synthétisé (pour une meilleure compréhension et une meilleure lecture par les parents ?), une croix apparaît dans une des trois colonnes : **A** pour acquis, **ECA** pour en cours d'acquisition et **NA** pour non acquis. (Voir documents rétro projetés).
Tout ça pour (seulement) ça ? ! On peut comprendre le désarroi et le désintérêt affichés parfois (souvent ?) par des collègues pour cette opération !

C'est là que je rejoins, que je partage et que je développe l'idée de G. LERICHE, à l'origine de cette forme de lecture des données présentées dans cet atelier.

Les variables de situation : de la responsabilité du professeur !

Un **SR** moyen autour de **70 %**,voire de **75 %**, pour chaque élève, était attendu dans les premières années où fut mise en place cette évaluation. Aujourd'hui, cette « moyenne » est à moduler, au vu des modifications et des améliorations apportées à l'épreuve (voir (i)).
Cependant, la norme concernant l'exigible reste « autour » de **70 %** de réussite.

D'où les choix qui suivent :

- Un élève est DECLARE « en échec » dans les champs **N**, **O** et **G** si son **SR**, dans chacun de ces champs, est inférieur à **70 %**.
- Un élève est DECLARE « en échec » dans les champs **P** et **T** si son **SR**, dans chacun de ces champs est inférieur à **60 %**.

Ainsi, 32 cas sont possibles suivant qu'un élève connaît de zéro à cinq domaines de difficultés.

On peut donc résumer dans un tableau la répartition des élèves en fonction du nombre de domaines de difficultés de chacun. On peut le faire pour une classe, un groupe de classes, le collège et même par établissement de provenance.

Le tableau présenté ci-dessous décline une disposition des répartitions possibles.

0 dom.	*1 dom.*	*2 dom.*	*3 dom.*	*4 dom.*	*5 dom.*
		NO:	NOP:		
	N:	NP:	NOG:	NOPG:	
		NG:	NOT:		
	O:			NOPT:	
		NT:	NPG:		
	P:	OP:	NPT:	NOGT:	NOPGT:
"pas de difficulté".					"en échec".
		OG:	NGT:		
	G:			NPGT:	
		OT:	OPG:		
	T:	PG:	OPT:	OPGT:	
		PT:	OGT:		
		GT:	PGT:		

N: connaissance du nombre.
O: techniques opératoires.
P: résolution de problèmes.
G: travaux géométriques.
T: traitement de l'information.

DOUBLE SENS de LECTURE, ce tableau décrit 2 ***PROCESSUS*** : **Aggravation et Réduction.**

PROFIL DE LA CLASSE de 6C ,d'après le de 6C, d'après les résultats fournis par le logiciel CASIMIR.
Un élève est "**déclaré**" en difficulté, si son **score de réussite est inférieur à .....%**, pour chacun des domaines.
(**remarque**: il y a quelques modulations, suivant la spécificité du champ où l'exigence est, par définition, moins forte).

Ce tableau, à compléter, constitue le « noyau dur » du travail que je propose concernant les informations chiffrées fournies par Casimir, sans perdre de vue que je me place toujours du côté du professeur de « base », car cette situation correspond à la réalité du terrain.
En particulier, les résultats qui sont étudiés sont ceux de ma classe et de mon établissement.
Il s'agit donc de définir et de mettre en place un plan d'action « localisé » pour étudier mon tableau et engager des actions de « remédiation » suite à l'exploitation des résultats.

De façon pratique, on définit alors trois regroupements ou trois classes d'élèves :

- La ***classe A*** qui rassemble les élèves connaissant moins de deux domaines de difficultés.
- La ***classe B*** qui rassemble les élèves connaissant deux ou trois domaines de difficultés.
- La ***classe C*** qui rassemble les élèves connaissant plus de trois domaines de difficultés.

(Pour la répartition : voir page 288).

Quelles « études » et quelles réponses ?

On peut affirmer que des réponses aux difficultés, à la fois pratiques et institutionnelles, existent pour les éléments de la ***classe C***. En effet, c'est la fonction essentielle des dispositifs de soutien et de « remédiation » actuels et futurs de prendre en charge, au moins sur le plan disciplinaire, les élèves de ce regroupement.

Lesquels ? (A la lecture des textes d'avril 2001).

Les aides au travail personnel de l'élève (***ATPE***) (anciennement, les études « qualifiées »), la remise à niveau (dispositif actuel), « l'atelier lecture » (dispositif actuel) et le suivi du travail personnel de l'élève (***STPE***) constituent les nouveaux dispositifs de travail au collège (***NDTClg***), pour la classe de sixième[1].

En ce qui concerne les élèves de la ***classe A***, les ***NDTClg*** permettent aussi de les prendre en charge, d'une façon différenciée. On observe (parfois (?)) que de bons élèves reconnus comme tels au primaire rencontrent assez vite quelques difficultés dès le début du collège : il s'agit donc d'être vigilant afin de pouvoir les repérer rapidement et de leur proposer des réponses adaptées.
(*Voir documents rétro projetés*).

Il est par contre beaucoup plus délicat de travailler avec les élèves de la ***classe B***. certains élèves réussissent « scolairement » parlant, mais échouent de temps en temps et éprouvent des difficultés qui vont en s'accroissant au fil des études. Ce sont ces élèves qui relèvent plutôt du dispositif dit de « consolidation » des ***NDTClg***. Ils caractérisent ce que *G. LERICHE* appelle le « ***tiers caché*** » des élèves.

Il me semble que la priorité du travail à fournir, pour le professeur, est de s'attacher à connaître les réelles difficultés, les besoins et les réponses à apporter à ces élèves (En cohérence avec l'analyse des différents domaines de difficultés).
Cela demande un investissement important du professeur : il lui faut, non seulement maîtriser les concepts et objets de savoir en jeu, mais aussi de posséder une grande culture de l'aide scolaire , sous toutes ses formes. Ces quelques remarques militent, en particulier, pour une mise en place de travail en équipes au sein de l'établissement, mais surtout de développer des actions de liaison CM2-6ème.
(*Voir la partie questions et débat*).

➢ LECTURE DU TABLEAU :

Quelques (prudentes) interprétations et quelques questions d'enseignement.

Dans cette partie, j'essaie d'exploiter et d'analyser les résultats fournis par CASIMIR, en utilisant les « outils » définis ci-dessus.

Explicitation des répartitions des résultats des élèves dans le tableau :

Exemple :

Un élève figure dans la case **NGT**, s'il est DECLARE en difficultés dans chacun des trois domaines **N**, **G** et **T**. Cela signifie que celui-ci a obtenu un **SR** < 70 % dans les champs **N** et **G**, un **SR** < 60 % dans le champ **T** ; mais que son **SR** > 70 % dans le champ **N** et que son **SR** > 60 % dans le champ **P**.

(*Remarque du rédacteur : situation peu probable dans le cadre de cette épreuve, pourquoi ?*).

En termes de regroupements par classes (*voir page 286*), la « ***loi des tiers*** » du collège Pasteur de MOREE, en septembre 2000, se résume sous cette forme :

[1] Pour information, sur le plan de la dotation horaire d, on a d = 26 + 2 + h, avec $0 \leq h \leq 4$. Pour cette égalité, le « 2 » correspond à 2 heures par semaine consacrées à l'***ATPE***, le « h » correspond à h heures consacrées au ***STPE***. Le problème est de savoir comment ces dispositions seront effectivement mises en place à la prochaine rentrée !

La classe A contient : 34 % des élèves du clg.	La classe B contient : 27 % des élèves du clg.	La classe C contient : 39 % des élèves du clg.

Enfin, le tableau recensant les résultats du collège décrit alors deux processus « inverses » d'aggravation et de réduction des difficultés.
(*Cf tableau bas de page 289*).

Les interprétations et les questions :

a) Un élève connaît UN domaine de difficultés. Les résultats proposent deux entrées : **P** et **G** (**T** considéré comme non significatif à ce niveau).
Le domaine **G** : l'origine des difficultés est « plutôt » facile à interpréter, il existe des réponses et des remédiations.
(*Voir par exemple les travaux de Kuzniak et Taveau, dans le manuel : « **travaux géométriques 6ème** », chez Nathan Pédagogie*).
Le domaine **P** : bien qu'un des objectifs importants de l'enseignement en primaire demeure l'acquisition de compétences relatives à la résolution de problèmes, les résultats obtenus montrent que le « chantier » dépasse largement le cadre de l'école. …

D'où une première question à débattre dans l'atelier :

« ***Qu'est ce qu'un problème de mathématiques, à l'articulation primaire-collège ?*** ».

b) Un élève connaît DEUX domaines de difficultés. Les résultats proposent les associations suivantes : OP, NP, GP, TP.
Toutes les associations contiennent le domaine **P**. Ce qui peut s'interpréter par le fait que les savoir-faire, les techniques, les algorithmes n'agissent pas sur le « sens », on peut même faire l'hypothèse que sur la durée il y ait accroissement des perturbations techniques.

D'où une deuxième question à débattre dans l'atelier :

« ***Qu'est ce que « donner du sens » à une activité d'enseignement-apprentissage ?*** ».

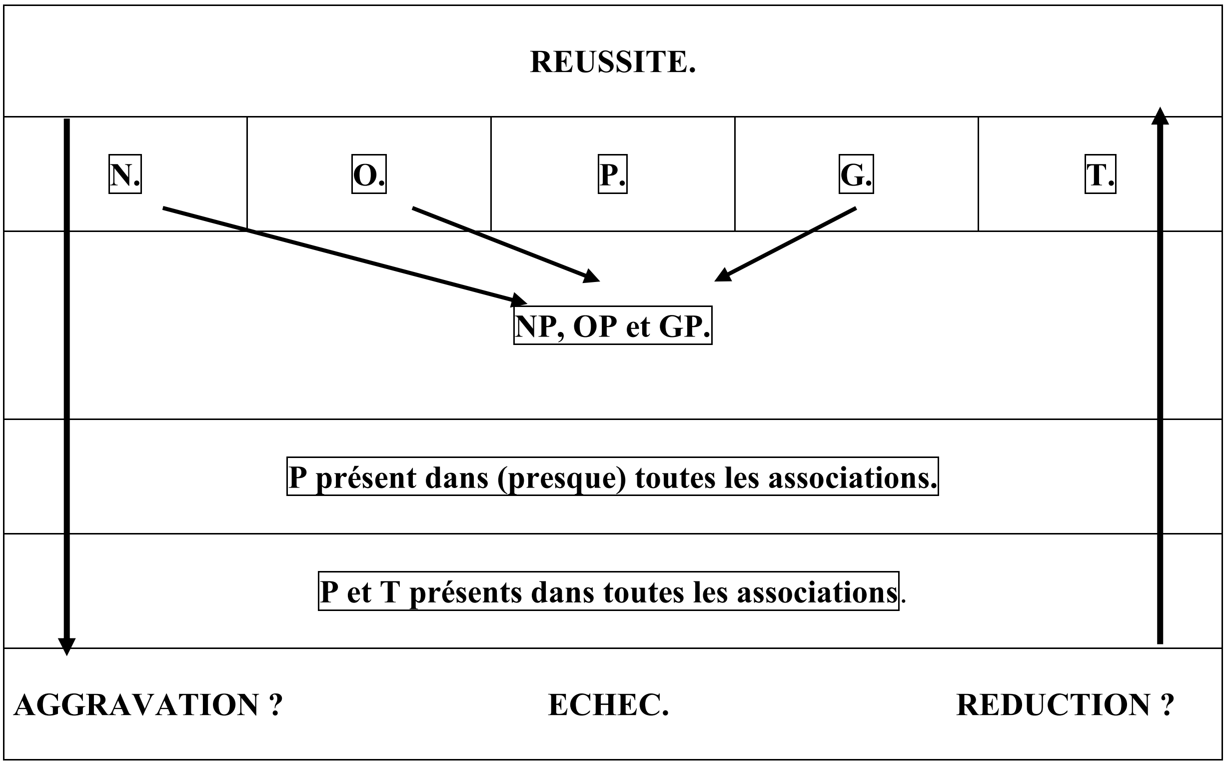
c) Un élève connaît TROIS domaines de difficultés. Les résultats proposent les associations suivantes : NOT, NOP, NPG, NPT, OPT, OGT et PGT.
Mis à part les deux associations **OGT** et **NOT, P** est encore partout présent. Le champ **T** occupe maintenant une place non négligeable. Les activités d'apprentissage ne dégagent pas assez de « sens ». Le recours au langage mathématique n'est pas suffisamment ressenti comme une nécessité : les connaissances ne sont pas reconnues comme des outils au service de l'apprentissage. De plus, des dysfonctionnements et des difficultés dans l'appropriation des connaissances peuvent surgir à l'insu du professeur : les situations d'enseignement-apprentissage proposées visent-elles effectivement la technique, l'objet de savoir ou le concept mis en jeu. Le problème est sur le territoire du professeur.

D'où une troisième question à débattre dans l'atelier :
« ***Dans le cadre d'une liaison primaire-clg entre enseignants, sur des thèmes d'études de votre choix, quelles sont les attentes réciproques, en termes de tâches, de techniques, de références théoriques à partager ? Comment les expliciter ?*** ».

d) Un élève connaît QUATRE ou CINQ domaines de difficultés. Pour quatre domaines, seule l'association NOGT n'apparaît pas. (Pourquoi ?).
Les élèves sont en réelles difficultés et surtout déstabilisés : sur quoi se raccrocher pour chercher à progresser ?
Il faut des dispositifs adaptés. Les ***NDTClg*** le sont-ils ? Il faut aussi varier les approches sur le terrain du cognitif. …

Pour chercher à installer des réponses individualisées, un retour sur les informations chiffrées fournies par Casimir permet de scinder et de couper les associations de plusieurs champs : ***on ne peut pas tout « traiter »***. Cependant, on peut regrouper les élèves ayant obtenu, par exemple, un ***SR*** faible (< 50%) à un champ, soit ***N***, soit ***P***, soit ***G,*** soit … et construire une remédiation ciblée sur le champ choisi. Voilà une piste à explorer, parmi d'autres …

Pour conclure, le tableau synthétique ci-dessous résume les deux lectures possibles du tableau des données[2] :



Documents d'accompagnement :

1. Le tableau des résultats du collège. Annexe 1.
2. Trois exemples de fiche de restitution : Virginie, Eloise et Jordan. Annexe 2.
3. Une sélection d'exercices accompagnant le questionnaire. Annexe 3.
4. Les productions de l'atelier, en l'état. Annexe 4.

[2] Pour des compléments : se rapporter à la brochure :
« Des réponses au collège » : brochure MAFPEN Orléans-Tours., 1993, quatre articles de G. LERICHE, C. PARVERY et P. WIERUSZEWSKI.

