XXXI$^{\text{ème}}$ Colloque COPIRELEM

des professeurs et des formateurs de mathématiques
chargés de la formation des maîtres

Actes

Quelles mathématiques faire vivre à l'école ? Quels outils pour les maîtres ?

IREM
Instituts de Recherche sur l' Enseignement des Mathématiques

irem Toulouse

Sommaire

ATELIERS

Vous trouverez ci-après les présentations des ateliers ; revenez sur la page ateliers.htm pour consulter leurs comptes-rendus complets.

LIRE ET ÉCRIRE DES ÉNONCÉS DE PROBLÈMES

Serge Petit,
Professeur de Mathématiques, IUFM d'Alsace
Annie Camenisch,
Maître de conférences Lettres, IUFM d'Alsace

Cet article rend compte d'un atelier participatif autour des difficultés observées en résolution de problèmes dans une classe de cycle 3. Le travail effectué par les deux formateurs de l'IUFM d'Alsace est de mettre en évidence l'importance d'une réflexion sur l'articulation des mathématiques avec la maîtrise de la langue afin de dégager des pistes de travail avec les élèves pour les faire progresser dans les deux domaines à la fois.

Pendant l'atelier les participants ont été amenés à s'interroger sur les questions suivantes :

- Comment favoriser une meilleure compréhension des énoncés de problèmes à partir d'un travail explicite sur la langue en mathématiques ?
- Quel travail de lecture et d'écriture mener à partir des énoncés de problèmes ?
- Comment articuler le travail en mathématiques avec le travail en langue ?

Pour y répondre, un travail d'analyse d'erreurs émanant des productions d'élèves a été réalisé, puis diverses classifications des textes des problèmes ont été proposées.

Puis les formateurs ont présenté le travail mené dans la classe en y intégrant des apports didactiques.

Plan de l'article

1- Analyser des productions d'élèves
Prendre conscience du rôle de la langue
2- Classer selon plusieurs critères
Faire émerger la notion d'histoire
3- Fabriquer des énoncés de problèmes
4- Développer la maîtrise de la langue

Exploitations possibles :

La situation menée dans la classe est reproductible en l'adaptant à sa propre classe et donne des pistes pour les enseignants de l'école primaire sur des situations de maîtrise de la langue en lien avec les mathématiques.

Mots clés :

analyse d'erreurs, analyse de productions, résolution problème, maîtrise du langage

Atelier A2

RÉSOLUTION DE PROBLÈMES EN CM2 : VARIATIONS AUTOUR D'UNE SÉQUENCE ERMEL

Thierry Bautier, Ghislaine Gueudet, Hélène Hili,
Erik Kermorvant, Typhaine Le Méhauté,
Gabriel Le Poche et Mireille Sicard.
IUFM de Bretagne et IUFM de Basse-Normandie

Le point de départ de cet atelier est une étude critique portant sur les aides suggérées par ERMEL CM2 sur une de ses séquences, *le mobilier de l'école*. Cette étude conduit à développer des réflexions sur les aides de différentes natures qui peuvent être apportées, sur la pertinence des schémas, du recours à du matériel, le passage à l'écriture, sur la différenciation et sur l'utilisation d'un logiciel adapté.

1) Une expérimentation montre que la présence d'un dessin dans l'énoncé du problème proposé n'a pas d'influence sur la réussite des élèves lors de sa résolution. En particulier, on ne peut pas affirmer que le fait de fournir un dessin aux élèves en difficulté est une aide pour ceux-ci.

2) Par ailleurs, le fait de demander aux élèves de produire un schéma ne semble pas avoir un effet bénéfique sur la résolution des problèmes présentés ici. En particulier, pour les élèves en difficulté, les productions font apparaître la difficulté à se représenter de manière efficace un problème.

3) Par ailleurs, d'autres expérimentations montrent de même que le recours à du matériel, pour un problème où celui-ci est envisageable, ne favorise pas clairement le développement par les élèves de procédures personnelles. Le matériel ne comporte pas en lui-même la structure nécessaire à la résolution du problème. Une piste intéressante est la production d'un logiciel adapté, permettant des manipulations simulées limitées à ce qui est susceptible de faire progresser l'élève dans sa résolution du problème.

4) Enfin, d'autres expérimentations ont montré que les élèves en difficulté peuvent eux aussi participer de façon constructive à la production d'écrits en collaboration avec des élèves plus à l'aise.

Les écrits produits par tous ces élèves sont d'une grande richesse. Le passage à l'écriture leur a souvent permis d'aller plus loin en se posant les bonnes questions.

5) L'atelier a dégagé des conditions pour une différenciation réussie : une évaluation diagnostique, un maître libéré, des conditions matérielles satisfaisantes, des élèves encouragés.

Mots-clés :
résolution de problème, aide, schéma, passage à l'écriture, différenciation, TICE

QUE NOUS APPREND POUR LA FORMATION DES MAÎTRES LE TRAVAIL MATHÉMATIQUE HORS LA CLASSE DES PROFESSEURS ?

Claire Margolinas,
Bruno Canivenc,
Marie-Christine De Redon,
Olivier Rivière,
Floriane Wozniak
Équipe DéMathÉ, UMR ADEF, INRP, Marseille

Résumé :

Dans le cadre d'un groupe d'étude INRP, l'équipe de chercheurs a interrogé des maîtres d'école élémentaire d'au moins cinq ans d'expérience sur leurs pratiques de documentation et de préparation des leçons de mathématiques hors classe.

L'atelier a été consacré à la mise en évidence de la diversité des pratiques recueillies au cours de ces entretiens.

À partir d'extraits d'entretiens avec certains de ces enseignants et de compléments sur ce qu'ils ont dit, la réflexion globale des participants s'est organisée selon deux axes :

- ce que ces résultats impliquent en ce qui concerne la formation initiale,
- ce qu'ils peuvent permettre de prévoir quant à l'impact d'une formation continue.

Les conclusions donnent des pistes de travail, tant pour la formation initiale (dont l'influence parait primordiale sur les pratiques ultérieures des enseignants, même après de nombreuses années), que pour la formation continue (pour laquelle les demandes et besoins sont extrêmement hétérogènes).

Plan de l'article :

1- Le dispositif de l'atelier
2- Impact de la formation initiale sur la conception de l'enseignement des mathématiques
3- Conséquences pour la formation continue

En annexes : Présentation détaillée du contenu des différents entretiens dont sont issus les extraits entendus pendant l'atelier.

Exploitation possible :

Des pistes d'analyse et de réflexion utiles pour la mise en place d'actions de formation tant initiale que continue des professeurs d'école.

Mots clés :

Professeurs d'école, rapport aux mathématiques, formation, pratique enseignante.

Atelier A4

CONSTRUIRE DES OUTILS EN DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES POUR LE FORMATEUR DES PROFESSEURS D'ÉCOLE.

Catherine Taveau,
Muriel Fénichel
PIUFM Mathématiques, IUFM de Créteil

Dans cet article, les deux formatrices présentent le projet d'élaboration d'outils multimédia qu'elles ont en cours. Leur objectif est de réaliser des DVD (un par cycle d'enseignement) contenant des séances de classes filmées qui présentent des enjeux d'apprentissage mathématique ciblé. Elles ont la volonté d'expliciter et d'illustrer des concepts didactiques dont l'appropriation est difficile dans une formation de plus en plus courte, et avec un public de PE peu familiers avec l'écrit.

Au cours de l'atelier la réflexion s'est organisée en trois temps, que l'article restitue avec précision.

1) Un état des lieux de l'utilisation de vidéos par les formateurs participants (quelles ressources ? quelles utilisations en formation ?).

2) La rédaction d'un cahier des charges pour la production d'outils vidéo pour la formation prenant en compte les entrées didactiques, pédagogiques et disciplinaires.

3) Autour de quelques passages de la situation « petit moulin » filmés dans une classe de CE1, *(Cette situation propose un apprentissage de l'utilisation du compas et met l'accent sur la relation entre l'instrument et les objets géométriques qu'il permet de tracer.)* le travail a porté sur les exploitations possibles de cette vidéo en formation.

En annexe : présentation de la situation « le petit moulin »

- Une présentation des objets matériels, donnés aux élèves ou produits par eux.
- Le scénario en 5 séances tel qu'il a pu être filmé au CE1 en janvier 2004
- Une proposition pour une autre mise en oeuvre

Ressources pour le formateur:

- Le cahier des charges proposé est utilisable par les formateurs dans la perspective de produire ou d'utiliser des supports vidéo.
- La situation « Le petit moulin » décrite, est reproductible et donne des pistes pour les enseignants de l'école primaire relativement à l'introduction du compas pour tracer des cercles.

Mots clés :
vidéo, formation des maîtres, résolution problème, géométrie

COMMENT LE JEU MATHÉMATIQUE OPÈRE-T-IL
SUR LES APPRENTISSAGES MATHÉMATIQUES ET SUR LA CONSTRUCTION DU LANGAGE ARGUMENTATIF ?

Didier Faradji
Concepteur de jeux mathématiques
Intervenant extérieur en formation continue

Cet article présente l'usage en classe de trois jeux mathématiques (***Décadex, Multiplay*** et le ***Magix34***). Une analyse didactique est détaillée afin d'utiliser aux mieux ces supports pour mettre en œuvre des séances d'entraînement et d'approfondissement des contenus mathématiques comme le calcul réfléchi, les propriétés géométriques des quadrilatères particuliers. Plusieurs stratégies de jeu sont proposées afin de développer le raisonnement déductif chez les élèves, en utilisant des pratiques collaboratives de jeu.

La richesse de la conception de chacun de ces jeux (plus spécifiquement ***Magix34***) permet un usage très pertinent avec des élèves du CE1 aux classes de collège.

Plan de l'article

1- Le champ numérique
 - Les décompositions additives et soustractives
 - La multiplication et la division

2- Le champ géométrique

3- La construction du raisonnement : la résolution de problèmes

4- La construction du langage argumentatif
 - L'intérêt des pratiques dites collaboratives
 - Le rôle de l'enseignant

En annexe

Le plateau de chacun des 3 jeux avec les règles pour y jouer.

Exploitations possibles :

les trois jeux analysés pendant l'atelier sont de réels supports didactiques pour développer et entretenir les compétences des élèves dans le calcul, les propriétés géométriques, le raisonnement, la stratégie. Des propositions très concrètes sont évoquées.

Mots clés :

jeu mathématique, raisonnement, calcul mental, réinvestissement de connaissances géométriques, démarche collaborative.

Atelier A6

ANALYSES DE PRATIQUES PROFESSIONNELLES EN MATHÉMATIQUES AVEC LES PE2.

Teresa Assude
UMR ADEF - IUFM d'Aix-Marseille
Pierre Eysseric
IREM de Marseille - IUFM d'Aix-Marseille

Cet article rappelle les textes officiels instituant les analyses de pratiques professionnelles (APP), définit les enjeux et présente trois modalités de mise en œuvre de ces analyses de pratiques professionnelles en mathématiques (APPM) dans une formation PE2 (environ 10 heures sur l'année) : analyse de vidéo avec une séance d'Atelier de Recherche en Mathématiques réalisée par un PE2 dans une classe d'application ; l'instruction au sosie (un entretien de 10 minutes entre un formateur et une PE visant à rendre présent un moment de pratique professionnelle pour le soumettre à l'analyse) ; l'usage de récits de pratiques professionnelles.

En annexes :

Annexe 1 : retranscription d'une instruction au sosie.
Annexe 2 : cinq récits relatifs à une séance en PS de maternelle.
Annexe 3 : extrait du projet d'établissement 2004-2007 de l'IUFM d'Aix-Marseille.

Mots clés

analyse de pratiques professionnelles en mathématiques ; instruction au sosie ; utilisation de vidéo ; récits de pratiques professionnelles.

LE CALCUL
PAR LES INSTRUMENTS À CALCULER

Caroline Poisard
Doctorante à l'Université de Provence,
Laboratoire du Cirade
Alain Mercier
UMR ADEF, Université de Provence, INRP, IUFM d'Aix-Marseille

Cet atelier s'appuie sur des travaux de thèse. Cette recherche s'intitule : « analyse didactique d'une innovation pédagogique ».