Annexe 1

RÉSULTATS DU COLLÈGE DE MORÉE

0 dom.	*1 dom.*	*2 dom.*	*3 dom.*	*4 dom.*	*5 dom.*
77 ELEVES.	**15**	**NO:**	**NOP: 1**	**17**	
	N:	**NP: 2**	**NOG:**	**NOPG:4**	
Décimaux : 66 %.					
Calcul mental : 65 %.		**NG:**	**NOT: 1**		
	O:			**NOPT:5**	
		NT:	**NPG: 3**		
					13
11	**P: 9**	**OP: 2**	**NPT: 2**	**NOGT:**	**NOPGT:**
"pas de difficulté".					"en échec".
		OG:	**NGT:**		
	G: 4			**NPGT:6**	
		OT:	**OPG:**		
	T: 2	**PG: 2**	**OPT: 1**	**OPGT:2**	
N: connaissance du nombre.	**: 67 %**				
O: techniques opératoires.	**: 70 %**	**PT: 1**	**OGT: 1**	DOUBLE SENS de LECTURE,	
P: résolution de problèmes.	**: 42 %**			ce tableau décrit 2 ***PROCESSUS*** :	
G: travaux géométriques.	**: 66 %**	**GT:**	**PGT: 2**	**Aggravation et Réduction.**	
T: traitement de l'information.	**: 60 %**	**8**	**13**	**17**	

PROFIL du COLLEGE : d'après les résultats fournis par le logiciel CASIMIR.

Un élève est "**déclaré**" en difficulté, si son **score de réussite est inférieur à 70 %**, pour chacun des domaines.

(**remarque**: il y a quelques modulations, suivant la spécificité du champ où l'exigence est, par définition, moins forte).

Annexe 2

Annexe 3

UNE SELECTION d'EXERCICES.

1. CHAMP N : exercices (18) et (21).

Ex. (18) : (Exercice déjà posé en 1999). Parmi les fractions ci-dessous, entoure celle qui est égale à 180,47 : $\frac{18047}{10}$ $\frac{180}{47}$ $\frac{1847}{100}$ $\frac{18047}{100}$ $\frac{18047}{1000}$. Parmi les nombres décimaux ci-dessous, entoure celui qui est égal à la fraction $\frac{724}{100}$. 0,724 7,24 72,4 724,100 724000.	***Item 48*** : **49 %** de réussite mais plus d'un tiers des élèves ont répondu : $\frac{180}{47}$. ***Item 49*** : **38 %** de réussite et bcp de réponses 724,100.
Ex (21) : Range les nombres suivants du plus petit au plus grand. 2 2,02 22,2 22,02 20,02 0,22.	***Item 54*** : **59 %** de réussite. Bcp d'erreurs « diversifiées ».

2. CHAMP O : exercices (8) et (9).

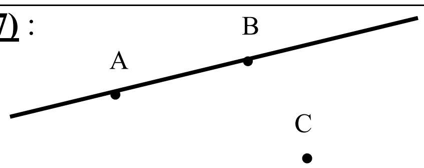
Ex (8) : techniques opératoires. Donne le résultat (avec de la « place » pour poser l'opération). $2,3 \times 10$ $35,2 \times 100$ $630 \div 10$ $936,7 \div 100$.	***Items 20 à 23*** : Réussite dans l'ordre : **70 %**, **58 %**, **74 %** et **61 %** .
Ex (9) : Calcule : (les opérations sont posées en colonnes). 45×19 523×305.	***Items 24 et 25*** : Réussite dans l'ordre : **70 %** et **59 %**.

3. CHAMP T : pas d'exercice sélectionné.

4. CHAMP P : exercice (35).

Avec 150 roses, un fleuriste veut réaliser des bouquets tous composés de 7 roses. (a) Combien de bouquets peut-il réaliser ?	***Item 82***, non pris en compte par CASIMIR : cet item code la procédure. (dieucl. ou tte autre procédure correcte). ***Item 83***, rép. à (a) : **63 %** de réussite. ***Item 84***, rép. à (b) : **28 %** de réussite.
Ecris tes calculs dans ce cadre.	
(b) Quel est le plus petit nombre de roses que le fleuriste doit ajouter pour obtenir un bouquet de plus.	

5. CHAMP G : exercices (19) et (27).

Ex (19) : Voici la représentation du jardin de Piclapuce. Au point A, elle a placé un système d'arrosage qui mouille tout ce qui se trouve à moins de 2 cm du point A. Colorie, sur le dessin, la partie du jardin arrosé. 	**Item 50** *: 64 % de réussite. Assez bonne réussite, mais plus d'un élève sur quatre dessine un « carré », de différentes dimensions*
Ex (27) :  Trace la droite passant par les points A et C. Trace le cercle de centre B qui passe par le point C.	***Items 63 et 64*** : **93 %** et **87 %** de réussite. Très bonne réussite.

Annexe 4

PRODUCTIONS DE L'ATELIER

AVERTISSEMENT : ce document propose, en l'état, ce qui a été produit et rédigé pendant l'atelier. Les débats, suite aux différentes réponses, n'ont pu être retranscrits dans ce texte. Il faut préciser que la fin de la séance a été consacrée à étudier les futures propositions relatives aux « nouvelles » modalités du concours CRPE.

QUESTION : (voir page 288 du document principal).

« ***Qu'est-ce qu'un problème de mathématiques à l'articulation primaire-clg ?*** »

✧ Un ensemble de problèmes-types (pas des « situations-problèmes ») à énoncé classique qui balisent un champ conceptuel.

Exemples : Structures additives (Cf. travaux de G. Vergnaud).
Multiplication (additions réitérées, mesure-produit, …).

✧ Des situations de proportionnalité simple faisant appel à des procédures élémentaires et familières (non expertes : c'est « renvoyé » au clg).

✧ Des « problèmes pour chercher » favorisant d'éventuels changements de cadre ou permettant de développer des outils d'heuristique. il s'agit pour ces « petits » problèmes de chercher à développer, chez l'élève, une attitude de recherche. (Pas d'exemple).

✧ Des problèmes nécessitant des calculs intermédiaires, des activités de dénombrement. Des problèmes d'arithmétique, support privilégié du raisonnement.

✧ Des problèmes simples de constructions géométriques.

QUESTION : (voir page 288 du document principal).

« ***Dans le cadre d'une liaison primaire-clg entre enseignants, sur des thèmes d'études de votre choix, quelles sont les attentes réciproques, en termes de tâches, de techniques, de références théoriques à partager ? Comment les expliciter ?*** »

Deux réponses. (deux sous-groupes ont travaillé sur cette question).

1. THEME choisi : les FRACTIONS.

Définition(s), « sens », niveau de classe, tâches et problèmes associés.

✧ $\frac{A}{B} = A \times \frac{1}{B}$. Partage,… CM.

✧ $\frac{A}{B} = A \div B$. Division. $6^{ème}$.

✧ $\frac{A}{B}$ est le nombre, unique, qui multiplié par B donne A. Quotient. $6^{ème}$.

✧ $\times$ A/B : c'est multiplier par A puis diviser par B ou c'est diviser par B puis multiplier par A. Aspect calculatoire ou algorithmique. CM et $6^{ème}$.

(Il faut bien entendu revoir et retravailler certaines écritures et formulations, tout en accompagnant celles-ci d'activités analysées, ciblées et spécifiques).

2. Un PROGRAMME pour l'ORGANISATION d'une LIAISON PRIMAIRE-COLLEGE.

✧ Les attentes réciproques entre enseignants du primaire et du secondaire :

→ Confronter les programmes, les horaires, les modes de travail, les manuels utilisés,Informer et s'informer sur les pratiques réelles dans chaque niveau de classe.

→ Prévoir des corrections en commun de l'évaluation à l'entrée en 6ème. Analyser les compétences visées et les connaissances mobilisées. (Voir paragraphe suivant).

→ Animer des stages de circonscription en présence de collègues du secondaire et inversement, faire participer les collègues du primaire à des stages de formation continue du second degré. Thèmes d'étude à privilégier : les problèmes et les « situations-problèmes », quelle(s) géométrie(s) ?, les nombres décimaux, à un degré moindre la proportionnalité.

✧ Tâches, techniques, références théoriques à partager :

→ Analyser, par domaine de contenus, les exercices proposées dans l'évaluation à l'entrée en 6ème et définir les compétences correspondantes fin de cycle III – 6ème. Un travail sur les compétences semble indispensable ; il convient cependant de ne pas limiter ce travail à la clarification et à l'explicitation des compétences. Des interrogations plus fines, sur le terrain de la didactique, des objets de savoir complètent utilement les travaux précédents.

→ Etablir des listes d'activités et de problèmes « incontournables » dans chaque domaine permettant la mise en place effective d'une liaison.

→ Choisir les « bonnes (!) » situations permettant une continuité des apprentissages. Quels en sont les enjeux ? Caractériser ensuite les ruptures.

→ Etudier les articulations « ancien-nouveau » lors du passage du primaire au collège, càd en particulier étudier ce qui constitue une « reprise de l'étude » de certains objets mathématiques à la charnière école – collège. (Cette problématique se « transporte » naturellement à la charnière collège – lycée).

Atelier B3.

SUR LA GESTION DES DIFFÉRENTS PARADIGMES GÉOMÉTRIQUES

Catherine HOUDEMENT (IUFM de Haute Normandie)
et Alain KUZNIAK (IUFM de Strasbourg)
DIDIREM Paris 7

A. INTRODUCTION

Notre préoccupation essentielle d'enseignement, et aussi de recherche, porte sur la formation des enseignants en mathématiques. Nos recherches nous ont amenés à nous focaliser sur la formation des maîtres du premier degré en géométrie (HOUDEMENT et KUZNIAK 1999 et 2000). Nous avons particulièrement étudié deux hypothèses :

> **HYPOTHESE 1**. Des paradigmes différents et cohérents sont englobés sous le terme unique de géométrie. L'existence de ces différents paradigmes explique en partie la rupture que l'on rencontre dans l'enseignement, entre école et collège, puis entre collège et lycée.
>
> **HYPOTHESE 2**. Etudiants (des IUFM), enseignants et élèves de l'école primaire se situent implicitement dans des paradigmes différents : cette différence de position épistémologique est source de malentendus pédagogiques.

Nous renvoyons le lecteur aux références signalées en fin d'article pour une meilleure connaissance de nos travaux antérieurs.

Dans cet atelier[1], nous envisageons la gestion des glissements d'un paradigme à un autre.

Dans un premier temps, l'étude d'un sujet de concours sur la géométrie plane permet aux participants d'échanger en petit groupe sur les problèmes que pose la formation en géométrie pour des candidats professeurs des écoles.
Puis nous exposons brièvement les recherches et les questions que prennent en charge nos travaux ; les participants sont invités à faire fonctionner ce cadre sur des productions de PE1 traitant le sujet de concours de départ.
Une dernière partie est consacrée à des exemples de situations de formation propices à la communication du cadre théorique explicité.

B. ETUDE D'UN EXTRAIT DE CONCOURS PE : TRAVAUX D'ÉLÈVES AMIENS 1998

Le texte est en annexe 1.
La consigne de travail du groupe est de faire une analyse a priori des réponses des étudiants PE1 et de pointer les problèmes que la gestion de ces réponses risque de poser au formateur.

La mise en commun des groupes de travail souligne l'ambiguïté de l'exercice proposé exprimée par les différents types de rapports aux données du texte (le dessin du triangle, le codage indiquant l'angle droit, la mention des mesures des longueurs absente) ; l'existence d'un double rapport spatial et géométrique (théorème de Pythagore) ; le flou de la consigne de

[1] Nous remercions Laurence Magendie et sa collègue de leur prise de notes pendant l'atelier.

la première question : s'agit-il d'un manque « par rapport aux mathématiques » ou « par rapport à l'idée de la géométrie qu'a un enfant de CM2 » ?.

C. APPORTS SUR NOTRE APPROCHE

Notre recherche met en évidence différents paradigmes, ce qui nous amène à distinguer différentes formes de géométrie ; en quelque sorte elle affine la notion de cadre géométrique de R.DOUADY (1994).
Notre cadre théorique s'appuie sur une approche épistémologique, fondée sur l'étude de textes philosophiques, mathématiques et didactiques et sur certains écrits de mathématiciens sur la géométrie.
La démarche dans laquelle nous nous inscrivons vise à comprendre l'évolution des rapports entre géométrie et réalité : géométrie, modèle de l'espace. D'après GONSETH[2], il existe trois modes de connaissance de l'espace ; nous avons intégré et revisité ces trois modes que nous appelons comme GONSETH intuition, expérience, déduction.

L'intuition

L'intuition fournit une sorte de théorie immédiate basée sur un lot d'évidences, qui peuvent être perceptives aussi bien que virtuelles. Elle est structurée en un tout complet qui gomme les incertitudes. Bien sûr elle peut être aussi une source d'erreurs car elle peut installer une cohérence artificielle entre les données pratiques et une théorie inadaptée. Mais elle est aussi une formidable source de découverte. Elle évolue avec le sujet. Il faut signaler ici l'importance des travaux de FISCHBEIN[3]. Ce chercheur s'est particulièrement attelé à une explicitation de l'intuition en mathématiques tout en se fondant presque exclusivement sur des exemples géométriques.

L'expérience

L'expérience n'est pas immédiate, elle nécessite une action physique et mentale. Par exemple, on pourrait dire que la propriété « par deux points il passe une seul droite » est plutôt intuitive, alors que « la somme de trois angles d'un triangle est plat » ne peut résulter que d'une expérience préalable. A l'école les résultats obtenus par pliages et découpages relèvent de ce champ, de même que l'utilisation de logiciels dynamiques tels que Cabri. L'expérience nourrit l'intuition, l'intuition structure l'expérience : elles sont parfois difficilement séparables et il n'y a pas de rapport unique de l'une vers l'autre.

La déduction

La déduction consiste à tirer des informations conséquences d'autres sans nouvelle expérience[4]. Elle permet de réorganiser les apports de l'expérience. La déduction, au sens où nous l'entendons, est plus proche du raisonnement dans son ensemble. En aucun cas elle ne se limite à la démonstration fondée sur une axiomatique de base

[2] Ferdinand GONSETH[2] (1890-1974), mathématicien, contemporain de PIAGET (1896-1980), surtout connu pour ses écrits en philosophie des sciences.
[3] FISCHBEIN (1987) dans *Intuition in science and mathematics. An educationnal approach.* Reidel.Kluwer
[4] OLERON 1977 *Le raisonnement* PUF

Les paradigmes géométriques.

Autour de ces trois modes de connaissances, il est possible d'organiser une synthèse qui réorganise la relation avec l'espace et donne naissance à trois types de géométrie. Nous proposons simplement le tableau récapitulatif de ces Géométries.

	Géométrie naturelle I	Géométrie axiomatique naturelle II	Géométrie axiomatique formaliste III
Intuition	Sensible, liée à la perception, enrichie par l'expérience	Liée aux figures	Interne aux mathématiques
Expérience	Liée à l'espace mesurable	Schéma de la réalité	De type logique
Déduction	Proche du réel et liée à l'expérience par la vue	Démonstration basée sur des axiomes	Démonstration basée sur des axiomes
Type d'espace	Espace intuitif et physique	Espace physico-géométrique	Espace abstrait euclidien
Statut du dessin	Objet d'étude et de validation	Support du raisonnement et "figural concept"[5]	Schéma d'un objet théorique, outil heuristique
Aspect privilégié	Evidence et construction	Propriétés et démonstration	Démonstration et lien entre les objets.

Selon une remarque de B.Parzysz, il n'y a pas de différence entre intuition et expérience qui apparaissent comme une perception simple et une perception instrumentée.

Retour sur l'exercice d'Amiens 1998 via l'étude de productions d'étudiants PE1

Voir annexe 2.

Analyse de l'exercice

Le dessin proposé relève de la Géométrie I puisque la validation supposée sera une superposition avec l'original et que les mesures ne sont pas explicitées. Mais il est déjà explicité en partie dans la Géométrie II comme une figure triangle rectangle. On a là un exemple d'exercice posé dans un double paradigme : le plus important semble être le caractère triangle rectangle, dans la mesure où il est explicité par le codage usuel.

Les élèves de cycle 3 n'ont aucun moyen de contrôler théoriquement leur appréhension d'un triangle rectangle superposable. Les PE devraient l'avoir, notamment en interprétant d'une manière théorique les mesures lues sur la figure. Par exemple s'ils lisent 3 et 5,1 , ils devraient « lire » plutôt 4,1 ; s'ils lisent 4,9 et 4, ils devraient « lire » plutôt 2,8 pour en tout cas obtenir trois nombres vérifiant l'égalité liée au théorème de Pythagore.

[5] FISCHBEIN (1993) The Theory of Figural Concepts dans *Educational Studies in Mathematics* N°24 (2) pages 139-162.

Etude des productions

Deux entrées seront utilisées pour classer ces procédures : d'une part la connaissance évoquée, d'autre par le paradigme dans lequel le correcteur, au bénéfice du doute positif, pense que se situe le PE pour fabriquer un texte pour les élèves[6]. On n'entrera pas dans une analyse des productions en termes de description ou programme de construction, avec outils relevant ou non de l'école primaire.

Trois connaissances sont évoquées pour définir le triangle :
(3L) la donnée des mesures des longueurs des trois côtés ; (D2L) la donnée de l'angle droit et de seulement deux mesures des longueurs de côtés ; (½ C) la liaison entre triangle rectangle et demi cercle de diamètre l'hypoténuse.

L'étudiant utilise une de ces trois connaissances en restant plus ou moins à l'intérieur d'un paradigme.
Ce qui donne

	3L	D2L	½ C
Géométrie I	2 5 6 9		
Géométrie II	4 8	10 (7)	1 3

Conclusion

Cette analyse en termes de paradigmes nous semble permettre de comprendre et d'expliciter les positions différentes convoquées ou occupées par les acteurs du système d'enseignement du premier degré : écoliers, étudiants en formation, maîtres du terrain, correcteurs de concours. On peut avancer l'hypothèse que cette clarification paradigmatique est susceptible de comprendre et de gérer la confusion qui règne en géométrie. La prise de conscience des différents niveaux d'intervention peut sans doute aider les futurs enseignants à assurer les glissements de paradigmes nécessaires pour faire accéder l'élève à une conception de la géométrie plus abstraite.

La question qui se pose maintenant alors est de savoir comment sensibiliser les futurs enseignants à cette approche de la géométrie ? C'est l'objet de la partie qui suit.

D. ELÉMENTS D'INGÉNIERIE EN FORMATION : PETITES PROVOCATIONS DIDACTIQUES

Ce que sont les PPD

Nous appellerons PPD des situations de formation relativement brèves, une séance au maximum qui s'appuient sur un contenu mathématique et qui doivent surprendre suffisamment les étudiants pour les conduire à interroger leurs conceptions sur certains domaines des mathématiques. Ces situations s'insèrent dans les stratégies de transposition qui visent à expliciter un savoir didactique, elles peuvent s'appuyer sur une phase d'homologie.
Le savoir qui est en jeu pour les étudiants porte sur l'explicitation des différents paradigmes géométriques.

[6] Cette précaution n'est pas gratuite : en effet la production 10 bien que fournissant un triangle rectangle théorique montre la fragilité de position du PE qui hésite encore entre parallèle et perpendiculaire, comme le témoigne l'expression barrée d'origine.

Exemple 1 : construction d'un trapèze

Texte donné aux étudiants PE1

Construire un trapèze convexe dont les côtés mesurent 8 cm 7 cm 5 cm et 2 cm Combien y a t-il de solutions ? Justifiez

Analyse mathématique

Ce problème de construction non immédiate a priori nécessite une analyse de la figure à obtenir. Si on se fixe comme instruments la règle et le compas (les quatre longueurs de départ étant données), le problème se transforme en question de constructibilité du trapèze. Il est alors commode de faire apparaître des triangles dont les longueurs puissent se déduire des longueurs données. Ce qui amène à deux transformations possibles pour une meilleure étude.[7]
Le lecteur trouvera en annexe 3 la résolution complète.
Il y a **3 solutions** à une isométrie près positive ou négative qui correspondent aux couples de mesures de longueurs de côtés parallèles de mesures suivantes (8,2) ; (7,2) et (5,2).

Eléments fixes du déroulement

Le choix des mesures des longueurs amène un certain nombre de PE1 à ne pas réussir un seul trapèze, quels que soient les instruments utilisés. Quelques-uns sont surs que certains trapèzes n'existent pas. Par exemple, ils tracent un premier segment, de longueur 8 cm, puis deux cercles dont les centres sont les extrémités de ce segment et les rayons deux autres longueurs fixées (par exemple 5 cm et 2 cm) ; ils utilisent ensuite un gabarit du dernier segment (ici 7 cm) qu'ils font glisser parallèlement au premier segment et constatent qu'il ne « touche » jamais exactement les deux cercles. D'autres découvrent ainsi « par hasard » comme ils le disent eux mêmes, un trapèze solution.

Si nécessaire, le professeur relance alors le questionnement : pourquoi tel trapèze est possible et tel autre ne l'est pas ? Pourrait on prévoir la faisabilité du trapèze pressenti ?

Le regard sur l'objet à construire change alors : l'objet doit être anticipé. Pour anticiper il faut donc d'abord dessiner l'objet fini d'où l'intérêt de l'outil « dessin à main levée », l'analyser et simultanément faire appel à des connaissances de constructibilité. Les PE1 tentent d'introduire dans la figure dessinée à main levée des rectangles, mais cette approche n'aboutit pas car les nouvelles longueurs ne sont pas déductibles des longueurs connues. Peu à peu se construit la nécessité de travailler sur une figure à main levée pour faire apparaître des figures constructibles avec des longueurs déduites des longueurs données.

Les deux procédures signalées en annexe apparaissent avec d'abord une prédominance d'un triangle comme sur-figure et une certaine difficulté à utiliser à bon escient le théorème de Thalès, puis une sorte de repli vers la procédure de découpage en parallélogramme et triangle. La recherche de la constructibilité du trapèze se poursuit soit dans un cadre géométrique, en testant effectivement la construction des triangles obtenus, soit dans un cadre numérique grâce à l'inégalité triangulaire.
Remarque Les figures produites ont chacune leur figure symétrique

Lien avec les différents paradigmes.

L'analyse des différentes positions nécessaires ou occupées au cours de la résolution de cet exercice permet au professeur de donner sens aux paradigmes géométriques I et II.

---

[7] On reconnaît là ce que DUVAL a appelé une approche opératoire de type méréologique de la figure.

Le problème est posé apparemment en Géométrie I dans sa première partie, puisqu'il faut produire des trapèzes sous contraintes. Or rester en Géométrie I, bien souvent, ne suffit pas à le résoudre, en particulier quand les instruments de tracé sont imposés. Il est nécessaire de changer de paradigme pour conclure à l'existence pratique de l'objet : sont en jeu le paradigme de la Géométrie I, validée par le contingent et les instruments et celui de la Géométrie II validée par la référence à des propriétés arrêtées et textuelles dans un cadre axiomatique.

C'est l'occasion de définir le contrat implicite du concours : le candidat PE au concours est plutôt évalué en Géométrie II bien que son rôle de professeur des écoles soit de faire travailler les élèves en Géométrie I ; les attentes sur les élèves seront donc situées en Géométrie I. La Géométrie II est plutôt du ressort du Second Degré.

Il est à noter que dans cet exercice le changement de paradigme nécessaire à la recherche de l'existence de solutions nourrit aussi la technique de construction, donc la solution en Géométrie I. Ce n'est pas toujours le cas comme nous le verrons dans l'exemple qui suit. Il n'y a donc pas lieu de hiérarchiser les paradigmes géométriques.

Exemple 2 : Construction d'un cercle dont un arc de cercle est donné .

Dans un premier temps, quatre arcs de cercle (280°, 180°, 125° et 55°) sont donnés sur une feuille de papier. Les étudiants doivent construire le cercle entier.

Analyse mathématique.

Le problème se situe dans l'espace des objets et la tâche est pratique. Le cercle, connu en partie, apparaît comme un dessin. Pour résoudre ce problème, les étudiants peuvent utiliser des connaissances issues des différents paradigmes géométriques.
En Géométrie I, il peut s'agir de savoir-faire pratiques parfois non mathématiques comme le pliage ou le report d'arcs de cercle décalqués puis reportés plusieurs fois.
En Géométrie II, il est possible de construire les médiatrices de cordes tracées sur les arcs ou d'utiliser la propriété des angles droits inscrits dans un demi-cercle.
Dans ce cas la Géométrie II joue le rôle d'une technologie pour des techniques utilisées en Géométrie I.

Déroulement et PPD .

Le problème n'est pas difficile et apparaît comme un problème de révision. Cependant, la grande hétérogénéité des étudiants, futurs professeurs d'école, permet de mettre en œuvre un petit conflit socio-cognitif entre les étudiants se référant soit à la Géométrie I, soit à la Géométrie II..
Ainsi, verra-t-on des étudiants utiliser leur équerre pour tenter d'inscrire l'angle droit dans le cercle, ce qui fonctionne bien pour les arcs supérieurs à 180°. Les étudiants sont incapables de justifier cette technique et travaillent en Géométrie I. A ce stade, raisonnant en Géométrie II, et utilisant la construction avec les médiatrices, ils sont surs de leur position et simplement étonnés des procédures utilisées par leurs collègues.
Une fois, la procédure experte usuelle comprise par tout le monde, nous proposons une PPD avec une nouvelle consigne : indiquer le rayon du cercle construit sur l'arc 55°. Il existe une grande variété de mesure pour ce rayon avec une amplitude relative importante. Les étudiants essaient de trouver des justifications à ces différences, mais ils arrivent à la conclusion d'une sorte d'inadaptation de la théorie à la pratique mise en jeu ici.
La construction avec les médiatrices apparaît comme une construction théorique sur les objets idéaux que sont les figures de la Géométrie II.

Conclusion.

Le but de cette situation et d'autres semblables est de mettre en évidence par la construction, les différents rapports aux objets créés par les différentes Géométries. Elle vise aussi à montrer que chaque Géométrie a sa spécificité et son champ d'application, aucune n'est supérieure à l'autre intrinsèquement : elles ne sont pas définies pour résoudre le même type de problème.

Autres exemples

On peut utiliser les sophismes géométriques : un triangle équilatéral est toujours isocèle ; quand un quadrilatère a deux côtés de même longueurs, c'est un trapèze.

BIBLIOGRAPHIE

Références liées aux colloques de la COPIRELEM

HOUDEMENT et KUZNIAK (1996) Atelier « Faut-il continuer à enseigner la géométrie en formation des maîtres ? *Actes du colloque des professeurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres*, Montpellier 1996. Pages 187-197.

HOUDEMENT et KUZNIAK (1998) Communication « Epistémologie et didactique : un exemple de cadre conceptuel pour analyser l'enseignement de la géométrie » dans les *Actes du colloque des professeurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres*, Loctudy 1998. Pages 85-101.

KUZNIAK (1999) Atelier « Un essai de lecture didactique du texte de Riemann sur les fondements de la géométrie. De la géométrie euclidienne aux géométries intrinsèques. *Actes du colloque des professeurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres*, Chamonix 2000. Pages 359-377.

Autres

HOUDEMENT C. et KUZNIAK A.(1999) Géométrie et paradigmes géométriques.
petit x n°51. Pages 65-78. IREM de Grenoble.

HOUDEMENT C. et KUZNIAK A.(1999) Réflexion sur l'enseignement de la géométrie. *Grand N* n°64. Pages 65-78. IREM de Grenoble.

HOUDEMENT C. et KUZNIAK A. (1999) Un exemple de cadre conceptuel pour l'étude de l'enseignement de la géometrie en formation des maîtres. *Educational Studies in Mathematics* 40. Pages 283-312. Kluwer Academic Publishers.

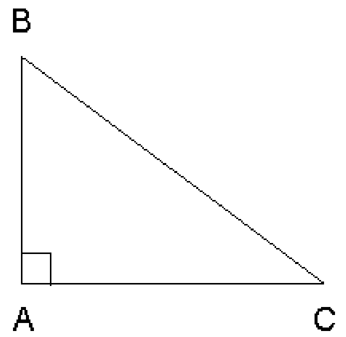
HOUDEMENT C. et KUZNIAK A. (2000) Formation des Maîtres et paradigmes géométriques. *Recherches en Didactique des Mathématiques.* Vol 20, n°1. Pages 89-116. La Pensée Sauvage.

KUZNIAK A (2001) Sur une approche intrinsèque de la géométrie enseignée. Bulletin de l'APMEP n°435.

Annexe 1

CERPE Amiens 98 Travaux d'élèves

L'énoncé suivant a été donné dans une classe de CM2



Quelles sont les informations que tu dois donner à un camarade pour qu'il arrive à reproduire la figure sans l'avoir vue ?

Productions des quatre élèves

PRODUCTION A	PRODUCTION C
Il y a un côté qui mesure 4,9 cm (BC) un autre qui fait 4 cm (AC) un autre qui fait 3 cm (AB) Les segments BA et AC forment un angle droit.	Les côtés en sont pas de la même longueur. C'est un triangle.
PRODUCTION B	**PRODUCTION D**
B est le sommet BA=3 cm CB=5,1 cm A forme un angle droit	Trace un segment AB mesurant 3,1 cm. Trace un autre segment BC mesurant 4,9 cm. Puis trace un autre segment AC mesurant 4,1 cm.

Questions du CERPE

1) Relever pour chaque production les informations manquantes et les informations inutiles pour réaliser la figure.
2) Prendre des informations dans les quatre productions afin de rédiger deux programmes de construction de la figure répondant aux deux conditions suivantes
- être utilisable par des élèves de fin de cycle 3,
- nécessiter l'usage d'instruments différents d'un programme à l'autre.