Il s'agit d'étudier l'originalité d'une démarche pédagogique qui consiste à construire et à utiliser des objets mathématiques - boulier chinois ; bâtons à multiplier de Néper et réglettes de Genaille-Lucas ; règle à calcul pour additionner ou soustraire - hors du temps scolaire, dans le contexte d'un centre d'animation scientifique et technique, mais en liaison avec le travail en classe.

Les observations ne se sont pas déroulées à l'école, mais dans un centre d'animation scientifique et technique dans lequel les professeurs viennent avec leur classe.

Au centre, lors des séances avec l'enseignant, les instruments sont étudiés en posant aux enfants les questions : Comment ça marche ? Pourquoi ça marche ?

L'hypothèse est que l'exploration produit une activité qui s'organise bien autour d'un enseignement de mathématiques.

L'exemple du boulier chinois est développé en pointant les savoirs disciplinaires mathématiques mis à jour par cette étude.

Pendant l'atelier les participants ont été mis au travail autour des questions suivantes :

- comment réaliser une multiplication avec le boulier chinois ? Par exemple multiplier 27 par 82.
- le boulier chinois : combien peut-on enlever de boules pour pouvoir encore compter ?
- les bâtons de Néper : comment ça marche ? Peut-on les améliorer c'est à dire prendre en charge la retenue ?
- les réglettes de Genaille-Lucas : comment ça marche ? Comment gérer les retenues pour les multiplications ?

Exploitations possibles :

A partir de la fin du primaire puis au collège, l'étude d'instruments à calculer à partir des questions : "Comment ça marche ? Pourquoi ça marche ?" permet de réorganiser des connaissances sur la numération positionnelle et les algorithmes de calcul. Cette exploitation n'est pas directe ; la lecture de la thèse devrait permettre de montrer comment la compréhension de la numération et donc des techniques opératoires est renforcée par l'étude des instruments ici proposés.

Mots clés :

Instruments à calculer, boulier chinois, situation problème, numération positionnelle, algorithmes de calcul, techniques opératoires, culture et animation scientifique.

UNE PROPOSITION POUR TIRER L'APPRENTISSAGE DE L'ORTHOGONALITÉ DE L'ÉTUDE DES QUADRILATÈRES À QUATRE CÔTÉS ÉGAUX.

Jean-François Grelier,
PIUFM Mathématiques, IUFM de Midi-Pyrénées

Cet article présente aux participants les résultats d'une recherche action menée dans une école de Toulouse.

Cette recherche a eu pour objet la réflexion concernant l'apprentissage des notions de perpendicularité et de parallélisme en géométrie.

Dans le cadre de ce travail, un nouveau matériel pédagogique a été construit pour permettre une meilleure appropriation des notions de parallélisme par les élèves.

Une progression est proposée pour l'usage de ce matériel dans les classes de cycle3.

L'article se termine par un questionnement collectif des participants sur l'enseignement de ces notions.

Exploitations possibles

Expérimentation possible du matériel proposé.
Mise en oeuvre de la progression envisagée.

Mots clés

Parallélisme, quadrilatères particuliers, géométrie.

ACTIVITÉS DE FORMATION
À PARTIR D'UN SUPPORT VIDÉO.

Gérard Tournier,
formateur IUFM Midi-Pyrénées site d'Albi

L'objectif de l'atelier est de présenter des vidéos, d'échanger à propos de leurs contenus et d'envisager leur utilisation en formation initiale ou continue des professeurs des écoles.

Deux vidéos ont été projetées.

La première, « au pays des animaux », montre la mise en œuvre d'une activité de résolution de problème en petite section de maternelle. La situation proposée vise à construire le concept de «marquage-désignation »

La deuxième, « étoile», montre une séquence de géométrie en CE1 portant sur la bonne utilisation des outils de tracé et sur l'acquisition d'un langage géométrique. C'est une situation de communication avec production d'un programme de construction justifiant l'acquisition de ce langage.

La vidéo du « banquier cheval », les parties 1,2 et 3 traitant de la numération ont seulement été évoquées.

Plan de l'article :

Échanges autour d'activités de formation à partir d'un support vidéo.

« Au pays des animaux» : une vidéo pour la PS
I- Présentation de la vidéo
II- Commentaires sur le contenu de la vidéo pendant la projection :
III- Remarques effectuées par les participants de l'atelier après la projection :

« Étoile » une vidéo pour le CE1
I - Présentation de la vidéo
II - Description des séances filmées
III- Remarques effectuées par les participants de l'atelier après la projection
Conclusion

Exploitations possibles :

Utilisation d'une vidéo en formation initiale ou continue et émergence des questions qu'elle peut soulever : conduite de la classe, participation des enfants…

Type de contenu :

Cet article est un « outils de formation » et son contenu peut servir à l'analyse de pratiques.

Mots clés :

Résolution de problème en maternelle. Marquage-désignation. Interventions et rôle de la maîtresse. Interactions. Situation de communication.

Atelier B4

ANALYSE DE L'USAGE DES LOGICIELS EN FORMATION PE

en prenant en compte différents logiciels référencés dans les programmes de mathématiques de l'école.

Laurent Souchard
IUFM Paris

L'atelier a été organisé autour de la découverte, la comparaison et l'utilisation de trois logiciels tutoriels fermés : Smao CE2, CM1 et CM2 de chez Chrysis[i] à Poitiers, LiliMini[ii] de l'IREM de Lille, Les maths c'est facile CE2, CM1, CM2 de chez Génération 5[iii] à Chambéry. Plusieurs thèmes mathématiques ont été abordés : les nombres décimaux, le calcul et les opérations et la géométrie (avec une transposition de certains exercices dans un logiciel de géométrie dynamique)

Sept équipes de deux ou trois participants ont travaillé pendant deux heures sur un, deux ou trois logiciels, l'objectif n'étant pas de savoir s'il fallait ou non faire utiliser tel logiciel à tel élève mais bien, grâce à son analyse, de voir comment l'utiliser.

Les analyses ont porté sur la structuration du logiciel (leçon ? exercices d'entraînement ?…), le type d'activité, l'exhaustivité ou non des exercices au regard du champ conceptuel concerné, les aides disponibles, l'évaluation des réponses et le traitement des erreurs, les possibilités d'adaptation, de degré de difficulté, la gestion des élèves et les possibilités de bilan.

La diversité des thèmes d'analyse dans chaque travail de chaque groupe montre avant tout qu'il est très difficile de se centrer sur un thème au cours de l'analyse, même si celui-ci a été clairement déterminé au départ. Aucun groupe n'a réussi à rester dans un thème. Nous avions précisé au début de l'atelier que le but de l'analyse était avant tout de penser à la création de scénario d'usage ou d'apprentissage : seuls trois groupes ont fait apparaître cette notion dans leurs remarques et, sauf une fois, la notion de scénario n'est pas explicite.

Par ailleurs, il est tout à fait intéressant de constater le nombre élevé de remarques concernant l'organisation ergonomique du produit

Pour conclure notre atelier, nous avons voulu donner un exemple de scénario d'apprentissage à partir d'un exercice de LiliMini dans la partie Dessins géométriques, le chapitre Perpendiculaires et parallèles.

Mots clés

Logiciel, tutoriel, fermé

---

[i] www.chrysis.com
[ii] http://lilimath.free.fr/lilimini/
[iii] http://www.generation5.fr/

QUELLES MATHÉMATIQUES FAIRE VIVRE À L'ÉCOLE ?
QUELS OUTILS POUR LA FORMATION DES MAÎTRES ? LE CAS DE L'ENSEIGNEMENT DES SOLIDES

Jean-Claude Aubertin, Yves Girmens,
Claude Maurin, Louis Roye
Formateurs en IUFM, membres de la Copirelem

Ce texte présente le compte-rendu d'un atelier proposé par la Copirelem pour associer les participants du colloque à une réflexion que la commission a engagée sur le thème :
« Quelles Mathématiques faire vivre à l'école ? Quels outils pour la formation des maîtres ? ».

L'objectif de l'atelier est, dans un premier temps, de présenter l'amorce de la réflexion de la Copirelem sur ce sujet puis dans un deuxième temps, de recueillir les contributions des participants à propos de l'enseignement des solides à l'école primaire, vue sous l'angle de la problématique de l'atelier.

Contenu de l'article

1- Présentation aux participants des trois orientations dans lesquelles, d'après la Copirelem, s'inscrivent les apprentissages mathématiques : ***La rationalité et le raisonnement, l'apprentissage culturel, l'intégration sociale et l'apprentissage à la citoyenneté.***

L'atelier se propose de commencer à étudier de quelle manière l'apprentissage des mathématiques, à propos des solides, peut contribuer, à la fois de façon spécifique mais aussi universelle, à développer des compétences relevant de ces trois orientations.

2- Description du déroulement de l'atelier

- Identification par les participants des composantes en matière d'apprentissage qui peuvent relever de ces trois orientations.
- Présentation par les animateurs d'un inventaire de ces composantes, élaboré par la Copirelem lors de leur réflexion initiale.
- Réflexion des participants visant à expliciter et spécifier les divers aspects relatifs à ces trois orientations proposés par les animateurs, sur l'enseignement des solides.

3- Présentation des aspects d'apprentissage rattachés aux différentes orientations que les participants ont identifiés lors du travail en groupes.

4- Présentation d'une grille d'analyse détaillant ces aspects, puis mise en commun du travail effectué, par petits groupes, en s'appuyant sur cette grille.

Exploitations possibles

- Affiner les raisons d'être de l'enseignement des mathématiques à l'école pour soi-même, en tant que formateur et dans la perspective d'alimenter un argumentaire utile pour les débats auxquels tout formateur est amené à prendre part.
- Mieux cerner les enjeux de l'enseignement des mathématiques et identifier des situations et des activités d'apprentissage en relation avec ces enjeux.
- Réfléchir à des stratégies, des outils et des situations de formation des maîtres.

Mots clés

Enjeux, sens, finalités de l'enseignement des mathématiques

LIRE ET ECRIRE DES ÉNONCÉS DE PROBLÈMES

Serge Petit
Professeur de Mathématiques, IUFM d'Alsace
Annie Camenisch
Maître de Conférences Lettres, IUFM d'Alsace

Comment favoriser une meilleure compréhension des énoncés de problèmes à partir d'un travail explicite sur la langue en mathématiques ?
Quel travail de lecture et d'écriture mener à partir des énoncés de problèmes ?
Comment articuler le travail en mathématiques avec le travail en langue ?

De l'école primaire au collège, il semble évident que certaines difficultés des élèves en mathématiques sont souvent dues à des problèmes de lecture. Forts de ce constat, nous avons expérimenté une séquence dans une classe de CE2-CM1 (Classe de Mme Carole Brach à Herrlisheim) visant à articuler les mathématiques avec la maîtrise de la langue. La démarche mise en place tient davantage du tâtonnement que de l'expérimentation scientifique, même si elle prend ses fondements théoriques dans la didactique des mathématiques et du français[1].

L'objectif de notre travail, qui prend appui sur les problèmes additifs, est de rendre les élèves capables de mieux lire des énoncés de problèmes, de mieux les comprendre pour mieux les résoudre, une des compétences spécifiques attendues dans la maîtrise de la langue étant de *« lire correctement une consigne d'exercice, un énoncé de problème »* [2] . Une autre compétence majeure attendue en fin de cycle 3 en mathématiques, puisqu'elle l'est déjà en fin de cycle 2, est que les élèves soient capables de résoudre des problèmes additifs à une transformation, *« de déterminer, par addition ou soustraction, le résultat d'une augmentation, d'une diminution ou de la réunion de deux quantités »*[3] .

Cet atelier a placé les participants dans des conditions d'analyse, de production et de réflexion à propos d'énoncés de problèmes issus de la démarche expérimentée.

1. ANALYSER DES PRODUCTIONS D'ÉLÈVES

Dans l'atelier

<u>Objectif</u> : mettre en évidence les difficultés des élèves et émettre des conjectures quant à leurs origines.

La première étape consiste à analyser des productions d'élèves, soit deux séries de problèmes qu'ils ont essayé de résoudre sans autre consigne. Il s'agit de problèmes additifs présentant les mêmes triplets de valeurs numériques.