Annexe 2 :

Productions de PE de Strasbourg sur Amiens 98

1) Outils : compas, règle.
Trace un cercle de rayon 2,5 cm et de diamètre BC.
Place A sur le cercle tel que BA=3 cm
Trace le triangle ABC.

2) Utilisation règle/compas
Trace un segment [AC] de 4 cm
Place le point B sachant que [AB] mesure 3 cm et [BC] en mesure 5,1 cm
Trace les segments [AB] et [BC]

3) Trace un cercle de diamètre 5 cm
Trace à la règle son diamètre BC
Trace un arc de cercle de centre B et de rayon 3 cm qui recoupe le cercle en A
Trace le triangle ABC en rejoignant les points à la règle.

4) Tracer un segment de 5 cm que l'on nommera BC
Tracer un cercle de centre B et ayant pour rayon 3 cm
Tracer un cercle de centre C et ayant pour rayon 4 cm
Prendre indifféremment l'une des deux intersections de ces cercles pour point A
Tracer les segments [AB] et [AC]
Ce programme nécessite l'usage de la règle graduée et du compas.

5) A l'aide d'une règle graduée et d'un compas
Tracer un segment [CB] de 5,1 cm
Au compas :
Tracer à partir de C un arc de cercle de rayon 4,1 cm
A partir de B, un arc de cercle de 3,1 cm de manière à ce qu'ils se coupent au-dessus de [CB] en A
Joindre AB et AC pour obtenir le triangle ABC

6) Tracer un cercle de diamètre BC mesurant 5 cm.
Soit A un point du cercle avec [CA] = 4,1 cm et [AB] = 3,1 cm ; [AC] et [AB] sont perpendiculaires.
Matériel : règle graduée et compas.

7) Construction d'un triangle rectangle ABC rectangle en A, le segment AB vaut 3 cm et le segment AC vaut 4 cm.

8) Je trace avec la règle un segment [BC] de 5 cm
J'utilise le compas que j'ouvre à 3 cm. Je pointe sur B et trace un arc de cercle.
J'utilise le compas que j'ouvre à 4 cm. Je pointe sur C et trace un arc de cercle.
Les deux arcs de cercle se coupent en un point A.
Le point A doit former un angle droit.

9) On veut tracer un triangle ABC rectangle en A..
Tracer le segment [AC]=4,1 cm.
A l'aide de l'équerre et de la règle
Tracer le segment [AB] tel que [AB] $\perp$ [AC] et [AB]=3 cm
Tracer le segment [BC] qui doit mesurer 5,1 cm.

10) On veut dessiner un triangle ABC
A l'aide d'une règle graduée, on trace le segment [AC] tel que AC=4,1cm
Avec une équerre, on trace une droite ~~parallèle à~~ perpendiculaire à [AC] et passant par A uniquement.
A l'aide du compas, on trace un arc de cercle de centre A qui coupe cette droite en B tel que AB=3 cm
Enfin on joint les points B et C avec un règle
A forme un angle droit.

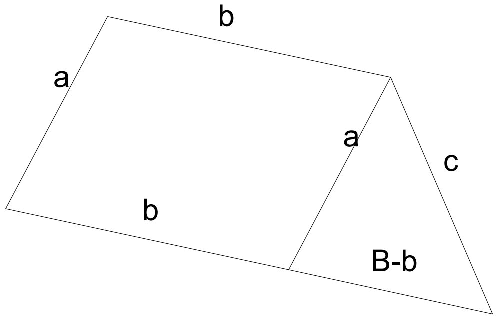
Atelier B3.

Annexe 3

Construire un trapèze convexe dont les côtés mesurent   *8 cm   7 cm   5 cm   et   2 cm*   *Combien y a t-il de solutions ? Justifiez.*

Une analyse possible

B et b représentent les longueurs des côtés parallèles (avec B>b).



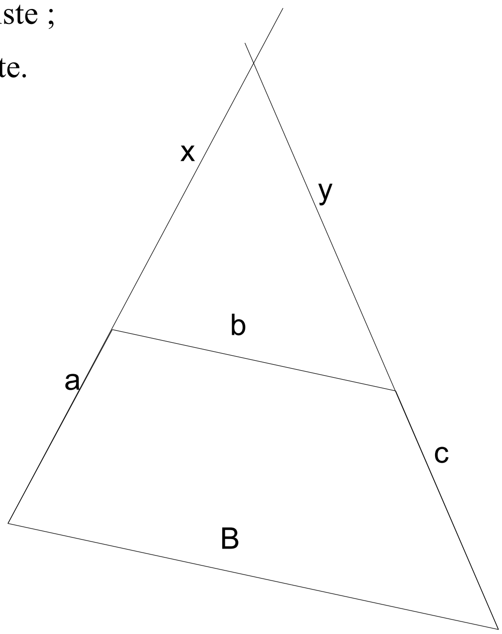
Le trapèze existe si et seulement le triangle (a, c, B-b) existe.

La condition s'écrit :

$$|a-c| < B-b < a+c$$

Une autre analyse possible

La figure existe si le triangle (x+a, y+c, B) existe ; donc si, et seulement si le triangle (x, y, b) existe.



Le théorème de Thalès donne :

$$\frac{x}{x+a} = \frac{y}{y+c} = \frac{b}{B}$$

soit

$$x = \frac{ab}{B-b} \text{ et } y = \frac{bc}{B-b}$$

L'existence du triangle $\left(\frac{ab}{B-b}, \frac{bc}{B-b}, b\right)$ dépend de celle du triangle (a, c, B-b).

Atelier B4.

LES QCM DE MATHÉMATIQUES POUR L'ADMISSION EN IUFM

Claire LETHIELLIEUX

Etant donné les annonces ministérielles de suppression du prérecrutement, le sujet n'est plus d'actualité et l'atelier a réuni six participants.

L'origine des tests a été rappelée : un trop grand nombre de candidats rend impossible une correction manuelle des copies et la forme QCM a été progressivement adoptée par beaucoup d'académies. La plupart convoquent les candidats ayant obtenu des résultats satisfaisants à un entretien.
Le temps de passation varie : de 2 heures à 3 heures en tout pour français, mathématiques (ou sciences), et le cas échéant culture générale.

Nous avons travaillé sur les questions suivantes :

1. QU'ÉVALUE-T-ON AVEC LES QCM DE MATHÉMATIQUES ?

Les questions posées

A l'aide d'un tableau construit à partir de quelques textes posés en 2000 (voir annexe 1), nous avons pu observer que le questionnement porte sur les programmes de collège (quatrième et troisième) et une grande partie du programme de seconde. Il y a cependant peu de calcul littéral, pas de calcul vectoriel et presque pas de statistique.
On peut relever des questions très techniques qui ne semblent pas pertinentes pour le prérecrutement (voir annexe 2).
Quelques questions à visée plus pédagogique ont été posées par exemple dans l'académie de Bordeaux (annexe 2). Il semblerait intéressant de développer ce type de questions.

La forme du QCM

Une seule bonne réponse ou plusieurs bonnes réponses ; les avis sont partagés.
Dans le cas de réponses multiples, cela peut revenir à poser 5 exercices différents en un item, ce qui rend les tests longs. En général, il y a une pénalité pour réponse incomplète ou réponse fausse, l'absence de réponse est neutre.

Le temps imparti

En général les tests sont longs ce qui peut servir à départager un très grand nombre de candidats. Le risque est d'évaluer la rapidité plus que les connaissances.

2. CES TESTS FAVORISENT-ILS LES ÉTUDIANTS SCIENTIFIQUES ?

Au vu des statistiques sur l'académie d'Orléans-Tours sur les notes obtenues en français et en maths selon le cursus des étudiants, les étudiants scientifiques ne sont pas avantagés dans cette académie.

28ème colloque Inter-IREM des formateurs et professeurs chargés de la formation des maîtres, Tours 2001, pages 307 à 311

3. QUEL EST LE TRAVAIL DE PRÉPARATION DES ÉTUDIANTS ?

Les tests risquent d'induire un apprentissage sur les questions (il y en a beaucoup de semblables), un catalogue des bonnes réponses et non un apprentissage mathématique.
La prise en charge dans un cours de prépro permet de limiter le risque à condition de résister à la demande des étudiants du tout QCM. Il y a eu des échanges sur la préparation après information sur l'organisation de la prépro à Tours.

On a également évoqué l'image des mathématiques que se forge l'étudiant, à travers les tests et la préparation à ceux-ci.

4. QUELLES SONT LES ATTENTES DES FORMATEURS DE PREMIÈRE ANNÉE PE ?

Sur Orléans-Tours le but est d'éliminer les candidats très faibles (moins de 5/20) pour répondre à l'exigence de bases minimales que certains situent au niveau CM2.

NB : on peut lire l'article de Brigitte DANCEL "QCM pour IUFM, cochez la bonne réponse" , *les cahiers pédagogiques* n°387, octobre 2000.

Annexe 1

QUELLES NOTIONS MATHÉMATIQUES DANS LES QCM ?

D'après les tests de 2000

	Toulouse	Lyon	Bordeaux	Besançon	Lille	Rennes	Clermont	Limoges	Orléans	Nantes
Entiers naturels	2	2	8	2	2	2	3	3	4	2
Décimaux	1	4	3	0	2		2			
Rationnels	1	2	3	1	3	1		5	1	
Réels	1	1	2				1	3		1
Calcul littéral		2	1				1	2		
Équations-inéquations problèmes	2	1	2	3	1		1	2	4	2
Fonctions-graphiques		1			1			1	2	1
Durées "nombres complexes"	1	1	1	1		1	1	1	1	
Proportionnalité	1	1	4	1		1				2
%, information chiffrée	1	2	3	1		1		1	1	1
Longueurs	1	0	0	1						1
Aires	1	2	2	3	2	2	1	2		6
Volumes	1	2	2		3	1	2		1	
Vitesse			1	1	2	2	1		2	
Géométrie plane	3	3	2			1	1	1	2	1
Pythagore-Thalès		1	1				3			
Espace	2	2	1	2	2	1				2
Transformations		1				1				1
Logique	1	1	3	2		2	1	1	1	
Dénombrement	1	1	1	2		1	3	1		
Divers							1			
Total	20	30	38	20	18	17	20	25	20	20

Annexe 2

QUELQUES EXEMPLES DE QUESTIONS TECHNIQUES :

1. Sachant que x désigne un nombre réel positif et que $x^2 + \frac{1}{x^2} = 7$, alors on a :

A : $x + \frac{1}{x} = 7$ **B :** $x + \frac{1}{x} = 3$ **C :** $x^4 + \frac{1}{x^4} = 47$ **D :** $x^4 + \frac{1}{x^4} = 49$

2. Déterminer les égalités vraies

A : $\pi - \frac{2}{3} = 2,474926$

B : $\frac{32.10^7 - 0,2.10^6}{5.10^7} = 6$

C : $\left(\frac{3}{4} \times \frac{-35}{9} - \frac{-2}{7} + \frac{8}{7}\right) \times \frac{12}{7} = 1$

D : $\frac{1+\sqrt{5}}{4} - \frac{1}{1-\sqrt{5}} = 1$

E : $\frac{1}{1+\sqrt{2}-\sqrt{3}} = \frac{1}{2} + \sqrt{2} \times \frac{1+\sqrt{3}}{4}$

3.On estime l'âge de la terre à environ 4,5 milliards d'années. L'homme serait apparu sur Terre il y a 3 millions d'années seulement. Si on représente la succession des événements de l'histoire de la terre par une année (le 1er janvier à 0h représente le début de la terre, il y a 4,5 milliards d'années, et le 31 décembre à minuit l'époque actuelle), l'apparition de l'homme se situe le :

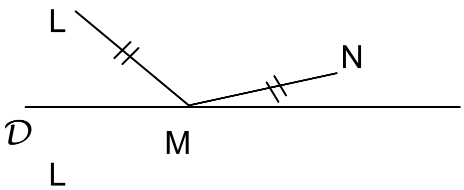
A : 12 septembre **B :** 18 novembre **C :** 25 décembre à minuit **D :** 31 décembre à 18h10 **E :** 31 décembre à 23h 45

4. Quel est le nombre de chiffres de l'entier 2^9 x 5^8?

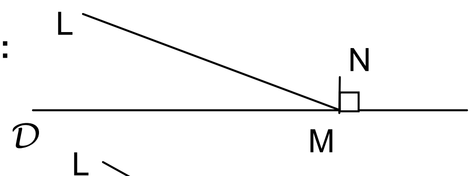
A : 7 **B :** 8 **C :** 9 **D :** 10

5. Deux points L et N sont situés dans un même demi-plan de frontière D ? On veut aller de L à N en passant par un point M de la droite D (M peut être n'importe où sur la droite). Quatre trajets sont proposés (voir les schémas ci-dessous. Attention : ils ne sont pas forcément à l'échelle !). Pour lequel la distance LM + MN est-elle la plus courte ?

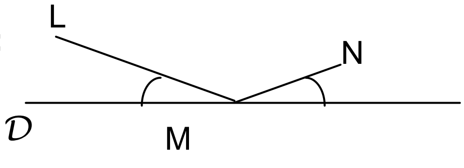
A :



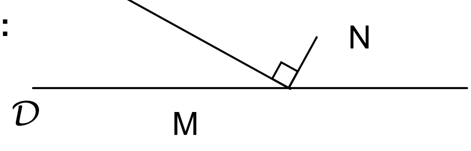
B :



C :



D :



EXEMPLES DE QUESTIONS À VISÉE PÉDAGOGIQUE :

Voici des multiplications effectuées par des élèves :

				3	5	7	2
		×		6	4	3	1
				3	5	7	2
		1	0	7	1	6	
		3	5	7	2		
	1	0	7	1	6		
1	0	7	1	6			
1	0	7	1	6			
2	2	9	7	1	5	3	2

			4	7
×		4	0	7
1	8	8		
		3	2	9
1	9	1	2	9

	2	7	3			
×	8	2	7			
			1	6	5	4
		5	7	8	9	
	2	4	8	1		
	3	0	7	6	4	4

Parmi les affirmations suivantes, laquelle, ou lesquelles sont exactes ?
A : Les trois résultats sont exacts.
B : Seul le deuxième résultat est exact.
C : Seul le premier résultat est exact.
D : Tous les résultats sont faux.
E : Seul le troisième résultat est faux.

Voici des divisions effectuées par des élèves.

élève a

1	2	4	5	7	1 5
-1	2	0			8 3
		4	5		
	-	4	5		
		0	0		

élève b

1	2	4	5	7	1 5
0	0	4	5		8 3
		0	0	7	

élève c

1	2	4	5	7	1 5
	1	9			7 1 3 0
		4	5		
		0	7		
			7		

élève d

1	2	4	5	7	1 5
0	1	4	5		8 9 6
		1	0	7	
			1	0	

Parmi les affirmations suivantes, laquelle (lesquelles) est (sont) erronée(s) ?
A : Les quatre élèves se sont trompés.
B : Le reste est 7.
C : L'élève "b" n'a pas calculé tous les chiffres du quotient.
D : Le quotient est compris entre 100 et 1 000.
E : L'élève "a" a trouvé un quotient correct.