[1] Voir aussi, pour des documents plus complets dans le Bulletin Vert de l'APMEP n° 456, Janvier-Février 2005

[2] BOEN numéro spécial du 14 février 2002, programmes de l'école.

[3] Ibid.

Atelier A1 : Lire et écrire des énoncés de problèmes

L'intégralité des productions d'élèves a été soumise à la sagacité des participants qui ont été invités à relever les difficultés rencontrées par les élèves et à émettre des hypothèses sur leur origine.

MATH

Prénom : Sandrine

Classe : CE2-CM1

Première séance / Série A

Résous les problèmes suivants et écris la solution sur cette feuille.

Problème 1 : Avant la récréation, Augustus Gloop avait 17 bâtons de chocolat. Pendant la récréation il joue et perd 5 bâtons. Combien a-t-il de bâtons de chocolat après la récréation ?

17 - 5 = 12

Phrase de réponse : 17 - 5 = 12 il lui reste 12 bâton de chocolat

Problème 2 : Lundi soir, la température dans la cour de l'école était de 17 degrés. Pendant la nuit, elle a baissé de 5 degrés. Quelle température fait-il le mardi matin ?

17 - 5 = 12

Phrase de réponse : 17 - 5 = 12 il y a 12 degrés.

Problème 3 : A l'arrêt de la Mairie, 5 personnes descendent d'un bus. Après l'arrêt le même bus transporte 12 personnes. Combien de personnes le bus transportait-il avant l'arrêt ?

5 + 12 = 17

Phrase de réponse : il y a 17 persones dans le bus

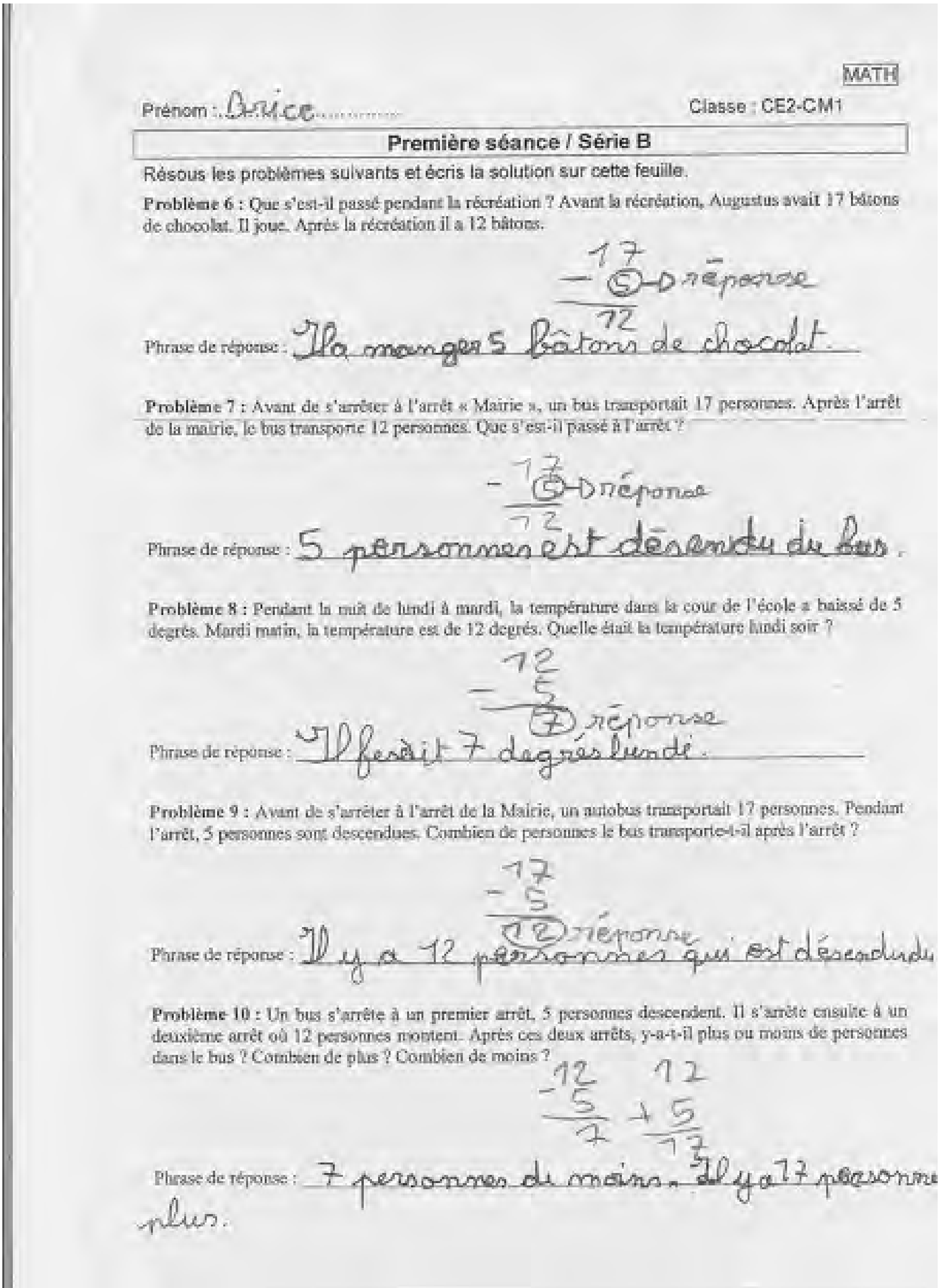
Problème 4 : Lundi soir la température, dans la cour de l'école, était de 17 degrés. Mardi matin, elle est de 12 degrés. Que s'est-il passé pendant la nuit ?

17 - 12 = 5

Phrase de réponse : La teraperatiore a Baisse de 5 degrés

Problème 5 : Augustus, qui avait inventé un jeu, joue une première partie. Il perd 5 bâtons de chocolat. Il joue ensuite une deuxième partie. Il gagne 12 bâtons. Après ces deux parties, Augustus a-t-il plus ou moins de bâtons qu'avant ces deux parties ? Combien de plus ou combien de moins ?

Phrase de réponse : on ne peux pas savoir. On ne sait pas combien il a des batons



MATH

Prénom : Brice………… Classe : CE2-CM1

Première séance / Série B

Résous les problèmes suivants et écris la solution sur cette feuille.

Problème 6 : Que s'est-il passé pendant la récréation ? Avant la récréation, Augustus avait 17 bâtons de chocolat. Il joue. Après la récréation il a 12 bâtons.

17 − 5 → réponse, 12

Phrase de réponse : Il a manger 5 bâtons de chocolat.

Problème 7 : Avant de s'arrêter à l'arrêt « Mairie », un bus transportait 17 personnes. Après l'arrêt de la mairie, le bus transporte 12 personnes. Que s'est-il passé à l'arrêt ?

17 − 5 → réponse, 12

Phrase de réponse : 5 personnes est désendu du bus.

Problème 8 : Pendant la nuit de lundi à mardi, la température dans la cour de l'école a baissé de 5 degrés. Mardi matin, la température est de 12 degrés. Quelle était la température lundi soir ?

12 − 5 = 7 → réponse

Phrase de réponse : Il fesait 7 degrés lundi.

Problème 9 : Avant de s'arrêter à l'arrêt de la Mairie, un autobus transportait 17 personnes. Pendant l'arrêt, 5 personnes sont descendues. Combien de personnes le bus transporte-t-il après l'arrêt ?

17 − 5 = 12 → réponse

Phrase de réponse : Il y a 12 personnes qui est désendu.

Problème 10 : Un bus s'arrête à un premier arrêt, 5 personnes descendent. Il s'arrête ensuite à un deuxième arrêt où 12 personnes montent. Après ces deux arrêts, y-a-t-il plus ou moins de personnes dans le bus ? Combien de plus ? Combien de moins ?

12 − 5 = 7 12 + 5 = 17

Phrase de réponse : 7 personnes de moins. Il y a 17 personnes plus.

Photos 1 : Deux exemples de productions d'élèves de chaque série. La classe était partagée en deux groupes chargés de résoudre les cinq problèmes d'une série. Les élèves les plus rapides pouvaient enchaîner sur la

De cette analyse des productions émergent des constats et des hypothèses :

Constats :

- problèmes 5 et 10 massivement échoués[4]
- problème 8 échoué à 50%
- autres problèmes massivement réussis

Hypothèses globales sur l'origine de quelques erreurs :

- différence d'habillage (les températures sont plus difficiles à se représenter)
- structure linguistique plus difficile (compréhension du « ou »)
- double question
- autre type de résolution dans les problèmes 5 et 10 que dans les précédents (problèmes à double transformation)
- ordre de passage des problèmes : « fatigue » de l'élève après la résolution de 4 problèmes
- articulation entre le langage naturel et le langage mathématique
- difficulté due au non respect de la chronologie

Une question a été soulevée d'emblée : comment ces problèmes ont-ils été fabriqués ?

Photo 2 : Analyse de problèmes par les participants à l'atelier A1

Dans la classe

Le but de cette phase de résolution de problèmes était de faire prendre conscience aux élèves que certains problèmes étaient plus difficiles que d'autres, et de leur permettre de trouver pourquoi. Le choix des mêmes valeurs numériques vise à éliminer d'entrée cette première cause, spontanément évoquée par les élèves.

[4] Il s'agit de problèmes à deux transformations, sans que l'état initial ne soit connu ; la question portant sur la comparaison de l'état initial et de l'état final.

Analyse : prendre conscience du rôle de la langue

L'échec en mathématiques ne provient vraisemblablement pas des mathématiques seules (que sont-elles seules ?), mais de la compréhension des énoncés, de la représentation que l'élève peut ou non se forger de la situation à la lecture d'un énoncé.

Or, les programmes insistent sur la nécessaire prise en compte de « la maîtrise du langage »[5] notamment dans le cadre des disciplines :

« La maîtrise du langage et de la langue française constitue l'objectif majeur du programme de l'école élémentaire. Elle donne lieu à des contenus spécifiques. Mais elle se construit aussi dans la transversalité de l'ensemble des apprentissages. »[6]

Cela impose, tant pour les élèves que pour les enseignants :

- d'analyser des productions d'élèves afin de savoir d'où on part, de mieux repérer les difficultés rencontrées par les élèves, tant en lecture et compréhension d'un énoncé, que du point de vue des mathématiques sous-jacentes.
- d'analyser les textes des énoncés pour ce qu'ils sont (des textes d'un type bien particulier), afin de les étudier en tant que textes et de repérer les difficultés éventuelles inhérentes à la langue.

2. CLASSER SELON PLUSIEURS CRITÈRES

Dans l'atelier

Objectif : faire émerger différents classements possibles en montrant que certains d'entre eux peuvent produire des axes de travail intéressants, susceptibles de modifier les performances des élèves en compréhension des énoncés et donc en résolution de problèmes.

Cette deuxième étape a consisté à classer les énoncés de trois manières différentes pour chacun des groupes, en précisant dans chaque cas le critère de classement (excluant explicitement la classification des problèmes additifs selon Gérard Vergnaud[7]) et en proposant des pistes pédagogiques.

Un certain nombre de « critères » ont ainsi été collectés :

- temporalité : ordre des faits différents de l'ordre chronologique
- congruence : ordre de résolution, mots inducteurs d'opération (a baissé, augmente)
- place de la question
- chronologie : marqueurs temporels
- situations : chocolats, température, transport
- structure du récit
- longueur du scénario
- question induisant une opération ou un choix à faire
- nombre de questions
- nature de la question (ouverte ou fermée)
- opération à réaliser (addition, soustraction)

[5] Il n'est donc pas mathématiques à proprement dit.
[6] Ibid.
[7] En effet, elle apparaît « spontanément » dans tous les groupes.

- nombres identiques utilisés

Ces relevés ont permis de tracer en pointillés quelques pistes de travail exploitée par la suite.

Dans la classe

Les élèves ont retenus trois classements, par ordre préférentiel :

- situation
- résolution par addition ou par soustraction
- résultat final

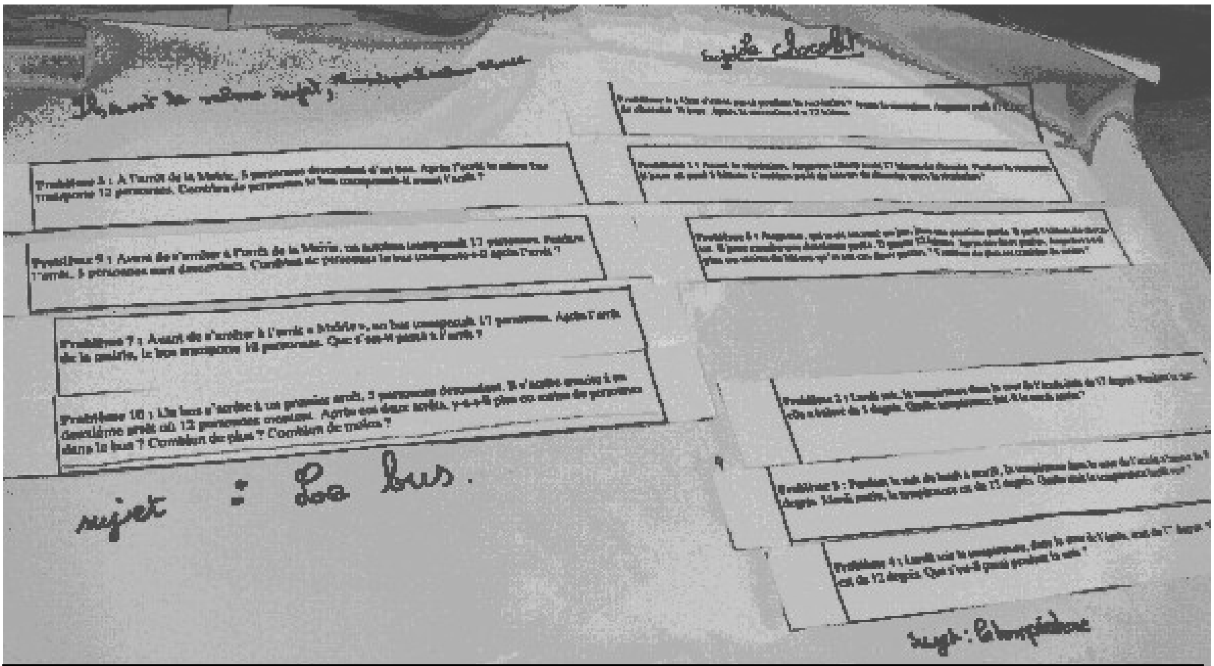


Photo 3 : Les élèves classent volontiers les énoncés par « situation », racontant des histoires de bus, de température ou de chocolat…

Analyse : faire émerger la notion d'histoire

L'activité de classement contraint les élèves à mieux observer les énoncés de problème et donc à mieux les lire. Ce travail est conseillé par les instruction officielles : *« quelques techniques d'exploration du langage doivent être régulièrement utilisées : classer (des textes, des phrases, des mots, des graphies) en justifiant les classements réalisés par des indices précis »*[8].

Cependant, cette activité n'a pas fait apparaître un classement important, celui par « histoire ». Ce classement, qui repose sur la représentation de la situation évoquée par l'énoncé, est essentiel pour la résolution car il rétablit la chronologie événementielle.

Afin de la faire émerger, il est nécessaire de passer par un détour qui consiste, à partir de quelques énoncés choisis, à produire puis à comparer des textes sous contraintes : ordre chronologique, présence de toutes les données contenues dans l'énoncé (incluant la réponse à la question posée). Cette production de textes impose de *« manipuler des unités linguistiques (mots, phrases, textes), c'est-à-dire [de] savoir*

[8] BOEN spécial du 14 février 2002

effectuer certaines opérations de déplacement, remplacement, expansion, réduction d'où apparaîtront des ressemblances et différences entre les objets étudiés. »[9].

Dans la classe

Cet « exercice de style »[10] conduit à des histoires utilisant un scénario identique dont seuls les détails inventés et la mise en mots diffèrent. Une fois dépouillés des informations supplémentaires ajoutées par les élèves, les différents textes ainsi comparés montrent à l'évidence que plusieurs énoncés sont sous-tendus par la même histoire. Ce sont des manipulations sur la langue qui font jaillir cette « évidence ».

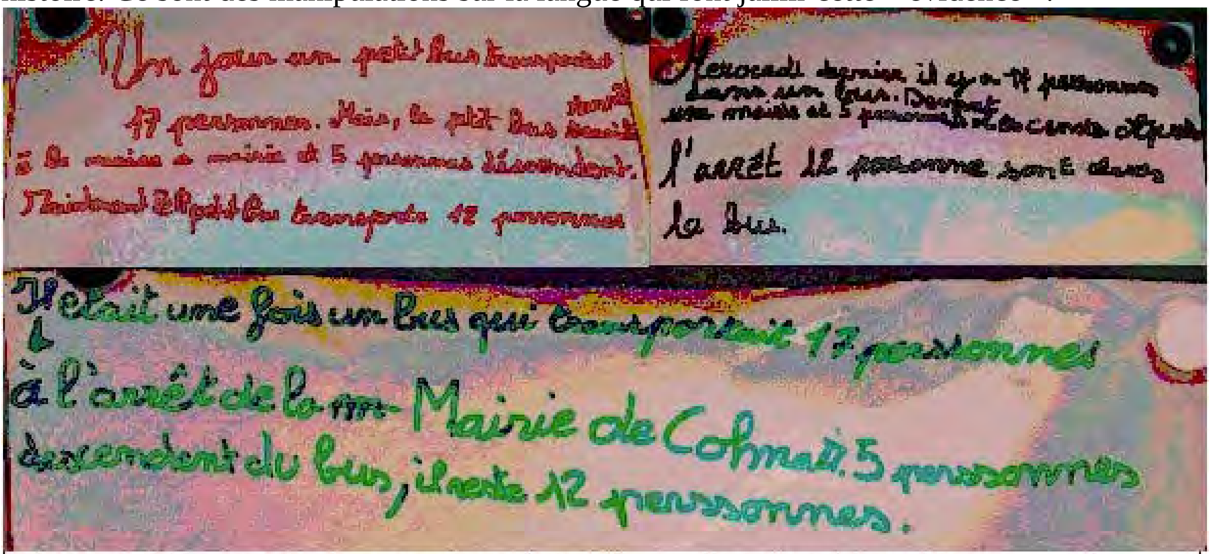


Photo 4 : Trois histoires de bus, issues de trois problèmes différents… Il est désormais impossible de retrouver le problème d'origine…

La conclusion qui s'impose montre qu'à partir d'une même histoire il est possible d'élaborer plusieurs énoncés de problèmes et ce constat conduit tout naturellement à l'analyse de la manière dont les énoncés sont produits.

3. FABRIQUER DES ÉNONCÉS DE PROBLÈMES

Dans l'atelier

Objectif : expliciter la démarche mettant en évidence la fabrication d'énoncés de problèmes et faire fabriquer les énoncés de problèmes relatifs à une histoire.

Notre pari au niveau de l'école pourrait s'appuyer sur cette citation de GUILLEVIC[11] :

Tu sais qu'en écrivant
Tu vas apprendre

Le passage par l'écriture d'énoncés de problèmes peut contribuer à améliorer la lecture et la résolution de problèmes de même nature.

---

[9] ibid.

[10] Les histoires d'autobus ont bien inspiré les *Exercices de style* de Raymond Queneau (Edition illustrée chez Gallimard Jeunesse, 2002). Rien n'empêche de faire de cette activité un atelier d'écriture à visée d'abord ludique, avant d'en venir à une exploitation plus utilitaire.

[11] *Art Poétique*, *Poésie* / Gallimard, 1989.

Le domaine qui a été choisi, celui des problèmes additifs à une seule transformation, permet d'écrire des histoires « simples », simples parce qu'elles ne mettent en jeu que trois périodes :

- une période initiale, celle précédant une transformation ou « avant »,
- la période de la transformation ou « pendant »,
- la période finale, celle suivant la transformation ou « après »,

et qu'elles sont dépouillées de toutes données et informations inutiles (ou presque). Ces « histoires » peuvent donc s'écrire dans un court récit chronologique composé de trois phrases « simples ».

Mais la simplicité des phrases et des histoires ne doit pas dissimuler la complexité de la tâche qui consiste à écrire un texte aussi particulier que l'énoncé de problème. En effet, le problème qui se pose alors est de savoir comment, à partir d'une histoire, fabriquer un tel énoncé.

Dans la classe

Le travail précédent qui a consisté à mettre en évidence l'histoire sous-jacente aux trois énoncés a permis de retenir les règles suivantes, formulées par les élèves.

Pour fabriquer un énoncé de problème du type traité :

- On invente une histoire.
- On change l'ordre du temps.
- On connaît la réponse et on efface une des données, c'est là qu'on met la question.
- On peut alors rédiger la question.
- On vérifie que les phrases sont bien écrites, c'est-à-dire en bon français.

La procédure a été formalisée et rendue plus explicite par l'utilisation d'affiches de couleurs. Chaque phrase (correspondant à une période) est copiée sur une affiche de couleur : bleu pour « avant », blanc pour « pendant », rouge pour « après ».

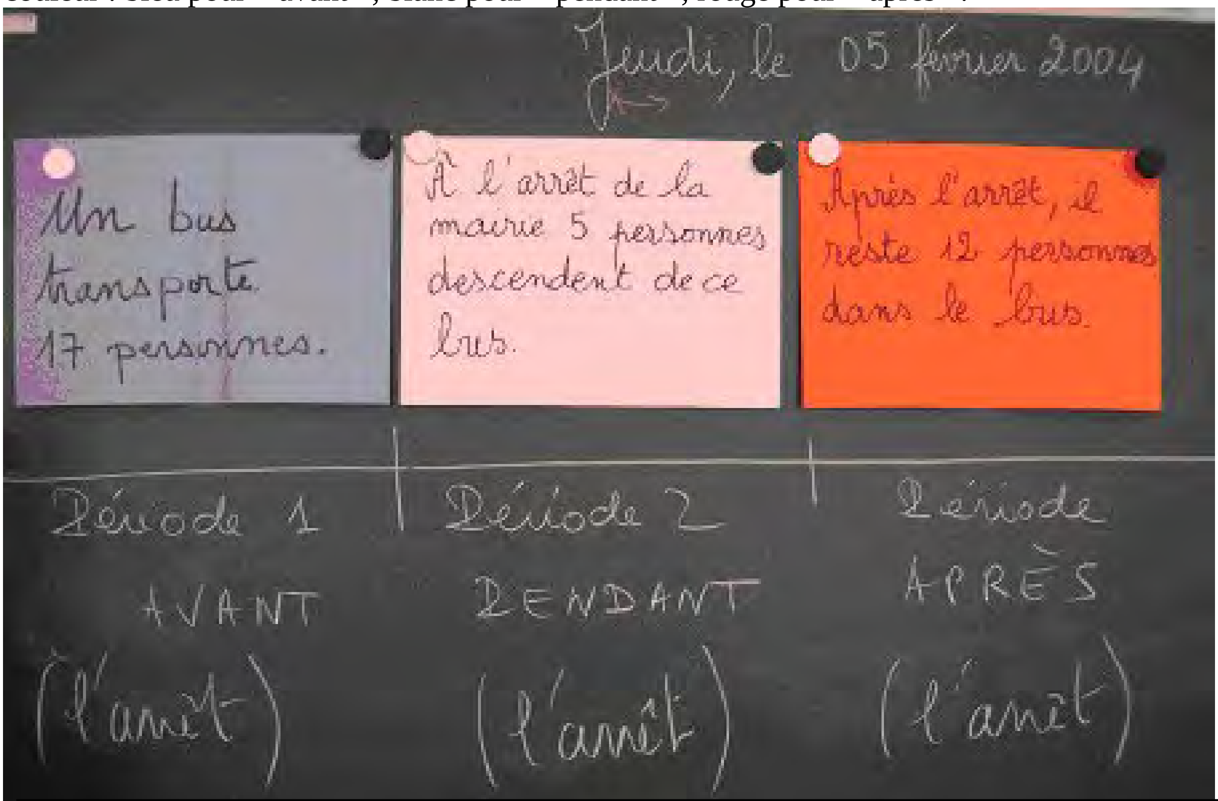


Photo 5 : Le jeu des couleurs ou « drapeau » (bleu, blanc, rouge) permet de mettre en évidence les différentes périodes.