Atelier B5.

PÉDAGOGIE DIFFÉRENCIÉE EN MATHÉMATIQUES

Jeanne BOLON

L‘atelier s‘est déroulé en trois phases : un exposé introductif de Jeanne Bolon, des échanges par groupes de quatre ou cinq collègues conduisant à l‘élaboration de questions à l‘ensemble du groupe, enfin des réactions à ces questions. On en trouvera la trace dans l‘annexe 1 (Mots ou expressions associés à “pédagogie différenciée”) et dans l‘annexe 2 (Questions élaborées en fin d‘atelier)[1] .

INTRODUCTION

Le thème de l‘atelier est au point de convergence de deux préoccupations : le “traitement pédagogique” des élèves en difficulté mathématique et la mise en œuvre d‘injonctions ministérielles regroupées sous l‘expression “pédagogie différenciée”. Ces deux thèmes ne sont pas nouveaux pour la COPIRELEM : en témoignent de nombreux articles dans les colloques antérieurs et dans les brochures destinées aux formateurs de professeurs des écoles. Le plus souvent, on cherche à analyser ce qui fait difficulté à l‘élève déclaré comme étant en difficulté, pour pouvoir ensuite proposer des dispositifs pédagogiques. L‘angle d‘attaque de l‘atelier de Tours, tout en visant les mêmes finalités, se situe sur un autre plan : celui de la formation initiale ou continue des enseignants d‘école primaire.
En tant que formateurs, pouvons-nous former de jeunes collègues sur la pédagogie différenciée sans étude précise de ce que le ministère recommande en matière de gestion de l‘hétérogénéité, de “parcours diversifiés”, de “programmes personnalisés d‘aide et de progrès” ?
Une fois ces recommandations identifiées, la question de leur faisabilité se pose. Existe-t-il des conditions d‘environnement professionnel plus favorables que d‘autres ? Connaissons-nous des écoles primaires où ces pratiques sont mises en œuvres ? Dispose-t-on de contre-exemples ? Les injonctions ministérielles paraissent-elles compatibles avec le développement des savoirs mathématiques des élèves ?
Nous pourrons nous poser ensuite une autre série de questions liées à la formation délivrée en IUFM. La “pédagogie différenciée” peut-elle être traitée en centre IUFM exclusivement sur le mode du discours ou faut-il la “faire vivre” avec les personnels en formation, dans un processus “homologique” (Houdement & Kuzniak, 1996) ? Faut-il traiter ce thème de la même manière avec des débutants et des personnels titulaires ?

Une telle étude exploratoire suppose qu‘on en précise le ou les cadres. Du point de vue de l‘élève, le développement des savoirs de l‘élève sera abordé dans la ligne de la théorie des situations[2] ; du point de vue de l‘enseignant ou du formateur, l‘étude se situera dans une perspective ergonomique (Rogalski, 1999).

1 Le texte ne reproduit pas la chronologie de l’atelier.
2 On trouvera une présentation détaillée dans Perrin-Glorian, 1994.

28ème colloque Inter-IREM des formateurs et professeurs chargés de la formation des maîtres.
pages 313 à 329

Bien évidemment, nous ne traiterons pas l'ensemble des questions, mais ce sont celles qui seront en arrière-fond. Les éléments de réponse ont été recueillis d'une part dans un groupe de travail du département des Hauts-de-Seine[3] , d'autre part durant l'atelier lui-même.

1- NOS IDÉES SPONTANÉES SUR LA PÉDAGOGIE DIFFÉRENCIÉE EN MATHS À L'ÉCOLE PRIMAIRE

Quand on dit “pédagogie différenciée en maths”, à quoi pense-t-on immédiatement ? Le groupe de travail des Hauts-de-Seine a produit la liste suivante :
Groupe de besoin, contrat de travail individualisé, diversité des élèves, décloisonnement, RASED, évaluation des élèves, erreur, échec, remédiation, compétences de base, élèves en grande difficulté, outils d'aide, continuité sur un cycle, programme personnalisé d'aide et de progrès, rythme d'apprentissage.

Cette liste a été considérablement enrichie par les participants de l'atelier (voir annexe 1).On peut y voir plusieurs sous-rubriques[4] :

- Les élèves n'apprennent pas tous de la même façon. L'enseignant a pour mission d'enseigner à tous les élèves quels qu'ils soient, au besoin par des “chemins” différents.
- Pour cela, il est nécessaire d'évaluer les acquis des élèves, voire de définir leurs profils d'élèves. Cela ne concerne pas seulement les élèves en difficulté.
- Les dispositifs d'enseignement associés peuvent être “ordinaires” (ils font partie du quotidien de la classe) ou “extraordinaires” (par exemple, programme personnalisé d'aide et de progrès).
- L'enseignant dispose de différents moyens pour mettre en œuvre son projet d'enseignement avec tel élève ou tels élèves (variables didactiques, tâches, contraintes...).

Si l'on reprend les catégories proposées par Janine Rogalski, nous avons ici une description de la *tâche* enseignante *redéfinie* par les participants à l'atelier.
Examinons maintenant la *tâche prescrite* par le ministère.

2- LES TEXTES OFFICIELS

L'analyse de la tâche prescrite se fera selon deux axes :
- l'étude de trois textes récents,
- l'analyse de l'évolution des textes relatifs à la différenciation.

2.1- Trois textes récents

Il s'agit des textes suivants :

- Utilisation des évaluations nationales CE2 - 6ème : mise en place du “programme personnalisé d'aide et de progrès” pour la maîtrise des langages, circulaire du 18-11-1998, parue au B.O. n° 44, 26-11-1998.
- Exploitation de l'évaluation nationale en CE2 : mettre en œuvre des réponses pédagogiques adaptées, circulaire 2000-205 du 16-11-2000, parue au BO n° 42, 23-11-2000.
- Préparation de la rentrée scolaire 2001 dans le premier degré, circulaire 2001-051 du 21-3-2001, parue au BO n° 13, 29-03-2001.

---

3 Le groupe de travail est composé de conseillers pédagogiques de circonscription, de maîtres-formateurs, d'une inspectrice de l'éducation nationale et d'un maître de conférences. Il se réunit dans le cadre du plan départemental de formation des Hauts-de-Seine.

4 Réorganisation postérieure à l'atelier.

Le texte de l’année 1998 rappelle l‘importance du contexte (problèmes de santé et de maltraitance, conflits familiaux, situations de pauvreté). Il insiste sur le rapport de l‘élève au sens des contenus.
Il définit le “programme personnalisé d‘aide et de progrès” de la manière suivante :

- peu d‘élèves sont concernés par ce dispositif,
- l‘équipe pédagogique construit un programme avec l‘élève concerné, en partenariat avec les parents,
- ce programme prend appui en particulier sur les activités dans lesquelles l‘élève réussit le mieux,
- l‘équipe enseignante procède à des évaluations régulières des acquisitions de l‘élève concerné, chaque demi-trimestre par exemple,
- l‘ensemble fait l‘objet de discussion en conseil de maîtres avec les enseignants du réseau d‘aides spécialisées (maîtres spécialisés option E ou maîtres de soutien).

Les circonscriptions sont chargées d‘organiser un ou plusieurs temps de travail pour les enseignants de CE2 dans le cadre des animations pédagogiques ou des actions de formation continue (avec l‘apport des formateurs d‘IUFM).
Des groupes départementaux sont constitués, avec attention particulière pour les actions qui améliorent la transition école-collège.
Le texte annonce la création d‘une banque d‘outils “actuellement en cours de réalisation au plan national ainsi que la production de méthodes spécifiques aux nouvelles technologies”.

Le texte de l’année 2000 concerne seulement le cycle 3 et non le collège. La circulaire élargit la population concernée à l‘ensemble des élèves et non plus aux seuls élèves relevant du programme personnalisé d‘aide et de progrès.
L‘analyse des évaluations doit conduire à établir des profils : celui de la classe, celui des élèves (points forts et points faibles). Elle doit s‘attacher aux compétences de base qu‘il faut “sans tarder consolider ou faire acquérir”. Tous les maîtres du cycle 3 sont concernés, y compris le réseau d‘aide, voire des stagiaires IUFM, et pas seulement ceux des CE2.
Cette analyse doit être assez poussée : les erreurs sont-elles isolées ou systématiques ? comment interpréter une absence de réponse (“lenteur, conscience très claire de ne pas comprendre la question ou de ne pas savoir y répondre, manque de confiance en soi, etc.”) ?. Des erreurs peuvent manifester “d‘évidents progrès”. Le tout est à relier à l‘histoire scolaire de l‘élève.
Le “programme personnalisé d‘aide et de progrès” est mentionné à nouveau. Certains points sont précisés :

- il doit comporter les exigences prioritaires et valoriser les réussites,
- son élaboration, avec l‘élève concerné et éventuellement le RASED, doit être achevée avant la fin du mois de novembre,
- la coopération avec les parents est recherchée, “autant qu‘il est possible”, par exemple avec des rencontres,
- à la fin du premier trimestre, une nouvelle prise d‘informations est utile : on peut recourir aux outils d‘aide à l‘évaluation élaborés successivement par la Direction de l‘évaluation et de la prospective (DEP) et par la Direction de la programmation et du développement (DPD).

Cette circulaire élargit le “programme personnalisé d‘aide et de progrès” aux dispositifs pédagogiques de la classe et de l‘école : l‘évaluation peut conduire, si nécessaire, à adapter “les progressions envisagées, la programmation des activités et les choix didactiques”.

“Les erreurs effectuées par un grand nombre d‘élèves doivent susciter une attention particulière et constante de la part du maître dans l‘ensemble des activités de la classe” (exemple de la lecture de consignes).
L‘organisation de la classe (“pour quelques semaines parfois”) peut conduire à des “groupes de besoin, des groupes de travail hétérogènes (certains enfants en situation d‘approfondissement pour eux-mêmes aidant leurs camarades)”.
Cela peut déboucher sur le projet d‘école.
Un paragraphe est consacré à la “consolidation et remédiation” : “les difficultés légères ou plus graves, doivent être prises en compte sans attendre”. Le vocabulaire est particulièrement diversifié : entraînement, exercice, reprise d‘apprentissages non aboutis où il ne suffit pas de “répéter à l‘identique ce qui a déjà été fait”, avec produits multimédias, jeux autant que des supports plus traditionnels. Les membres du RASED ont intérêt à intervenir avec une “forte densité” (caractère fréquent pendant une période courte) dans le premier trimestre de l'année scolaire avec les élèves de CE2.
On suggère des travaux individuels modulés par des consignes différentes, des groupes constitués en fonction de besoins identiques mobilisés sur des tâches différentes, y compris à partir d‘un même support.
Le temps des études dirigées, au moins pour une première partie de l‘année au CE2, “sera conçu clairement avec les élèves comme un temps de travail différencié durant lequel chacun est attaché à mener à bien un travail particulier, dans le cadre de groupes de besoin éventuellement. Qu‘il s‘agisse de remédiation, de consolidation ou d‘approfondissement, chacun doit pouvoir se confronter à des tâches à sa mesure”.
S‘il y a plusieurs classes ou divisions CE2, la circulaire suggère de mettre en place des décloisonnements.
La fin du texte sur le rôle des circonscriptions est voisine du texte de 1998. Il n‘y a plus d‘allusion aux banques de données nationales, mais simplement aux “sites internet” académiques et départementaux.

La circulaire de l’année 2001 parle de “Consolider et renforcer des acquis essentiels de l‘école : maîtrise de la langue, prévention et traitement des difficultés scolaires” (titre du § 1). Cette circulaire annonce des outils d‘aide à l‘évaluation pour une mise en œuvre en grande section et cours préparatoire dès la rentrée 2001. “L‘évaluation doit avoir une valeur diagnostique et permettre de mieux ajuster le projet pédagogique en prenant en compte les acquis et les besoins. (...) Des non-réussites ne sont ni des carences, ni des difficultés mais, le plus souvent résultent de décalages temporaires que l‘action pédagogique peut réduire.”
Les enfants doivent d‘abord être pris en charge au sein de leur classe. L‘intervention des réseaux d‘aides spécialisés constitue un “second recours”. Un bilan sera demandé par circonscription en décembre 2001 de ce qui aura été réalisé en matière de programmes personnalisés.
“Il faut aussi mieux tirer parti des évaluations du début de CE2 et de 6ème pour analyser les réussites et les besoins de l‘ensemble des élèves et réajuster les projets pédagogiques de l‘école, sur l‘ensemble du cycle III en particulier. La réduction significative du nombre d‘élèves accédant au collège avec des fragilités importantes ou des difficultés structurées reste l‘objectif essentiel.”

2.2- Évolution des textes officiels sur la pédagogie différenciée[5]

Anne-Marie LEFÈVRE, inspectrice de l‘éducation nationale à Nanterre (10ème circonscription des Hauts-de-Seine) a fait une recherche systématique sur tous les textes parus

---

5 Analyse détaillée disponible sur demande auprès de Anne-Marie.Lefevre@ac-versailles.fr

au Bulletin officiel depuis 1977 inclus, dont la rubrique contenait les mots *organisation* et *enseignement* (voir annexe 3). Elle a repéré ceux qui relèvent de la différenciation ou de la diversification pédagogique, en excluant les textes pédagogiques spécifiques à une discipline, aux programmes, aux zones d‘éducation prioritaire (ZEP) ou à l‘adaptation et intégration scolaire (AIS).
Elle a observé le passage progressif de recommandations à des exigences : la pédagogie différenciée est devenue obligatoire et s‘inscrit dans la politique de l‘enseignement par cycle.

Elle a relevé un certain nombre de thèmes qui sous-tendent l‘ensemble des écrits.

- L‘école est centrée sur les élèves et leur *diversité* (origine sociale, culture, niveau, qualités personnelles). L‘approche différenciée du public scolaire est une nécessité (égalité des chances, développement de chacun).
- L‘apport culturel, l‘ouverture sur le monde extérieur visent à tenir compte de la diversité des origines sociales et culturelles
- L‘évaluation des élèves est le point de départ de la différenciation.
- Les formes d‘intervention pédagogique sont énumérées dans une liste qui s‘enrichit au fur et à mesure : groupes de besoin décloisonnés, par niveaux ou inter-niveaux ou au sein de la classe, études dirigées (dont les objectifs évoluent), intervention des maîtres E et des maîtres de soutien, programme personnalisé d‘aide et de progrès établi avec les parents et l‘élève, appui sur ce que l‘élève sait faire, outils multimédias, jeux ou exercices “plus traditionnels”. Répéter dans les mêmes formes ne suffit pas.
- Les élèves et leurs parents sont associés.
- Il faut intervenir le plus tôt possible. Le CE2 semble la phase-clef.
- Les enseignants sont aidés au plan de la circonscription (animation pédagogique), il existe des groupes de travail départementaux, des ressources sont fournies (formateurs IUFM, sites internet ou documents d‘aide à l‘évaluation fournis par le ministère).