Il suffit à présent de permuter les affiches pour visualiser la modification de la chronologie, de cacher une des données et d'ajouter un point d'interrogation.

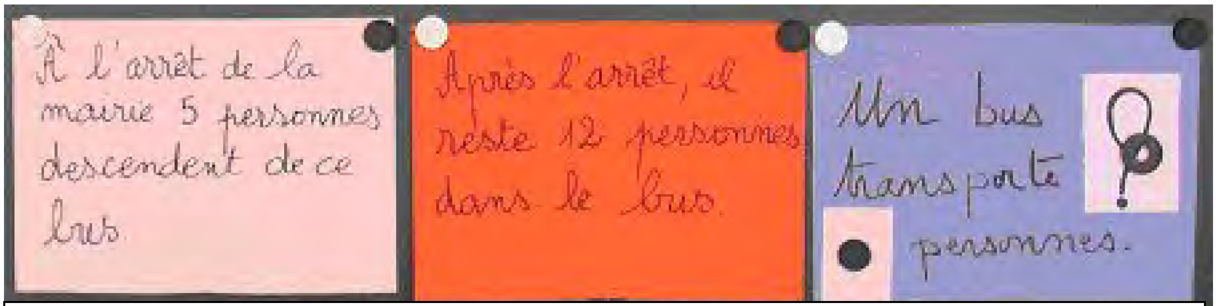


Photo 6 : Le jeu des couleurs ou « drapeau » (blanc, rouge, bleu) facilite le repérage de la chronologie.

A chaque histoire correspondent six énoncés dans lesquels la question porte sur la dernière période exprimée ; dix-huit si la place de la question varie.

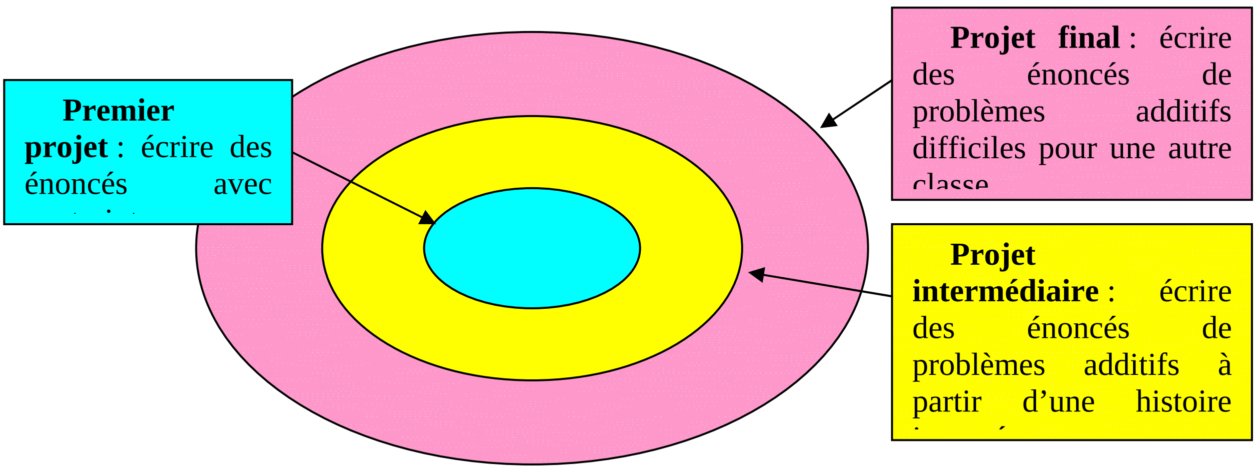
Cette manipulation met en évidence les modifications nécessaires pour rétablir la cohérence textuelle : changements de déterminants, de substituts, de marqueurs temporels (« petits mots », temps des verbes), transformation d'une phrase déclarative en phrase interrogative. Il s'agit alors d'un travail d'écriture nécessitant des apprentissages très précis ou des réinvestissements dans le domaine de la maîtrise de la langue.

4. DÉVELOPPER LA MAÎTRISE DE LA LANGUE

Dans l'atelier

Objectif : Expliciter la démarche du projet d'écriture et proposer une articulation avec le travail en mathématiques.

Produire les énoncés correspondant aux contraintes d'ordre (de « drapeaux ») et de position de la question oblige l'élève à un travail sur la langue. Le travail de production d'énoncés de problèmes va donc tout naturellement s'inscrire dans un projet d'écriture, et même dans plusieurs projets gigognes (rédiger des énoncés avec la contrainte d'une histoire et d'un drapeau, rédiger des problèmes additifs à partir d'une histoire inventée, rédiger des énoncés difficiles pour une autre classe).



Chaque projet d'écriture suit une démarche qui passe par les étapes suivantes :

- écriture d'un premier jet (différentes productions se sont succédées avec des sujets différents, d'abord collectivement, puis par groupes, enfin individuellement)
- confrontation des écrits produits, avec tentative de résolution des problèmes inventés et première évaluation par les élèves eux-mêmes (repérer ce qui ne va pas, si la contrainte a été respectée…)
- analyse collective et individuelle des dysfonctionnements dans les productions,
- établissement à partir des analyses collectives d'une grille de « vérification » qui devient grille de relecture, puis d'évaluation (il est essentiel que cette grille, modulable, ait été réalisée avec les élèves)
- remédiation différenciée pour les élèves qui ne parviennent pas à réviser leur écrit
- lecture d'énoncés de problèmes du même type afin d'en tirer les caractéristiques
- activité décrochée d'observation réfléchie de la langue par exemple sur la syntaxe de la phrase interrogative en mathématiques (différentes formulations possibles des questions, en utilisant « combien » ou « quel »…)
- écritures et réécritures à l'aide de la grille de relecture intégrant explicitement les apprentissages réalisés en observation réfléchie de la langue

Contrairement au projet d'écriture littéraire où les phases de réécriture consistent à modifier afin de l'améliorer un seul écrit, le projet d'écriture autour des énoncés de problèmes additifs se déroule sur plusieurs énoncés avec des habillages différents, intégrant les apprentissages réalisés dans les précédents, notamment au niveau des structures.

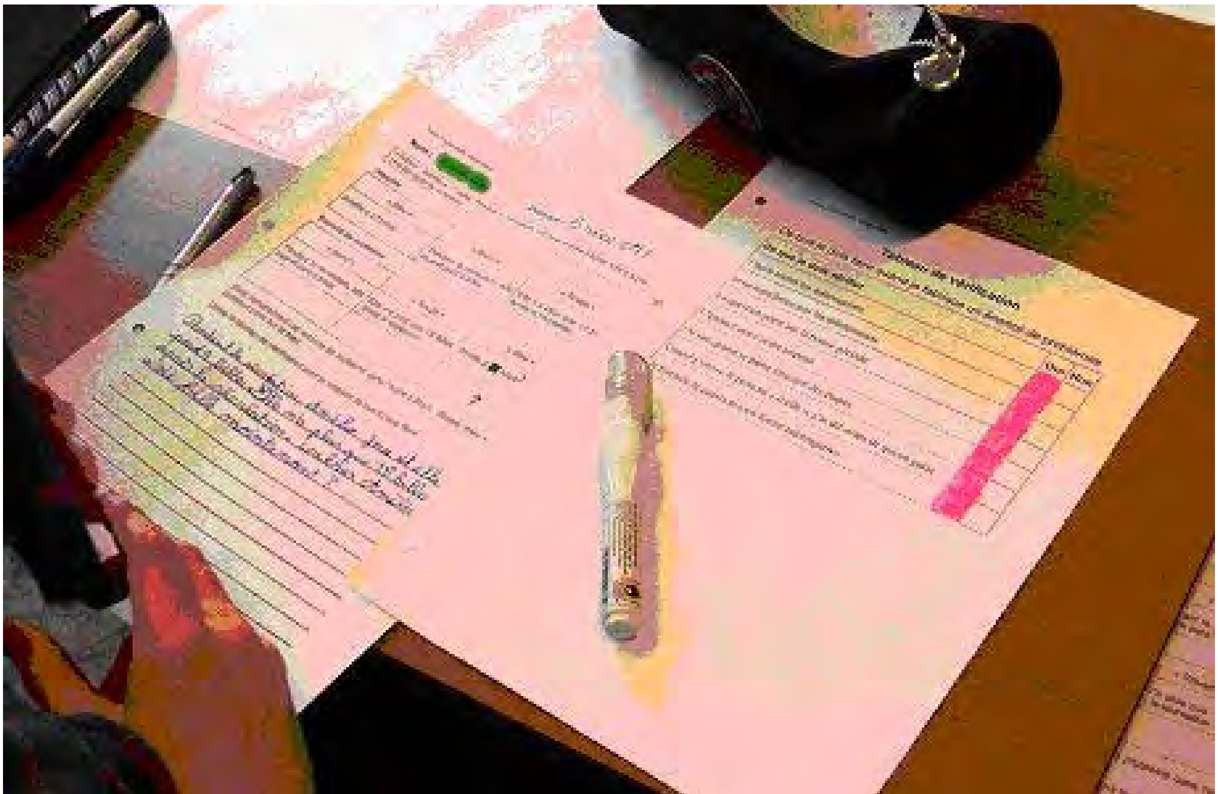


Photo 7 : Production d'élève et tableau de « vérification » des erreurs.

Renvois aux textes officiels

Un travail explicite sur la lecture et l'écriture prend sa place en mathématiques comme le stipulent les programmes du cycle 3 : « *l'enseignement de la lecture et celui de l'écriture sont d'abord, au cycle 3, rattachés aux grands domaines disciplinaires définis par le programme. On lit, on écrit de la littérature, de l'histoire, de la géographie, des sciences, etc*. »

Une partie des activités sur la langue s'inscrit directement dans les périodes réservées aux mathématiques (la rédaction de l'histoire sous-jacente à un problème, la comparaison des textes, quelques ajustements rapides grammaticaux ou orthographiques…) comme le précisent encore les programmes : « *Un temps significatif de chacun d'entre eux [champs disciplinaires] devra être consacré à l'apprentissage du parler, du lire et de l'écrire dans le contexte précis des savoirs et des types d'écrits qui le caractérisent*. »[12]

Une autre partie des apprentissages sera réalisée sous forme d'activités dites « décrochées », par exemple en observation réfléchie de la langue française. Le cas de la formulation des questions, aspect fondamental en mathématiques, puisqu'il permet de mieux cerner l'objet de la question, a été traité de cette manière. L'essentiel est cependant de réinvestir explicitement les apprentissages ainsi réalisés sur la langue dans les projets d'écriture : *« Les connaissances acquises dans les séquences consacrées à la grammaire sont essentiellement réinvesties dans les projets d'écriture (quel que soit l'enseignement concerné). […] La familiarisation acquise avec les structures de la langue permet aussi de résoudre certains problèmes de compréhension face à des textes plus complexes. »*[13]

EN GUISE DE CONCLUSION TRÈS PROVISOIRE

L'atelier a suscité bien des questions et ouvert de nouvelles perspectives de travail. Ainsi, de nombreux participants se demandaient jusqu'où le travail d'écriture permettait de répondre à la fois aux problèmes d'ordre mathématique et à ceux liés à la maîtrise de la langue, c'est-à-dire si le travail sur la langue favorisait une meilleure résolution des problèmes de mathématiques, quels qu'ils soient, et si la démarche d'observation était transférable à des problèmes autres que les problèmes additifs.

[12] BOEN spécial du 14 février 2002
[13] ibid. p 64

RÉSOLUTION DE PROBLÈMES EN CM2 : VARIATIONS AUTOUR D'UNE SÉQUENCE ERMEL

Thierry Bautier, Ghislaine Gueudet, Hélène Hili, Erik Kermorvant, Typhaine Le Méhauté, Gabriel Le Poche et Mireille Sicard.
IUFM de Bretagne

Résumé :
A partir d'une critique d'une séquence d'ERMEL, réflexions sur les aides à apporter, sur la pertinence des schémas, du recours à du matériel, le passage à l'écriture, sur la différenciation et sur l'utilisation d'un logiciel adapté.

INTRODUCTION

L'origine de cet atelier est un travail mené dans le cadre du séminaire de didactique des mathématiques de l'IUFM de Bretagne. Aussi il nous semble intéressant de présenter brièvement le principe de ce séminaire[1]. Celui-ci, qui est ouvert à tous, comporte une séance mensuelle d'une durée de trois heures. Certaines séances sont consacrées à des présentations de recherches par des intervenants extérieurs, et les autres à un travail en commun des participants (qui sont pour la plupart des formateurs en mathématiques).

Lors de l'atelier organisé à Foix, nous avons proposé aux participants de reprendre la démarche qui a été la nôtre dans la partie « groupe de travail » du séminaire au cours de l'année 2003-2004.

Notre questionnement s'inscrit dans le thème de l'aide à la résolution de problèmes. De nombreux travaux, parmi lesquels nous retenons plus particulièrement (Julo, 1995, 2001), (Coppé et Houdement, 2002) ont permis d'avancer dans la réflexion sur ces aides. Ils ont suggéré une classification des aides, et mis en évidence la complexité de la question. Pour un problème ou un type de problèmes donné, quels éléments vont pouvoir constituer une aide, et pour quels élèves ? Comment l'enseignant pourra-t-il intervenir auprès d'un élève bloqué sur un problème, et que pourront faire les autres élèves pendant ce temps ? Voilà le type de questions que nous avons proposé aux participants de l'atelier.

[1] Ce séminaire qui se déroule depuis septembre 2002 a été initié par Gérard Sensevy, Gérard Perrot et Ghislaine Gueudet. Sa mise en place a été activement soutenue par la direction de l'IUFM de Bretagne, dans le cadre d'une formation de formateurs centrée sur la recherche. Il est désormais intégré à la deuxième année d'un mastère recherche.

I. POINT DE DÉPART : DES QUESTIONS SUSCITÉES PAR UNE SÉQUENCE ERMEL

Notre point de départ était la séquence ERMEL CM2 intitulée « le mobilier de l'école » (voir en **annexe 1** l'extrait de manuel correspondant). Cette séquence débute par la résolution du problème suivant :

Le mobilier de l'école
Une entreprise expédie trois chargements de 300 kg chacun pour équiper en mobilier une école.
Le premier chargement contient 15 tables et 30 chaises.
Le second contient 25 tables.
Le troisième contient 10 tables, 20 chaises et 5 armoires.
Combien pèse une chaise, une table, une armoire ?

Ce problème présente de manière évidente plusieurs difficultés pour les élèves. Ceux-ci doivent tout d'abord bien comprendre l'énoncé, et notamment le fait que chacun des trois chargements pèse 300 kg. Ils doivent ensuite réaliser qu'il est préférable de commencer par fle deuxième chargement, qui permet de déterminer le poids d'une table (cette démarche n'est pas absolument indispensable : il est possible de procéder par essais et erreurs, mais ici les valeurs numériques rendent improbable la réussite d'une telle procédure). Les élèves peuvent ensuite se heurter à des difficultés de calcul. Lorsqu'ils ont trouvé le poids d'une table, ils doivent alors d'une part comprendre qu'ils peuvent réinvestir cette information dans chacun des deux autres chargements ; et d'autre part choisir le premier chargement, qui leur permet de déterminer le poids d'une chaise. Peu d'élèves de CM2 réussissent d'emblée ce problème, et la séquence décrite par ERMEL prévoit donc diverses modalités d'aide à l'intention des autres élèves. Ceci nous a conduits à proposer aux participants les consignes suivantes, pour le début de l'atelier :

- Repérer les aides prévues par ERMEL ;
- Faire l'analyse critique d'au moins une de ces aides ;
- En proposer d'autres (le temps de l'atelier n'a pas permis aux participants de travailler sur cet aspect).

Voici une rapide synthèse des aides relevées par les participants et de leurs commentaires.

- *Lors la présentation du problème, le maître précise que les poids des objets sont les mêmes dans les différents chargements. D'une part, cette précision pourrait être apportée par les élèves eux-mêmes. D'autre part, ne risque-t-elle pas de « tuer » certaines procédures, comme celle par essais et erreurs ?*
- *A la fin de la présentation du problème, le maître précise : « quand vous faites un calcul, vous expliquez à quoi il correspond ». On peut se demander ici s'il s'agit plutôt d'une aide méthodologique ou d'une nouvelle exigence, qui peut engendrer des difficultés pour certains.*
- *Lors de la reprise collective qui suit une courte recherche individuelle du problème, les « bon élèves » doivent montrer aux « mauvais élèves » ce que l'on doit chercher en premier, pour obtenir une solution partielle. Ainsi ce ne sont pas les élèves eux-mêmes qui amènent la question de ce que l'on doit chercher en premier, ce que l'on peut regretter. De plus cette modalité de traitement des réponses erronées : exposition par les élèves qui ont mal commencé de leur démarche, qui sera corrigée par ceux qui ont bien commencé, pose problème.*
- *A la fin du temps de reprise collective, on doit écrire au tableau : « on cherche le poids d'une table en utilisant l'information 25 tables pèsent 300 kg ». Il s'agit en fait d'une nouvelle consigne, à laquelle l'élève est obligé de répondre. Est-ce que*

cette consigne peut aider les élèves à réinvestir cette démarche dans la suite du problème ?

- *Après l'étape de reprise collective, les élèves qui n'avaient pas bien commencé doivent travailler en groupe de deux, et se mettre d'accord. On peut se demander si cette modalité de travail peut réellement amener à un déblocage.*
- *ERMEL suggère de fournir des schémas à certains élèves. Mais la nature de ces schémas n'est pas précisée, elle doit être décidée par le maître. Est-ce qu'un tel schéma apporté extérieurement et non produit par l'élève est réellement susceptible de débloquer la situation ? Cependant cette aide semble potentiellement intéressante à certains participants, qui suggèrent plus généralement de travailler sur des représentations du problème.*

Notre propre étude des aides proposées par ERMEL nous avait conduits à des constats proches de certains de ceux mentionnés ci-dessus. Nous avons ainsi étudié en particulier la question de l'emploi de schémas (présentée ici en partie II), celle du recours à du matériel (partie III), et du passage à l'écriture (partie IV). D'autre part, nous avons souhaité examiner d'autres modalités d'aides conduisant à des variations de la séquence ERMEL. Nous avons retenu ici le recours à du matériel, la mise en place de scénarios permettant un travail en autonomie d'une partie des élèves (partie V), l'un de ces scénarios reposant sur l'emploi d'un logiciel spécifiquement conçu pour cette séquence (partie VI). Lors de l'atelier, les participants se sont répartis en sous-groupes qui se sont chacun penché sur l'un de ces aspects. En plus des brefs résumés de ces sous-ateliers qui vont suivre, le lecteur intéressé pourra trouver sur le CD-Rom des versions longues des présentations de chaque sous-atelier.

II. SCHÉMATISATIONS ET RÉSOLUTION DE PROBLÈMES.

Dans l'activité « le mobilier de l'école » une aide sous forme de schéma est évoquée, ainsi il est écrit à la page 88 (ERMEL CM2) :

« *une aide sous forme de schéma représentant les différents chargements (répétition de 300 kg pour chaque chargement) permet de « débloquer » certains élèves* ».

Il n'y a pas de précision sur le schéma que l'enseignant peut employer. De plus, l'utilité d'un tel schéma renvoie à la question générale du rôle des schémas dans la résolution de problèmes. Il est bien connu que cette question est problématique (voir par exemple Julo (1995), Pfaff (2003)).

Nous avons voulu contribuer à l'étude de cette question en considérant deux cas :

- Le schéma est fourni
- Le schéma doit être produit par l'élève

II.1 Influence du schéma lorsqu'il est fourni dans l'énoncé du problème

Une première question pouvait être posée :

Quel schéma peut-on fournir aux élèves lors de la résolution du problème « le mobilier de l'école » ?

Avec les participants de l'atelier, il nous est apparu que dans le cas présent, il était réellement délicat de trouver un schéma aidant à la représentation et la résolution de ce problème.

Dans une des classes qui ont expérimenté la situation « mobilier de l'école », l'enseignant a fourni aux élèves en difficulté un schéma, donné en **annexe 2**.

Les élèves qui n'avaient pas réussi à commencer la résolution du problème n'ont pas nettement progressé avec ce schéma sous les yeux ; ces élèves ne sont pas allés au-delà du poids d'une table, ce qui correspond au calcul de la première valeur à déterminer.

Ceci pose la question de l'efficacité d'un schéma fourni aux élèves, du moins pour ce problème.

Nous avons poursuivi l'étude de l'influence d'un schéma fourni en utilisant un problème de type « deux équations à deux inconnues » pour lequel on peut penser que le dessin peut être une aide. Nous avons mené cette expérimentation avec dix classes de CM1 et de CM2 (soit 244 élèves en tout).

Le problème de départ était le suivant :

Enoncé A

Caramels et sucettes

Deux camarades Stéphanie et Emilie vont à la boulangerie.
Stéphanie achète 3 caramels et 1 sucette.
Stéphanie paie 65 centimes.
Sa camarade Emilie achète 2 caramels et 1 sucette.
Emilie paie 55 centimes.
Quel est le prix d'un caramel ? Quel est le prix d'une sucette ?

Dans chaque classe, la moitié des élèves avait l'énoncé tel quel (énoncé A), et l'autre moitié un énoncé comportant en plus des dessins (énoncé B, voir **annexe 3**).

Il est à noter que chez les élèves qui n'ont pas eu de dessin fourni dans l'énoncé du problème, pratiquement aucun n'a eu recours à la représentation imagée spontanée.

Si l'on analyse ce problème du point de vue mathématique, on s'aperçoit que les élèves ont à utiliser la soustraction dans un cadre peu habituel pour eux. On peut faire l'hypothèse que le fait de visualiser les confiseries à acheter aura un effet positif sur la résolution du problème ; au moins pour calculer le prix d'un caramel. Voici les résultats obtenus pour ce problème ; nous avions demandé aux enseignants des classes de répartir leurs élèves en « bons », « moyens », « en difficulté », en ce qui concerne les mathématiques.

Pourcentages de réussite au problème « caramels et sucettes »

	Bons élèves	Elèves moyens	Elèves en difficulté
Avec dessin	72,5%	40,4%	24,1%
Sans dessin	69%	41,1%	24%

Les résultats montrent que la présence d'un dessin dans l'énoncé du problème proposé n'a pas d'influence sur la réussite des élèves lors de sa résolution. En particulier, le fait de fournir un dessin aux élèves en difficulté n'est pas une aide pour ceux-ci (ce que montre un test de χ^2 appliqué au tableau ci-dessus).

II.2 La schématisation par les élèves pour mieux appréhender un problème :

Une deuxième question se pose :

Comment introduire le schéma dans les productions des élèves, quel rôle aura ce schéma ?

Avec les participants de l'atelier, nous avons classé les schémas en plusieurs types :

- *schéma spontané*
- *schéma imposé par la consigne*
- *schéma donné dans le texte de l'énoncé*

Et on peut ensuite s'interroger sur le rôle de ce schéma

- *schéma qui aide à la représentation*
- *schéma qui aide à la résolution*
- *schéma qui illustre la solution*
- *schéma qui n'est d'aucune utilité*

Notre idée de départ a été la suivante : soumettre aux 26 élèves d'une classe de CM2 un problème de trois équations à trois inconnues sans les inciter à schématiser quoi que ce soit, évaluer leurs productions, puis, leur soumettre le même problème deux mois plus tard en les obligeant à « faire un dessin ».

Aucun travail spécifique sur la résolution de ce type de problème n'a été fait auparavant par l'enseignant de cette classe. Les élèves de la classe choisie pour cette expérimentation n'étaient pas non plus habitués à résoudre des problèmes à l'aide de schéma. L'objectif était d'essayer de mesurer l'impact d'un dessin produit par l'élève lui-même sur sa résolution.