Une lecture détaillée des textes montre le passage progressif de recommandations à une liste d‘injonctions de plus en plus précises. On peut noter la disparition du thème de l‘ouverture culturelle, et l‘obligation, aujourd‘hui, de prendre en compte la diversité des élèves dans les dispositifs pédagogiques, et ce, dès la rentrée.

2.3- Ce que le ministère prescrit aujourd’hui

La prévention et le traitement des difficultés scolaires est une obligation. Un des indicateurs retenu par le ministère est la diminution de la proportion d‘élèves entrant en sixième avec des fragilités importantes ou des difficultés structurées.
Les enseignants de cycle 3 ont l‘obligation d‘évaluer les acquis des élèves dès le début de l‘année. Chaque enseignant doit analyser les erreurs de ses élèves de manière fine pour en dégager un dispositif pédagogique pour sa classe,voire pour l‘équipe pédagogique.
Les erreurs les plus massives font l‘objet d‘un traitement pour l‘ensemble de la classe. De nombreuses suggestions de dispositifs sont égrenées. Le ministère insiste encore sur la nécessité de ne pas répéter à l‘identique l‘enseignement qui a été déjà dispensé.
Les études dirigées, au moins pour le première partie de CE2, constituent le moment privilégié où les élèves accomplissent des tâches différenciées selon leurs besoins : remédiation, consolidation, approfondissement. Ces trois mots ne sont pas définis. Pour certains élèves, peu nombreux, l‘enseignant doit élaborer avec eux et, si possible, leurs parents, et si nécessaire l‘équipe du RASED, un “plan personnalisé d‘aide et de progrès” dont la rédaction doit être achevée avant la fin du mois de novembre. L‘avancée de ce plan fait l‘objet d‘une évaluation en fin de premier trimestre.

Les circonscriptions ont l'obligation de mettre en place des actions de formation liées à l'utilisation des évaluations de CE2 et sixième, en liaison avec les formateurs d'IUFM.
Les enseignants et circonscriptions disposent d'outils d'évaluation fournis par le ministère (sites internet ou documentation-papier).

2.4- Discussion : vers une définition de la pédagogie différenciée ?

Les mots de “prévention” et “traitement” ont des connotations médicales : on se protégerait des difficultés scolaires des élèves à la manière dont on vaccine les enfants contre la rougeole ou la tuberculose. Le mot de “remédiation” est ambigu : on peut y voir un mot proche de “remède” , d'où connotation médicale, ou une “re-médiation”, au sens de Vygostki. Les premières interprétations renvoient implicitement à une notion de “normalité”, équivalent de la “bonne santé”.
Les évaluations ministérielles à l'entrée de CE2 ou de la sixième renforcent l'idée de normalité : il y a des élèves qui, statistiquement, sortent de la “norme”, ils n'ont pas atteint les “objectifs de fin de cycle”, en particulier dans les compétences “de base”. Nous observons ici une contradiction entre la reconnaissance ministérielle de la diversité des élèves, notamment en matière de rythme d'apprentissage, et la fixation d'objectifs de fin de cycle. Cette tension est vivement ressentie par les enseignants. Par ailleurs, la mention de “compétences de base” est discutable : beaucoup d'études ont montré que des élèves ayant de mauvais scores aux items reliés aux compétences de base réussissent aux items reliés aux “compétences d'approfondissement”. On peut se demander s'il ne conviendrait pas de mettre en place, à côté des évaluations statistiques nationales (nécessaires à l'évaluation du système éducatif), des instruments d'évaluation différentielle, qui mesureraient les acquisitions d'une même population à trois années d'intervalle : les enseignants seraient soulagés de leur sensation d'échec professionnel.

La mission confiée aux enseignants est d'assurer un minimum d'éducation mathématique à tous les élèves, quels qu'ils soient, en dépit de la diversité des élèves dans leur processus d'apprentissage. Il revient aux enseignants de choisir la méthode convenable. Pour le ministère, la diminution de la proportion des élèves “en difficulté” ne pourra pas être obtenue si les enseignants continuent à opérer dans leurs classes de manière “ordinaire” : d'où une liste de dispositifs suggérés, alors qu'ils ne font pas partie des pratiques ordinaires des classes. D'une certaine manière, la pédagogie différenciée s'opposerait à la pédagogie “ordinaire” en ce sens que les enseignants auraient l'objectif de faire progresser *tous* les élèves, mission à laquelle les enseignants adhèrent intellectuellement, tout en étant souvent démunis pour la remplir.

Le ministère semble mentionner trois types d'intervention pédagogique, qui correspondraient à trois niveaux d'apprentissage chez les élèves.

- L'*approfondissement* concernerait les élèves qui risquent de s'ennuyer si l'enseignant ne s'occupe que des élèves “en difficulté”.
- La *consolidation* concernerait des élèves dont l'enseignant estimerait les “fragilités” locales, temporaires.
- La *remédiation* ou le *programme personnalisé d'aide et de progrès* concernerait des élèves dont les apprentissages présenteraient des décalages “structurés” avec les autres élèves. Le “traitement” est alors individualisé ou par groupes de besoins.

Ces trois types d'intervention recouvrent l'ensemble des cas qu'un enseignant peut rencontrer dans sa classe. Un enseignant peu au fait des recherches peut croire que ces dispositifs garantissent les progrès des élèves : or, depuis les groupes de niveau (Legrand, 1977), on sait que les choses ne sont pas si simples...

Les textes ministériels *ne différencient pas les domaines d'apprentissage* : tout se passe comme si les dispositifs pédagogiques étaient indépendants de la discipline enseignée et de ses finalités. Or il n'est pas sûr que le métier d'élève s'apprenne de la même manière en français et en mathématiques. Pour ce qui est des mathématiques, il est important que les élèves saisissent leur enjeu : ce n'est pas la réussite à tel problème qui est visée, mais la réussite à tous les problèmes de ce type, dont on vient de traiter un exemple générique, avec des procédures de plus en plus expertes. A noter que les enseignants eux-mêmes ne sont pas toujours au clair sur les finalités de l'enseignement des mathématiques : certains d'entre eux, peu sûrs d'eux, confondent l'enseignement mathématique avec la présentation d'une succession de règles permettant de traiter des exercices-types. Le malentendu sur le métier d'élève peut se cumuler avec un malentendu sur le métier d'enseignant de mathématiques...

Le ministère reporte le choix des dispositifs pédagogiques sur les enseignants, qui disposent de l'aide des équipes de circonscriptions. Les suggestions sont variées et ne se réduisent pas au travail individualisé Pour beaucoup d'enseignants, ces dispositifs relèvent d'une mission impossible : comment terminer le programme officiel en tenant compte de la diversité des rythmes d'acquisition des élèves ? Ce qui est proposé par le ministère semble complexe, trop coûteux, finalement peu fiable.

3- LES PROPOSITIONS ISSUES DE RECHERCHES

On trouve dans des recherches la description de dispositifs avec l'analyse de leurs effets. Il est donc possible d'organiser la classe de manière “différenciée” de sorte que les élèves donnent du sens à ce qu'ils font en mathématiques et qu'ils progressent dans leurs apprentissages. Mais ces recherches ne garantissent pas que les enseignants “ordinaires” pourront s'approprier rapidement ces dispositifs : on retrouve ici toute l'acuité de la question du “transfert” du résultat de recherches [6].

3.1- ERMEL (“Chacun, tous, différemment...”)

L'équipe ERMEL de l'INRP a pris en compte la différenciation depuis plus de dix ans dans la mise au point de séquences d'enseignement. Les ouvrages de la série “Apprentissages numériques” le mentionnent explicitement à partir du CE1 et la brochure “Chacun, tous, différemment...” y est entièrement consacrée (voir bibliographie).
Les auteurs distinguent “temps de la scolarité”, “temps de l'enseignement”, “temps de l'apprentissage”. Le temps de la scolarité est celui qui rythme la vie de l'élève : il est en CP ou en CE1, en raison de son âge. Le temps de l'enseignement correspond à la progression que l'enseignant construit avec et pour ses élèves. Le temps de l'apprentissage correspond à l'évolution des connaissances chez les élèves. Ces trois temps ne coïncident pas. De plus, comme le temps de l'apprentissage est différent d'un élève à l'autre, les enseignants du primaire ont une double obligation : construire une progression pour l'ensemble de la classe et prévoir des itinéraires individuels d'apprentissage.

Pour l'équipe ERMEL, les outils de la différenciation se classent en plusieurs catégories :
- les procédures admises,

[6] Ce décalage entre les espoirs d'innovation et la réalité du transfert, maintes fois constaté, est à l'origine de travaux sur les conditions d'exercice du métier : contraintes et libertés des enseignants, choix personnels et cohérence des gestes professionnels...

- les contraintes imposées et les ressources disponibles,
- la tâche.

On trouve de nombreux exemples dans les publications qui sont issues de leurs travaux [7].

L‘équipe insiste sur le fait qu‘il est possible de différencier *avant* l‘apprentissage, à condition que l‘enseignant ait déjà repéré les acquis des élèves.

A propos de l‘évaluation, l‘équipe ERMEL suggère de ne pas alourdir le début de l‘année par des évaluations tous azimuts mais d‘égrener tout au long de l‘année des évaluations de démarrage d‘enseignements nouveaux et des retours en arrière sur des situations déjà enseignées. Par ailleurs, le recours quasi systématique à des comptes-rendus écrits de la part des groupes donne à l‘enseignant des moyens de repérer l‘état de savoir de ses élèves.

3.2- Recherche de l’équipe de l’IUFM de Créteil

D. Butlen et M. Pezard (1991-1992) ont proposé une manière d‘utiliser les évaluations CE2 pour repérer les élèves qui étaient le plus en difficulté. Ils repèrent les items réussis nationalement à 80 % ou plus : les élèves qui échouent à ces items peuvent être considérés comme en difficulté.
Ils montrent également que l‘analyse d‘erreurs programmée par le ministère ne suffit pas toujours à repérer l‘origine de l‘erreur. Ils suggèrent de revenir aux productions des élèves pour repérer les procédures utilisées et de mettre en relation des résultats d‘un même élève à plusieurs items.
Cela illustre donc ce que le Bulletin Officiel préconise en matière ~~d~~‘analyse fine”.

Denis Butlen et Monique Pezard proposent des modalités de gestion de la classe. Ils dégagent un ~~p~~rofil d‘élève en difficulté” :

- il a des difficultés à mémoriser, les connaissances anciennes manquent de fiabilité, les méthodes sont absentes,
- les situations pédagogiques s‘usent rapidement, l‘élève manifeste de la lassitude,
- il recherche systématiquement des algorithmes, il a des difficultés à changer de point de vue, à changer de cadres
- il identifie peu ou pas les enjeux de l‘apprentissage,
- il a des difficultés d‘expression orale ou écrite, il a du mal à lire,
- il a une mauvaise image de lui-même, il refuse le travail en groupe, il préfère une relation à l‘adulte d‘ordre affectif.

D. Butlen et M. Pezard présentent également les cercles vicieux dans lesquels beaucoup d‘enseignants se laissent entraîner avec des élèves en difficulté :

- l‘enseignant fournit des ~~ai~~des” successives qui finissent par ~~tu~~er le problème”,
- il simplifie les énoncés à traiter et son enseignement tend à des répétition de situations presque identiques,
- il travaille de plus en plus en relation duelle avec l‘élève au détriment de la dynamique collective.

D. Butlen et M. Pezard ont mis en œuvre un dispositif expérimental [8] qui s‘appuie autant sur des activités de soutien individuel que des activités collectives et qui inclut, de plus, des

---

[7] Voir aussi BRENNER M. & GUINET R. (1996-1997), Différenciation dans les activités de mesure en géométrie, *Grand N n° 59*, pp. 23-29. Ou encore la bande vidéo “Chacun, tous... différemment” citée dans la bibliographie.

entretiens avec l‘élève et la mise en place du cahier-mémoire de la classe. Ils ont obtenu des progrès, en particulier en termes d‘enjeux d‘apprentissage.
Ils soulignent l‘importance de l‘intégration des moments de soutien dans l‘activité normale de la classe, sous peine de démobilisation des élèves. Leurs dispositifs ne ressemblent pas aux trois types recommandés par les textes officiels.

Les publications issues de la recherche décrivent des dispositifs complets : analyse d‘erreurs, exercices sur des thèmes mathématiques (numération, multiplication), questionnaire-guide pour un entretien individuel avec un élève, répartition des tâches dans la rédaction du cahier-mémoire de la classe.

3.3- Autres travaux

On pourra également se reporter aux travaux présentés par J. Julo à la COPIRELEM 2000, à propos des aides à apporter aux élèves dans la résolution de problèmes.
Jean Julo met en doute l‘efficacité des méthodes générales d‘entraînement à la résolution de problèmes. Il s‘interroge également sur l‘efficacité des “bonnes solutions” recopiées par les élèves qui ne les avaient pas trouvées. Il lui paraît, au contraire, capital que l‘élève ait l‘expérience de la réussite et surtout, la conviction mathématique que sa réponse est bonne.
S‘appuyant sur les concepts de représentation de problème et de schéma de problème, J. Julo montre la difficulté pour l‘enseignant de déterminer le bon outil d‘aide et le bon moment pour la fournir : le risque de “tuer le problème” est toujours présent. Il propose néanmoins des pistes : la “multiprésentation” et le “cumul des aides”. La présentation conjointe de problèmes mathématiquement isomorphes avec liberté de choix pour l‘élève (multiprésentation) semble avoir un effet sur la réussite des élèves. De même, la présentation successive d‘aides de natures différentes (cumul des aides) a en général plus d‘effet que la présentation d‘une seule.

3.4- Discussion

Je reprendrais volontiers les remarques faites par Denis Butlen et Pascale Masselot[9] (1998).
La pédagogie différenciée est un but, un défi...: celui de la prise en compte de la diversité des élèves (culturelle, sociale, cognitive) au sein même de la classe.
Cette hétérogénéité place l‘enseignant dans une position inconfortable, car il se sent tiraillé entre des contraintes contradictoires : gestion individuelle / collective de la classe, progrès des plus faibles / des plus forts, respect des normes fixées par le ministère.
D. Butlen et P. Masselot concluent : *Nous préférons parler de “différenciation de l’enseignement par la prise en compte des contenus disciplinaires et de la diversité des élèves” plutôt que de parler globalement de “pédagogie différenciée”.* Au fond, d‘une certaine manière, l‘expression “pédagogie différenciée” est sans objet, puisqu‘il s‘agit de mettre en place un enseignement adapté à l‘élève, c‘est-à-dire qui remplisse, mieux qu‘aujourd‘hui, les missions assignées à l‘école primaire. L‘opposition implicite du ministère entre pédagogie “ordinaire” et pédagogie “différenciée” est donc malheureuse : il va de soi que chaque enseignant souhaite la réussite de tous ses élèves... et il va de soi que les élèves ne sont pas des clones les uns des autres...