Cette façon de procéder peut être critiquée car l'énoncé du problème est inchangé entre les deux expérimentations ; on peut penser que certains élèves qui avaient réussi à résoudre le problème lors de la première expérience se souviendront des résultats numériques lors de la deuxième résolution. Cela n'est pas en soi un problème puisque notre but est d'évaluer l'effet d'une schématisation sur les élèves les plus en difficulté. Le problème choisi est le suivant :

Le matériel de géométrie

On a acheté du matériel de géométrie pour une classe : des carrés, des triangles et des disques.
2 carrés et 3 disques coûtent 70 centimes d'euro.
6 carrés coûtent 30 centimes d'euro.
3 carrés, 2 disques et 4 triangles coûtent 95 centimes d'euro.
Combien coûte un carré, un disque, un triangle ?

Ce problème a été donné une première fois tel quel, la consigne étant alors simplement de le résoudre.

On peut noter que seuls deux élèves ont spontanément produit un schéma : l'un pour obtenir le prix d'un triangle, l'autre pour illustrer son résultat.

Pour ce qui est de la deuxième expérimentation, nous avons donc repris le même problème. Nous l'avons aussi complété par deux nouveaux problèmes, dont l'analyse figure dans la version longue du compte rendu de cet atelier.

Les élèves avaient pour consigne de résoudre les problèmes dans l'ordre qu'ils voulaient, mais dans tous les cas ils devaient effectuer un dessin ou un schéma.

Les niveaux de réussite sont codés ainsi :

0	Rien
0,25	Choix de la première information pertinente
1	Première donnée numérique juste
1,25	Choix de l'information pertinente suivante
1,75	Réinvestissement de la donnée numérique déjà trouvée
2	Deux données numériques justes
2,75	Réinvestissement des deux données numériques trouvées
3	Toutes les données numériques sont trouvées

Nous donnons dans le tableau ci-dessous les effectifs d'élèves ayant atteint les différents niveaux, toujours en tenant compte de leur niveau en mathématiques estimé par l'enseignante, et en comparant la première expérimentation, a priori sans dessin, et la seconde.

Niveau atteint Epx1/exp2	Bons élèves	Elèves moyens	Elèves en difficulté	Total
0	0/0	1/0	4/4	5/4
1	2/0	2/1	0/0	4/1
1,25	0/0	0/0	1/0	1/0
1,75	0/0	1/0	0/0	1/0
2	0/1	1/0	0/1	1/1
2,75	1/0	3/0	0/0	4/0
3	6/8	3/10	1/1	10/19

Niveau « bons élèves » :

- pour les 6 élèves qui avaient déjà résolu le problème, le schéma est une réponse à la consigne, il ne représente pas toujours la situation et le problème semble avoir été reconnu et résolu de mémoire.
- pour les 3 autres élèves, le schéma a toujours représenté la situation, et il a permis des progrès dans la résolution.

Niveau « élèves moyens » :

- pour les 3 élèves qui avaient déjà résolu le problème, le schéma est une réponse à la consigne, il ne représente pas toujours la situation et le problème semble avoir été reconnu et résolu de mémoire.
- pour les 6 élèves qui ont résolu le problème seulement à la deuxième expérimentation, il est clair que le schéma a été une aide.
- pour le dernier élève, à la deuxième expérimentation une erreur de calcul sur le montant du disque n'a pas permis de déterminer les trois valeurs demandées mais le schéma a été une aide, a permis d'organiser les calculs correctement jusqu'à la troisième valeur comprise.

Niveau « élèves en difficulté » :

- pour les 4 élèves qui n'avaient pas démarré lors de la première expérimentation, le schéma n'a pas aidé à la résolution. Ces élèves n'ont pas su représenter la situation.
- pour 2 autres élèves, le problème a été bien résolu et le schéma a été une aide.
- un dernier élève de ce niveau avait résolu le problème lors de la première expérimentation. Son schéma représente bien la situation, mais le problème semble avoir été reconnu, résolu de mémoire et il y a eu une erreur dans une des valeurs.

Il est aussi à remarquer que 5 élèves, tous niveaux confondus, produisent un schéma qui fait apparaître les informations dans l'ordre où elles vont être utilisées.

II.3 Conclusion sur l'emploi de schémas

Le fait de demander aux élèves de produire un schéma ne semble pas avoir un effet bénéfique sur la résolution des problèmes présentés ici. En particulier, pour les élèves en difficulté, les productions font apparaître la difficulté à représenter de manière efficace un problème.

Un travail de longue haleine sur la réalisation de schémas, sur leur utilisation pour la résolution du problème doit être entrepris auprès des élèves dès le cycle 2 ; ce travail nécessaire a été également mis en avant par les collègues participant à l'atelier. De plus, l'idée de partir des productions des enfants (dessins, schémas etc.) de les analyser collectivement en classe afin de mettre en évidence les éléments pertinents et utilisables pour la résolution d'un problème a été unanimement retenue.

III. LE RECOURS À DU MATÉRIEL

Pour le problème « le mobilier de l'école » sous sa forme initiale, il semblerait difficile d'avoir recours à du matériel. C'est en revanche plus naturel pour des problèmes de structure analogue (c'est à dire qui peuvent se formaliser mathématiquement comme des systèmes linéaires à deux ou trois inconnues et deux ou trois équations) qui concernent des prix de bonbons, ou de matériel de géométrie, avec des valeurs numériques plus faibles.
Dans le cas de ces problèmes, nous faisons l'hypothèse que l'emploi de matériel peut aider les élèves, et même leur permettre de résoudre des problèmes non triangulaires. On peut penser a priori en particulier que l'emploi de matériel favorisera le développement de « procédures personnelles », selon la terminologie employée dans les programmes de 2002.

Nous avons travaillé dans deux classes afin de tester cette hypothèse, en distinguant le cas où le matériel peut être manipulé par les élèves, et le cas où le matériel est simplement montré.

III.1 LES ÉLÈVES, L'ENSEIGNANT, ET LA MANIPULATION.

Nous avons travaillé dans une classe de CM1-CM2 au mois de décembre. Trois séances ont eu lieu. Elles comportaient un temps de recherche en groupe de trois élèves. Dans tous les cas, on a fourni du matériel aux élèves. En fin de séance avait lieu une mise en commun qui se terminait par une correction au tableau. Quatre problèmes en tout ont été étudiés par les élèves. Il y a eu ensuite une évaluation individuelle, 5 mois plus tard.
Pour l'atelier, nous avions soumis aux participants un extrait de transcript dans lequel les élèves travaillaient sur le problème suivant :

Les bonbons
Je suis allé acheter des bonbons à la boulangerie, et je voudrais que vous me disiez combien coûte un bonbon. J'ai acheté des caramels, des frites, et des sucettes. Dans ce sachet il y a 3 sucettes, 3 frites et 3 caramels. Il coûte 1 euro et 5 centimes. Dans ce sachet il y a 3 sucettes. Il coûte 60 centimes. Dans ce sachet il y a 2 sucettes, 9 frites et 2 caramels. Il coûte 1 euro et 5 centimes.

Chaque groupe de trois élèves dispose de trois vrais sachets de bonbons, avec des étiquettes de prix. Cependant, les sachets dans lesquels sont placés les bonbons sont transparents. En conséquence, le réflexe naturel des élèves a été de compter les bonbons à travers le sachet, aucun n'a spontanément ouvert le sachet pour manipuler les bonbons. A cet égard, le choix de bonbons de type « frites » n'était pas très heureux non plus, car ces bonbons laissent sur les doigts du sucre en poudre…La mise en place d'une expérience « réelle » comporte de nombreuses difficultés d'organisation !

Nous observons plus particulièrement un groupe de 3 élèves : Carole, Pierre-Emmanuel (CM2) et Pierre (CM1). Ces élèves ont fait le tableau suivant :

1er sachet	2ème sachet	3ème sachet
1 € 05 cts 3 s 3 f 3 c	60 cts 3 s	1 € 05 cts 2 s 9 f 2 c
0,45	20cts - 1	0,65

Ils ont donc trouvé le prix d'une sucette, et réinvesti cette information dans les sachets 1 et 3 (on peut penser qu'ils auraient trouvé la solution si le problème avait été triangulaire).

En revanche ils n'ont pas ouvert les sachets.

L'enseignant intervient auprès de ce groupe ; en effet, il a pu constater qu'après une intervention de Carole : « il y a 3, 3, et 3 » faite en observant le tableau, les enfants sont bloqués dans la résolution. Il fait le choix d'ouvrir les sachets, et d'initier une manipulation. Les 9 frites et les 2 caramels du sachet *3* sont déposés sur un papier sur lequel il est écrit 65 centimes. A partir du sachet *1*, l'enseignant fait 3 paquets, contenant chacun 1 sucette, 1 frite, 1 caramel. On peut noter que ce ne sont pas les paquets que suggérait l'intervention de Carole. Pour le sachet *1*, les enfants ont déjà remarqué que comme une sucette coûte 20 centimes, 3 frites et 3 caramels coûtent 45 centimes. Après ces manipulations, un élève (se référant au premier sachet) dit « alors il faut diviser 45 par 3 ». Est-ce lié à la manipulation ? On ne peut pas l'affirmer. Une fois la division effectuée, l'enseignant conclut « une frite et un caramel, ça fait 15 centimes ». Pierre-Emmanuel se tourne alors vers les bonbons du sachet *3*, et désignant une frite et un caramel il dit « ça plus ça, ça fait 15 centimes ». L'enseignant continue à contrôler la manipulation, en mettant ces deux bonbons de côté. Ensuite l'élève fait de même avec la sucette et le caramel restants. Il retourne alors au calcul, et parvient à dire que 7 frites coûtent 35 centimes, et finalement, à trouver le prix d'une frite.

Nous n'avons donné ici que les grandes lignes de l'épisode de classe. Les participants de l'atelier, qui disposaient du transcript complet, ont remarqué que :

- *Les élèves n'ont pas tenté eux-mêmes de se lancer dans la manipulation. Ceci est peut-être dû en partie au choix d'un matériel inadapté, mais peut-être aussi aux habitudes en vigueur dans la classe.*

- *Ils avaient en revanche produit un tableau très structuré, montrant notamment le recours à un système d'ostensifs (Bosch, Chevallard 1999) pré-algébriques, avec les lettres employées pour désigner les bonbons. Ceci pose la question de l'intervention de l'enseignant, qui oblige les élèves à changer en faveur d'un ostensif de type matériel, moins élaboré. Il refuse de les laisser développer leurs propres représentations, ici en particulier à cause de l'objectif initial de la recherche.*
- *L'enseignant conditionne fortement les actions des élèves. C'est lui qui produit en fait toutes les manipulations. En conséquence, il s'est de plus consacré, à cause du dispositif choisi, à cet unique groupe. Pourquoi alors ne pas faire faire les manipulations délibérément par l'enseignant au tableau ?*

L'animateur a apporté les réponses suivantes :

- Au moment où il est intervenu, les élèves étaient bloqués. Leur tableau ne suffisait plus à avancer. Au cours de la discussion, Carole a suggéré de diviser par 6, lorsque l'on dispose de 3 frites et 3 caramels. Grâce au matériel, l'enseignant a pu très simplement lui faire prendre conscience de son erreur.
- Les interventions de l'enseignant étaient soigneusement contrôlées, et en particulier limitées à une action sur le milieu matériel. Ainsi le caractère adidactique de la situation est préservé.
- Les manipulations faites par l'enseignant au tableau ne peuvent en aucun cas avoir la même efficacité que les interventions « de proximité » qu'il a eues ici.

En fin d'année (le 11 mai), lors d'une évaluation menée avec le problème « le matériel de géométrie », les élèves ont obtenu les résultats suivants (les codes de réussite sont ceux qui ont été introduits dans la partie II) :

Niveau atteint	CM1	CM2
3	4	9
2	2	4
1	1	4
0	5	1

Ces résultats sont comparables à ceux que l'on a observés dans d'autres classes lorsque le problème « le matériel de géométrie » a été utilisé en tant que diagnostic initial, avant tout travail spécifique. Ils ne suffisent pas pour affirmer que les élèves ont réalisé un apprentissage spécifique lors des séances de décembre, bien que les enseignants aient eu l'impression d'un réel progrès. Un diagnostic initial aurait été nécessaire.