Les travaux de recherche fournissent des éléments opératoires pour repérer les élèves en grande difficulté. Ils proposent également des dispositifs pédagogiques qui ont été

---

8 Dispositif décrit dans la revue Grand N n° 50.

9 COPIRELEM, Documents pour la formation des professeurs d’école en didactique des mathématiques Tome VI, p. 161.

effectivement mis en œuvre dans des classes. Nous disposons de ce que l'on pourrait appeler des ―théorèmes d'existence".
Ces travaux reposent sur l'idée que, si l'élève n'est pas sûr de son savoir, ses connaissances mathématiques restent fragiles : un rien suffit à les déstabiliser. Pour les chercheurs, le rôle de l'enseignant est de mettre l'élève le plus souvent en position de produire à la fois des réponses et la validation mathématique de ses réponses. On est loin ici de l'entraînement exclusif aux exercices-types ou aux algorithmes des techniques opératoires.
Les chercheurs soulignent l'importance d'intégrer au maximum les dispositifs dans le quotidien de la classe : les types d'intervention suggérés par le ministère risquent, au contraire, d'inciter à organiser le groupe-classe en trois sous-groupes, organisation qui engendrerait (miraculeusement ?) la diminution des écarts entre les élèves...

Certains enseignants du premier degré ont du mal à accorder de l'importance à la validation par l'élève lui-même : ils se croient obligés de dire, dès que possible, le vrai et le faux, empêchant l'élève de ―mettre à l'épreuve" ses connaissances. Les dispositifs pédagogiques utilisés dans le cadre expérimental supposent chez l'enseignant la maîtrise d'une grande variété de gestes professionnels. L'expérience quotidienne montre que, pour l'instant, l'extension des dispositifs expérimentaux à un grand nombre de classes n'est pas acquise.

Il nous manque des travaux sur le rapport des instituteurs ou professeurs des écoles au ―métier d'enseignant de maths" et sur les coûts ergonomiques des dispositifs utilisés dans les recherches.

4- PROPOSITIONS POUR UN TRAVAIL EN CIRCONSCRIPTION

Que faire en circonscription ? Les réponses ne sont pas faciles à déterminer. Nous pouvons déjà décrire ce que nous avons fait, modestement, dans les Hauts-de-Seine.
Comme il a été dit au début de l'article, nous avons constitué un groupe de formateurs [10] qui a mis en place une étude exploratoire de dispositifs d'aide aux enseignants dans leur recherche de dispositifs pédagogiques qui prennent en compte la diversité des élèves.

Nous avons fait appel à des enseignants volontaires. Nous essayons de les aider là où ils en sont, c'est-à-dire nous tentons de déterminer leur ―zone proximale de développement professionnel", par une ―observation participante", où nous nous autorisons de leur faire des suggestions, celles dont nous pensons qu'elles sont les meilleures à ce moment-là. Nous contrôlons nos conseils par des échanges réguliers entre nous. L'étude est exploratoire, dans la mesure où nous ne disposons d'aucune théorie générale sur l'apprentissage des gestes professionnels des enseignants.

Trois types d'observation ont été faits en 2000-2001 :
- auto-observation de maîtres-formateurs de leur propre organisation,
- observation de classes par un ou deux membres du groupe de travail,
- animation d'un conseil de cycle 2 (enseignants de maternelle et de primaire).

---

[10] Rappelons qu'il est composé de conseillers pédagogiques de circonscriptions, de maîtres-formateurs, d'un inspecteur de l'éducation nationale, d'un maître de conférence.

Nous nous rendons compte, à notre tour, de la diversité des demandes et des besoins des enseignants avec qui nous travaillons. Les conclusions provisoires de notre groupe de travail rejoignent des propositions formulées lors de l‘atelier de Tours.

- Le travail d‘analyse des items des évaluations CE2 est très lourd. Une collègue conseillère pédagogique a fourni aux enseignants de CE2 de sa circonscription une grille de recueil de données qui facilite l‘analyse des cahiers d‘évaluation (avec croisements entre items...). Pourquoi l‘équipe ministérielle n‘irait-elle pas jusqu‘à proposer un document de ce genre ?

- Une des collègues observée n‘a pas beaucoup d‘aisance en mathématiques. Elle réussit bien dans l‘enseignement des techniques, des algorithmes. Elle fait confiance au manuel de maths, qu‘elle utilise sans le guide du maître[11] . D‘où la question : peut-on différencier son enseignement si on n‘est pas à l‘aise en mathématiques ?
La prise en compte de la diversité des élèves suppose une évaluation permanente de l‘état de savoir des élèves, qui ne se confond pas avec la nécessité de remplir les cahiers d‘évaluation à rendre aux parents. Or cette évaluation de l‘état de savoir est facilitée par une bonne culture mathématique : sinon les catégories d‘erreurs sont constituées de manière quasi dichotomique : maîtrise de la procédure experte terminale ou non, avec une grande difficulté à identifier chez l‘élève des bribes de savoir...
Pour faire évoluer le rapport aux mathématiques des titulaires, on ne peut se contenter des stages de quatre semaines actuellement mis en place : organiser un accompagnement des titulaires semble une voie plus prometteuse, mais sûrement lente.

- Nous avons trouvé éclairante la définition proposée par Denis Butlen et Pascale Masselot concernant l‘élève “en difficulté”, c‘est-à-dire un élève qui n‘a pas acquis les notions qu‘on enseigne habituellement dans l‘année n - 2. Il est difficile d‘organiser la classe de la même manière pour cet élève en difficulté et ses camarades, qui ont acquis ces notions de manière satisfaisante, même lorsqu‘il s‘agit d‘éléments enseignés par monstration. C‘est à ce type d‘élève que correspond le plan personnalisé d‘aide et de progrès ou la remédiation. Cette “définition”, reprise en formation initiale ou continue, permettrait de ne pas confondre les élèves pas encore à l‘aise dans des procédures enseignées et les élèves dont les connaissances ne permettent pas d‘entrer dans la tâche proposée. Mais ce repérage ne suffit pas à préparer la classe sur un thème donné.

- Les conseils de cycle parlent de cas individuels, rarement de problèmes pédagogiques communs à l‘enseignement d‘un cycle. De telles réunions peuvent-elles éviter le risque de “tourner en rond” sur les problèmes qui les embarrassent ? Ne faudrait-il pas envisager la présence ponctuelle d‘éléments extérieurs ? De la même manière qu‘il existe un RASED pour les élèves, ne faudrait-il pas aussi un RASED pour les enseignants ?

Plus généralement, on peut se demander si la définition du “poste de travail” de l‘enseignant (voire du formateur), celle qui est véhiculée depuis plus d‘un siècle, ne serait pas à revoir : trop de choses à faire pour une seule personne, trop de problèmes complexes dont l‘enseignant a seul la charge.

11 Par ailleurs, ce manuel (Série Quadrillages) ne semble pas favoriser l’auto-contrôle recherché chez les élèves.

5- CONCLUSION PROVISOIRE

“Faites ce que je dis et pas ce que je fais” : de manière un peu provocatrice, on pourrait souligner le fait que le discours ministériel est plus exigeant pour les enseignants d‘école primaire que pour les formateurs. Même si ce discours repose sur une conception mécaniste du métier, il est probable que les procédés utilisés en formation pourraient servir de référence lors de l‘exercice du métier d‘enseignant.
Que faisons-nous en formation initiale pour alerter les professeurs stagiaires sur la prise en compte de la diversité des élèves ? L‘inventaire des pratiques actuelles des formateurs pourrait constituer une première étape. L‘atelier de Tours a montré que les formateurs sont prêts à continuer le travail amorcé.

La liste des injonctions ministérielles sur le thème de la pédagogie différenciée est longue. Les dispositifs recommandés ne garantissent pas, pour autant, que les élèves “en difficulté” deviennent proportionnellement moins nombreux dans la classe. Il serait plus juste de dire que ces dispositifs, ou d‘autres, visent à permettre à tous les élèves de faire des progrès par rapport à eux-mêmes. Le ministère ne devrait-il pas parler non de pédagogie différenciée, mais de pédagogie tout court... ?

Face à la quantité de recommandations qu‘ils ont à appliquer, les enseignants ont du mal à dégager ce qui serait réellement prioritaire du point de vue de l‘efficacité pour les élèves. La question aujourd‘hui semble principalement d‘ordre ergonomique : comment *soulager le travail que les enseignants ont à faire*, par exemple dans la conception des séquences, le choix des supports pédagogiques...? Il n‘est pas sûr que les dispositifs recommandés par le ministère soient les plus pertinents. Cela suppose des études exploratoires et des recherches.

Je terminerai par une note personnelle. En formation continue, des nombreuses actions sont mises en place dans le département où j‘exerce, le plus souvent dans le cadre des animations pédagogiques. La demande des enseignants titulaires m‘a paru forte : il y a donc risque de les décourager si les exemples que je propose ne correspondent pas à leurs disponibilités professionnelles (temps mobilisable, ressources personnelles). Là aussi, prendre en compte la diversité des situations professionnelles supposerait que l‘on ait recueilli suffisamment d‘informations sur les procédés pédagogiques des enseignants à qui l‘on s‘adresse...

Cette conclusion est provisoire. D‘autres études sont à faire. L‘atelier de Tours, par le nombre de ses participants montre que la question méritait d‘être posée. A suivre donc...

BIBLIOGRAPHIE

Textes officiels

Ministère de l'éducation nationale (1991), *Les cycles à l'école primaire*, CNDP-Hachette. [Voir, en particulier, la préface]

Utilisation des évaluations nationales CE2 - 6ème : mise en place du "programme personnalisé d'aide et de progrès" pour la maîtrise des langages, circulaire du 18-11-1998, B.O. n° 44, 26-11-1998.

Exploitation de l'évaluation nationale en CE2 : mettre en œuvre des réponses pédagogiques adaptées, circulaire 2000-205 du 16-11-2000, BO n° 42, 23-11-2000.

Autres documents

BARRÉ C. & CROS F. (1988), *Pour une pédagogie centrée sur l'élève*, Paris: INRP, Coll. Rencontres pédagogique n° 20.

BRENNER M. & GUINET R. (1997-1998), Différenciation dans les activités de mesure en géométrie, *Grand N n° 59*, 23-29.

BUTLEN D.(1991-1992), Quelques remarques sur les tests nationaux d'évaluation en CE2, *Grand N n° 49*, 49-59.

BUTLEN D. & PEZARD M. (1991-1992), Élèves en difficulté, situation d'aide et gestion de la classe, *Grand N n° 50*, 29-58.

CHARNAY R., DOUAIRE J., GUILLAUME J.-C. & VALENTIN D.(1995), *Chacun, tous... différemment - Différenciation en mathématiques au cycle des apprentissages*, Rencontres pédagogiques n° 34, Paris: INRP.

COPIRELEM (1998), *Documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques Tome VI*, Paris: IREM de l'Université Paris 7.

> Nombreux articles dont :
>
> AURAND C., PAUVERT M. & PAILLET M., Dispositif d'aide à la résolution de problèmes, pp. 92-105
>
> BUTLEN D. & MASSELOT P., Une approche didactique de la question de la "pédagogie différenciée" en formation continue des professeurs d'école : un scénario de stage, pp. 160-173
>
> GIRMENS Y. & PAUVERT M., La résolution de problèmes : une activité qui fragilise l'enfant ?, pp. 88-91

ERMEL (1993), *Apprentissages numériques et résolution de problèmes, CE1,* Paris: Hatier.[pp 28-29]

ERMEL(1995), *Apprentissages numériques et résolution de problèmes, CE2,* Paris: Hatier.[pp. 25-30]

ERMEL (1997), *Apprentissages numériques et résolution de problèmes,* CM1, Paris: Hatier.[pp 34-38]

ERMEL (1999), *Apprentissages numériques et résolution de problèmes,* Paris: Hatier.[pp.33-38].

HOUDEMENT C. & KUZNIAK A. (1996), Autour des stratégies pour former les maîtres du premier degré en mathématiques, *Recherches en didactique des mathématiques vol. 16/3*, pp. 289-322.

JULO J. (2001), Aider à résoudre des problèmes - Pourquoi ? Comment ? Quand ?, in *Actes du XXVIIème colloque inter-IREM des formateurs et professeurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres*, pp. 9-28, IREM de Grenoble.

LEGRAND L. (1977), *Pour une politique démocratique de l'éducation*, Paris: PUF.

LEGRAND L. (1986), *La différenciation pédagogique*, Paris : Le Scarabée.

LEGRAND L. (1995), *Les différenciations de la pédagogie*, Paris: PUF, Coll. Pédagogues, pédagogies.

PELTIER M.-L. (2001), L'extraordinaire dans la classe de mathématiques. Pratiques professionnels de professeurs d'école enseignant les mathématiques en ZEP, in *Actes du XXVIIème colloque inter-IREM des professeurs et formateurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres,* pp. 127-138, IREM de Grenoble.

PERRIN-GLORIAN M.-J. (1994), Théorie des situations didactiques, naissance, développement, perspectives, in M. ARTIGUE, R. GRAS, C. LABORDE & P. TAVIGNOT, *Vingt ans de didactique en France - Hommage à Guy Brousseau et Gérard Vergnaud*, pp. 97-147, Grenoble: La Pensée Sauvage.

PERRIN-GLORIAN M.-J. (1997), Que nous apprennent les élèves en difficulté ?, in COPIRELEM, *Documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques, Tome V*, pp. 121-143, Paris: IREM de l'université Paris VII.

ROCHEX J.-Y. (1997), Apprendre : des malentendus qui font la différence, in J. P. Terrail, *La scolarisation de la France*, Paris: La Dispute, pp. 105-116.

ROGALSKI J (2000)., Approche de psychologie ergonomique de l'activité de l'enseignant, in *Actes du XXVIème colloque inter-IREM des professeurs et formateurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres*, IREM de Limoges.

Spirale Hors série (mars 1999), *La pédagogie différenciée en actes*.

Annexe 1

MOTS OU EXPRESSIONS ASSOCIÉS À “PÉDAGOGIE DIFFÉRENCIÉE”

“La différenciation, y'a longtemps qu'on en fait”.
C'est difficile à mettre en œuvre.
Difficulté.
Climat de confiance.
Élèves en réussite.
Respecter les modes de fonctionnement, les rythmes.
Apprendre à son rythme.
Différence de rythme.
Différents chemins.
Diversité.
Chercher un point d'entrée.
Permettre à chacun d'entrer dans l'activité mathématique.
Gestion des différences : rapidité, lenteur, formes d'esprit / de raisonnement.
Sur un même travail : rythmes différents, procédures différentes, outils différents (aides, questions intermédiaires)
Découpage des activités en phases intermédiaires.
Une même activité où on fixe des variables de façons différentes pour les élèves.
Variables didactiques.
Différencier les procédures, les tâches, les “outils” mis à disposition, pas seulement pour les élèves en difficulté.
Situation commune et démarches différentes.
Contenus modulables.
Différenciation des rôles au cours d'une même activité.
Travaux différents.
Approfondissement pour d'autres.
Même thème de réflexion pour tous.
Pas tous forcément de la même manière.
Des procédures personnelles.
Plusieurs procédures de résolution de problèmes possibles.

Enfants en difficulté.
Élèves qui ont toujours fini avant.
“Classes” hétérogènes, niveaux d'élèves différents, en particulier “bons” élèves qui s'ennuient.
Évaluation diagnostique.
Identifier les différences d'aptitude.
Différents niveaux de connaissances des élèves.
La connaissance visée.
Exigences différentes.
Objectifs.
Mêmes objectifs pour tous.
Niveaux.
Objectifs communs, niveaux de maîtrise, évaluation différenciée.
Évaluation commune sur des points fondamentaux.
Évaluation formative.
Compétences.
Autovalidation.
Développement de l'autonomie.

Critères.
Contrat.
PPAP
Profils pédagogiques.
Profil cognitif.

Temps court (une demi-heure) pour les élèves.
Temps coûteux pour l'enseignant (préparation, suivi, régulation)
Temps d'enseignement / temps d'apprentissage.
Cycle.
Gérer le temps didactique : des dispositifs pédagogiques d'individualisation et aussi du collectif à géométrie variable.

A certains moments, et pas tout le temps (est-ce une pédagogie ? ou plutôt un dispositif didactique à un moment donné).

Remédiation
Prévoir des aides, quand les donner ? A qui ?
Aides graduées et différenciées.
Ateliers.
Soutien pour certains.
Groupes de niveau.
Groupes de besoin.
Enseignement programmé.
Travail en groupes.
Aide individualisée.
Mettre en œuvre des dispositifs de tutorat entre élèves.
Structures, dispositifs.
Conduite de classe.
Organisation didactique.

Parcours, itinéraire.
Des chemins d'apprentissages différents (des modèles d'enseignement différents).

Annexe 2
QUESTIONS ÉLABORÉES EN FIN D'ATELIER

Que dire aux PE2 de solide sur la pédagogie différenciée en mathématiques ?
Le discours est-il le même pour les enseignants titulaires ?

Consigne donnée aux participants à l'atelier : *Par groupe de 4 maximum, posez une ou plusieurs questions en relation avec l'atelier. Nous les reprendrons ensuite comme support du débat.*

Questions formulées par les groupes

1- La pédagogie peut-elle être autre que différenciée ?
Sur quoi porte la différenciation (forme de travail, support de travail, nature de la tâche) ?

2- Gérer une classe à double niveau, est-ce faire de la pédagogie différenciée ?
Peut-on faire de la pédagogie différenciée sans avoir un minimum d'expérience professionnelle ?
Beaucoup de demandes "urgentes" de PE2. L'organisation des stages (deux stages de 4 semaines) permet-elle des expérimentations dans ce domaine ?
Un travail différencié des formateurs avec les PE2 est-il transférable dans leur pratique en classe ? Et si oui, quel type de travail ?
... Nous ne sommes pas très armés...

3- Axes prioritaires en formation : différenciation pour la classe ou pour quelques élèves ou groupes d'élèves ?
A partir de quand et jusqu'à quand faut-il entrer dans une démarche de personnalisation ?
Des exemples (concrets) de différenciation(s) ?

4- Peut-on différencier la formation des PE2 en liaison avec les stages en responsabilité de 4 semaines ?

5- Comment différencier en formation initiale de PE ?
Est-il possible d'aborder la différenciation en formation initiale ? Avec quels objectifs ?
Quelles conditions définir pour une différenciation en formation initiale pour qu'elle ait des chances d'être transférée dans l'enseignement ?

6- Que fait-on en matière d'intégration des "listes complémentaires" dans les groupes de PE2 ? Quelle pédagogie différenciée ? Qu'en est-il des PE2 qui n'ont pas fait de PE1 ?
Quel dispositif de différenciation dans le cas de la formation continue de stagiaires titulaires, en stage d'une semaine ?
A propos des contenus didactiques enseignés au PE1 : qui fait de la différenciation ?

7- Quels types d'outils peut-on proposer dans une perspective de formation à la pédagogie différenciée (PE2, formation continue) ?
Jusqu'où peut-on / doit-on aller dans la différenciation ?

8- Quels travaux de recherche sur l'impact de la différenciation pédagogique sur les résultats des élèves ? sur l'efficience ?
Quels outils génériques à actualiser dans les différentes situations ? Quelle aide peut-on apporter à des PE2 ou en formation continue pour opérationnaliser ces outils ?
Comment gérer le va-et-vient entre la gestion individualisée et collective des élèves ? Et comment intégrer l'acquisition de ces gestes professionnels dans la formation ?
- Quelle gestion de l'autonomie des élèves et quelle place du professeur dans les moments de soutien individuel ?
- Quels indices prendre, quels critères de choix pour décider des formes d'intervention et du temps passé par l'enseignant auprès de certains élèves lors des moments de travail individuel ?

9- Du point de vue de la formation :
Un discours sur la différenciation sans mise en œuvre de celle-ci en formation n'est-il pas un obstacle qui décrédibilise notre projet de formation ?
Du point de vue de la conduite de la classe :
Peut-on trouver des points de départ pour répondre au désarroi des enseignants sur la différenciation pédagogique ?
Comment passer de la divergence inhérente à la différenciation, à la convergence liée aux objectifs d'apprentissage ?

Atelier B5.

Annexe 3

TEXTES OFFICIELS ÉTUDIÉS

Groupe de travail « Pédagogie différenciée et mathématiques » 99THD437C

A-M LEFÈVRE- 10 décembre 1999 [1]

Le présent travail est centré sur les textes généraux. Les textes pédagogiques propres à une discipline, les programmes, les textes ZEP, les textes AIS ne sont pas étudiés ici.

Méthode et corpus

Le corpus est établi à partir d'une recherche systématique, dans la base de données de la circonscription, dans tous les textes parus au BO depuis 1977 inclus, dont la rubrique contient les mots : *organisation* et *enseignement.* Des 29 textes ainsi sélectionnés, 6 sont retenus parce qu'ils contiennent les mots *différencier* et/ou *diversifier* (ou des dérivés) ou évoquent en dehors du mot même l'idée de différenciation pédagogique.
La liste des textes plus anciens a été établie à partir de la table des matières du livre « Les textes officiels de A à Z », Michel Cadiou, Jean Dusseau, Armand Colin, 1994.
C : Circulaire.
N. S. : Note de service.

1. C. n°83-010 du 6 janvier 1983 - Projet d'action éducative des écoles.

2. Lettre CAB/11 n° 161 du 22 avril 1985 - Lutte contre l'illettrisme

3. C. n°89-035 du 2 février 1989 - Actions spécifiques destinées aux élèves de l'école élémentaire en difficulté passagère.

4. Loi n°89-486 du 10 juillet 1989

5. C. n° 90-039 du 15 février 1990 - Le projet d'école

6. Décret n° 90-788 du 6 septembre 1990 - Organisation et fonctionnement des écoles maternelles et élémentaires.

7. Note du 11 mars 1991 - Orientations pour la mise en œuvre de la nouvelle politique pour l'école

8. C. n° 97-138 du 30 mai 1997 - Évaluations à l'entrée en CE2 rentrée 1997

9. C. n° 98-156 du 23 juillet 1998 - Évaluations en CE2, septembre 1998

10. C. n° 98-229 du 18 novembre 1998 - Utilisation des évaluations nationales CE2-6ème : mise en place du « programme personnalisé d'aide et de progrès » pour la maîtrise des langages.

11. N.S. n° 98-236 du 20 novembre 1998 - Mise en œuvre de la Charte pour bâtir l'école du XXI^{ème} siècle

12. C. n° 98-263 du 29 décembre 1998 - rentrée 1999

13. C. n° 99-110 du 16 juillet 1999 - Évaluations en CE2 et sixième année 1999-2000

14. C n° 2000-205 du 15 novembre 2000 - Exploitation de l'évaluation nationale CE2 : mettre en œuvre des réponses pédagogiques adaptées.

1 Un texte récent a été ajouté.

Atelier B5.

PARTICIPANTS

AÏSSANI Aïssa	Algérie
ARHEL Danièle	ANTONY
AUCAGNE Jacques	CHARTRES
BAUTIER Thierry	RENNES
BENSEGHIR Aïssa	Algérie
BENTALBI Mohammed Chérif	Algérie
BERGEAUT Jean-François	FOIX
BERTOTTO Anne	MASSY
BOLON Jeanne	ANTONY
BOLSUIS Christophe	MAXEVILLE
BONNET Nicole	DIJON
BOUVATIER Chantal	St-GERMAIN-en-LAYE
BREGEON Jean-Luc	MOULINS
BRIAND Joël	MERIGNAC
BRISSIAUD Rémi	CERGY
BRONNER Alain	PERPIGNAN
BUTLEN Denis	MELUN
CAILLETTE Ghislaine	CHARTRES
CANEY Jacqueline	TOURS
CANIVENC Bruno	AIX en PROVENCE
CARRAL Michel	TOULOUSE
CATHALIFAUD Robert	LIMOGES
CATHALIFAUD Jannette	LIMOGES
CAUVAS Mado	MASSY
CHARNAY Roland	BOURG EN BRESSE
CLINARD Michel	BDX CAUDERAN
COLONNA D'ISTRIA Catherine	GANNAT
COUSSON Bernadette	BESANCON
DEBÛ Patrick	
DELHAYE Dominique	OUTREAU
DENISOT Joël	AIX-MARSEILLE
DESCAVES Alain	PERIGUEUX
DORNIER Jean-Marie	BESANCON
DUPONT Franck	POITIERS
DUVAL Alain	BDX CAUDERAN
EURIAT Jacqueline	EPINAL
EXCOFFON Yvonne	TROYES
EYSSERIC Pierre	AIX en PROVENCE
FAURE Bertrand	BAGNEUX
FRÉMIN Marianne	ANTONY
GAGNEUX André	BOURGES
GALISSON Marie-Pierre	CERGY
GAMO Sylvie	BOBIGNY
GAUDEUL Claire	LILLE
GEORGES Françoise	VENDOME
GIBERT Jany	MONTPELLIER
GIRMENS Yves	PERPIGNAN
GOBERT Sophie	AIX en PROVENCE
GODINAT Françoise	AUXERRE
GOUSSARD Annick	POITOU
GREFF Eric	ANTONY
GRELIER Jean-François	TOULOUSE
HÉLAYEL Josiane	ANTONY
HOUDEMENT Catherine	Mt St Aignan Cedex
HUET Marie Louise	LE MANS
IMBERT Jean-Louis	TARBES
JAFFROT Michel	LA ROCHE sur YON
JAN-GAGNEUX Joëlle	BOURGES
JORE Françoise	ANGERS
KRIVINE Danielle	EVREUX
KUZNIAK Alain	STRASBOURG
LACOSTE Brigitte	MASSY
LALLEMENT Marie-Hélène	AVIGNON
LANDRÉ Claude	ORLEANS

LAURENÇOT-SORGIUS Isabelle	TOULOUSE
LE GALL Pol	METZ
LE NOST Marie-Hélène	ST GERMAIN en LAYE
LE POCHE Gaby	RENNES
LEBRETON Jean-Claude	BLOIS
LEJEUNE Michèle	BONNEUIL sur MARNE
LETHIELLEUX Claire	TOURS
LEVAILLANT Pascale	St GERMAIN EN LAYE
MAGENDIE Laurence	BLOIS
MAINGUENÉ Jean	ANGERS
MALLEN-DONTENWILL Annie	VESOUL
MARTY Marilyne	LE PUY EN VELAY
MASSELOT Pascale	MELUN
MAURIN Claude	AVIGNON
MELET Christine	MONTPELLIER Cedex 5
MICHON Florence	BONNEVILLE
MONTAUX Annie	ANTONY
MORIZOT DELBREIL Brigitte	MT ST AIGNAN
MOTILLON Patrick	LA ROCHELLE
NGONO Bernadette	MONT ST AIGNAN
NIEL Christine	PERTUIS
PAQUIN Catherine	MAXEVILLE
PARZYSZ Bernard	ORLEANS
PEDROLETTI Jean-Claude	BESANCON
PELTIER Marie-Lise	MT ST AIGNAN
PEZARD CHARLES Monique	MELUN
PFAFF Nathalie	LE BOURGET
PICOT Marc	NORD
PIERRAT Dominique	ST DENIS de la REUNION
PRIA Jacqueline	ST GERMAIN EN LAYE
QUATRINI Myriam	MARSEILLE cedex 9
RANC Geneviève	MASSY
RANSON Catherine	MAXEVILLE
RENON Edith	ORLEANS
REYMONET Christian	AIX-MARSEILLE
ROBERT Ghislaine	BEAUVAIS
ROUSSIGNOL Nelly	BONNEUIL
ROUY Loïc	LIMOGES
ROYE Louis	VILLENEUVE d'ASQ
SABOTIER Sylvie	BLOIS
SALIN Marie-Helène	MERIGNAC
SAYAC Nathalie	CRETEIL
SICARD Mireille	RENNES
SOSSA Liliane	MELUN
SOUMY Jean Guy	GUERET
TAVEAU Catherine	BONNEUIL
TERRIER Suzanne	ST BRIEUC
TIGROUSSINE Brahim	VALOGNES
TOROMANOFF Jean	ORLEANS
TORRALBA Denis	DRAGUIGNAN
TRÉMÈJE Joëlle	DRAGUIGNAN
VANNIER M.P.	MOISSY-CRAMANEL
VENTRE Roland	CRETEIL
VERBAERE Odile	LILLE
VERSEILLE Brigitte	ANTONY
WIERUSZEWSKI Patrick	MOREE
WILLHEM Christian	ST BRIEUC
WINDER Claire	DRAGUIGNAN
WOROBEL Michel	AUXERRE
WOZNIAK Floriane	AIX EN PROVENCE
ZARAGOSA Serge	CRETEIL

Auteurs : Travail collectif coordonné par la COPIRELEM

Titre :

Actes du XXVIII° colloque inter-IREM des formateurs et professeurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres

Public concerné :

Professeurs de mathématiques et formateurs chargés de cette discipline pour le premier degré.

Résumé :

Cette brochure contient les textes des conférences et des communications de recherches ainsi que les comptes-rendus des ateliers du colloque qui s'est déroulé sur le site IUFM de Tours-Fondettes du 9 au 11 mai 2001.

Mots-clés :

didactique des mathématiques, enseignement et apprentissage, formation des maîtres, école élémentaire.

Editeur :

Presses Universitaires d'Orléans 10 Rue de Tours 45072 Orléans Cedex 2 Tél : 02 38 49 47 06 Fax : 02 38 49 47 12

Responsable de la publication :

Jean-Pierre LAMARCHE, directeur de l'IREM d'Orléans-Tours
Mél : irem@labomath.univ-orleans.fr

Date : mai 2002

Nombre de pages : 321

Prix : 22 euros

N° ISBN :