Certains élèves ont dit qu'ils avaient pensé aux problèmes de bonbons en travaillant sur le problème du matériel de géométrie. Est-ce l'emploi du matériel qui les a conduits à se souvenir de ces problèmes ? Il serait intéressant de mettre en place des situations permettant de tester cette hypothèse.

III.2. Matériel présenté au tableau

La seconde expérimentation a lieu dans une classe de CM2. Le problème sur lequel on a travaillé est le suivant :

Les Smarties et les Kit-Kat

J'ai 20 centimes, et comme je suis gourmande, je vais à la boulangerie pour acheter des bonbons.

Je prends une boîte de Smarties, et trois Kit-Kat. Je montre tout ça à la marchande et je lui donne les 20 centimes. Elle me dit : Il manque 6 centimes.

Je suis malheureuse, je vais tout ranger, puis il me vient une idée.

Je reprends une boîte de Smarties, et deux Kit-Kat. Je donne la pièce de 20 centimes à la marchande. Elle me rend 1 centime.

A votre avis, combien coûte le Kit-Kat, et combien coûte la boîte de Smarties ?

Tout cet énoncé est en fait mimé par l'enseignante pour l'ensemble de la classe. Elle colle le matériel correspondant sur le tableau, avec les prix, mais aucun énoncé écrit n'est distribué. Les élèves cherchent la solution individuellement, pendant que l'enseignante circule dans les rangs. En fin de séance une solution est élaborée collectivement.

On observe que tous les élèves ont mis en place des stratégies par essai et erreur. Le fait que le prix d'un Kit-Kat s'obtenait par une simple différence n'a été observé par aucun élève. Lors de la résolution commune, l'enseignante commence par demander le prix de chacun des deux « lots », mais même après cette première étape, on voit que les élèves continuent leurs essais.

Ici encore, les participants disposaient d'un transcript.

> *Ils ont fait remarquer que le fait que les deux lots soient apparents au tableau pouvait accentuer pour les élèves l'idée qu'il s'agissait de deux ensembles séparés, les empêchant ainsi de considérer le deuxième lot comme un sous-ensemble du premier.*
>
> L'animateur a lui-même signalé que dans une véritable situation d'achat, la cliente aurait simplement reposé un Kit-Kat, et la boulangère lui aurait rendu 6 centimes.

Dans la classe de CM1-CM2 citée à la partie précédente, le même problème a été posé, mais cette fois les élèves disposaient de bonbons posés sur leurs tables. Ils ont tous trouvé la solution ; mais il s'agissait de la deuxième séance, qui avait débuté par un rappel des procédures possibles pour le problème « bonbons ». Les élèves avaient donc déjà une expérience du type de démarche à adopter.

Après les diverses expériences que nous avons menées, la question de l'aide possible par le recours à du matériel demeure. En particulier, nos observations ne nous permettent pas de conclure que le recours à du matériel, pour un problème où celui-ci est envisageable, favorise le développement par les élèves de procédures personnelles. Comme dans le cas des schémas (partie II), on observe que l'emploi de matériel nécessite une préparation particulière, rendant cette pratique plus familière. Un objet ostensif (Bosch, Chevallard 1999) quel qu'il soit ne renvoie pas à un non-ostensif sans qu'un apprentissage spécifique ait eu lieu. Est-ce que, une fois cet apprentissage réalisé, le recours à des ostensifs de type matériel peut favoriser la mémorisation de procédures ? Ceci est une autre question, qui demande un travail complémentaire.

IV. LE PASSAGE À L'ÉCRITURE

Le support retenu pour ce sous-atelier est une expérimentation qui s'est déroulée dans une classe de CM1.

Nous n'avons pas particulièrement suivi le scénario préconisé dans la séquence ERMEL "Le mobilier de l'école". Nous avons décidé, dans un premier temps, de proposer aux élèves un test diagnostique "Le matériel de géométrie", problème dans lequel le domaine numérique ne devait pas susciter de difficultés particulières à ces élèves qui venaient juste d'aborder la division euclidienne (voir ci-dessus l'énoncé du problème dans la partie II).

Au cours de la séquence ainsi construite, nous avons essayé de proposer aux élèves des aides en liaison avec la maîtrise du langage. En fonction des besoins et des opportunités, l'enseignante de la classe a organisé des tâches s'appuyant sur les domaines de la langue orale et écrite en prenant ainsi en compte les 3 dimensions présentes dans les documents d'application du cycle 3 : "Parler, lire, écrire en mathématiques".

Les tâches d'écriture ont été nombreuses et variées :

écrire pour rechercher la solution,

écrire pour communiquer sa solution et sa procédure,

écrire pour élaborer une affiche-aide méthodologique destinée aux élèves d'une autre classe,

écrire pour aider un camarade en difficulté,

écrire pour inventer un nouveau problème de même type.

Les écrits ont parfois été élaborés individuellement, par binômes ou par groupes de 3 ou 4 élèves.

A cette époque de l'année, l'enseignante n'avait pas d'exigence particulière quant à la production d'une solution rédigée et aucune action en ce sens n'avait été encore menée.

Lors de la séance 1, une dizaine d'élèves avait trouvé les 3 réponses du problème-test. Il aurait été alors intéressant, en séance 2, de leur demander de rédiger une solution de ce problème mais c'était une consigne qui n'avait pas de sens pour eux. Aussi, la consigne s'est transformée en : "Expliquez comment vous avez réussi à résoudre le problème. "

C'était la première fois que ces élèves étaient confrontés à une telle consigne et les résultats sont assez étonnants. Ces écrits de narration sont d'une grande qualité et nous apportent des informations intéressantes concernant la procédure de résolution mais aussi l'histoire personnelle de l'élève au cours de la recherche. Par ces écrits, les élèves ont pu :

- décrire leur démarche,
- justifier cette démarche,
- exprimer non seulement les difficultés rencontrées mais aussi des éléments qui leur ont permis de dépasser ces difficultés.

Ces narrations ont permis aux élèves d'aller plus loin dans la maîtrise de la résolution de ce type de problèmes. Cette consigne d'écriture a été proposée plusieurs fois au cours de la séquence.

Une piste pour prolonger notre travail serait d'exploiter plus complètement ces écrits : en effet, il aurait été certainement possible de les utiliser au service des élèves en difficulté.

En parallèle, la résolution de ce problème a été l'occasion d'introduire un "modèle" de solution rédigée. L'attitude des élèves a été fort différente face à ce nouvel écrit : certains ne semblent pas en avoir perçu un réel intérêt, d'autres l'ont assimilé à une aide.

Nous avons donc choisi de réfléchir, dans le cadre de cet atelier, à deux points en particulier :

1. Rédiger une solution du problème.
2. Narrer sa recherche.

IV.1 Rédiger une solution du problème

Questions de départ :

- Qu'est-ce qu'une solution rédigée ?
- Quel contenu doit-on, peut-on y trouver ?
- Quelle est l'utilité de rédiger la solution du problème ?
- De quelle façon peut-on exploiter ces écrits ?
- Quelle solution rédigée de ce problème proposeriez-vous dans une classe ?
- Que pensez-vous de la solution rédigée dans cette classe de CM1 (**annexe 4**) ?

La solution rédigée élaborée en classe

La solution rédigée (**annexe 4**) a été construite au cours d'un temps de différenciation. Elle a été conçue pour servir de mémoire :

- **mémoire** pour rendre compte de ce qui a été fait en mathématiques pendant plusieurs jours.
- **mémoire** pour restituer la démarche à suivre (chronologie et contenu) permettant d'obtenir les réponses à la question posée dans le problème.

Questions des participants

- *Pourquoi n'a-t-on pas justifié le choix, la chronologie des différentes étapes ?*
- *Comment donner du sens à cette forme d'écrit ? A qui est-il destiné ? Comment motiver les élèves à produire une solution rédigée ?*
- *Quelle(s) utilisation(s) ultérieure(s) d'un tel travail ?*

IV.2 Narrer sa recherche

Questions de départ

- Observer quelques narrations de recherche. Les comparer. Quels contenus ? Quelles formulations ?
- Imaginer des utilisations possibles pour ces écrits.

Eléments perçus

- structuration en paragraphes,
- utilisation de connecteurs de temps et de connecteurs logiques,
- précision du vocabulaire utilisé,
- informations mathématiques liées à la procédure,
- implication personnelle marquée par un besoin d'expliciter les "passages délicats".

Ces documents d'une qualité certaine auraient pu être utilisés comme support de travail aussi bien pour le groupe-classe que pour les élèves en difficulté.

Différentes suggestions des participants :

- *Proposer aux élèves ayant produit de tels écrits d'aider un camarade en difficulté (tutorat).*
- *Faire étudier, analyser ces écrits à tous les élèves de la classe pour mieux cerner et expliciter les difficultés à dépasser et la procédure à mettre en place.*
- *Elaborer à partir de la comparaison de ces productions une solution rédigée.*

IV.3 Conclusion sur le passage à l'écrit

Il semble que les élèves peuvent progresser par des tâches d'écriture qui ne se résument pas à la simple recherche de la solution d'un problème plus ou moins complexe.

D'autres expérimentations nous ont montré que les élèves en difficulté peuvent eux aussi participer de façon constructive à la production d'écrits en collaboration avec des élèves plus à l'aise.

Les écrits produits par tous ces élèves sont d'une grande richesse. Le passage à l'écriture leur a souvent permis d'aller plus loin en se posant les bonnes questions.

Le prolongement de cette recherche sera de trouver des possibilités d'utilisation et d'exploitation plus variées pour ces écrits et notamment au service d'élèves rencontrant des difficultés.

V LA DIFFÉRENCIATION

V.1 Quelle différenciation ?

Les participants de ce sous-groupe ont comme nouvelles consignes de répondre aux deux questions suivantes :

1, Quelles sont les conditions nécessaires de mise en œuvre d'une différenciation efficace?
2, Quels sont les types de différenciation envisageables pour l'objectif de résolution d'un problème à étapes ?
La synthèse des échanges conduit à mettre en évidence les éléments suivants.

Q1 Conditions de mise en œuvre :

- **un maître « libéré »** : des élèves en autonomie qui lui permettent un appui des groupes en étayage. Cela suppose que les élèves soient capables d'autonomie, mais la différenciation peut justement contribuer à atteindre cet objectif. Les tâches proposées, les modalités d'organisation retenues devraient leur permettre de travailler seuls.
- **des évaluations** : un diagnostic initial, un suivi constant des élèves. Cette évaluation initiale devrait permettre à l'enseignant de définir la composition première de ses différents groupes. Le suivi constant de ses élèves à travers l'étude de leurs productions individuelles devrait lui permettre de réguler son action, en particulier en ce qui concerne la modification éventuelle de la composition des groupes.
- **des conditions matérielles** satisfaisantes qui permettent de modifier la disposition des tables.
- **les élèves**, bénéficiant du soutien de l'enseignant sont **intégrés à l'activité commune**.

Il semble intéressant que, dans l'organisation des activités, les élèves ne sentent pas mis à l'écart. Le fait que leurs réussites soient mises en valeur est perçu comme un élément important de l'action du professeur. L'encouragement affectif, tout au long du travail, est également souligné.

Q2 Types de différenciations envisageables pour cet objectif :

tâche différente :

- ➢ un autre contexte : les avis sont divergents lorsque l'on évoque la difficulté supplémentaire due aux grandeurs mises en jeu dans l' énoncé (masse et cardinal)
- ➢ d'autres choix de variables numériques

aides :

- à la représentation de la situation : du matériel, des dessins, des représentations, des explications orales ou écrites supplémentaires.
- à la solution : des écrits pour expliquer une étape et fournir la réponse, ..
- présence du maître qui, par son questionnement, accompagne la réflexion, qui apporte la solution en suggérant une étape de résolution.

Ce dernier point a fait l'objet d'un échange entre les participants : certains d'entre eux perçoivent ce type de problèmes comme étant nettement en dehors du programme de mathématiques de cycle 3 et considèrent donc que son intérêt est très limité pour les élèves les plus fragiles.

mise à disposition d'outils :

- une calculatrice qui permet de soulager le travail de l'élève
- un logiciel d'aide, voir la partie VI.

V.2 Un scénario permettant un travail autonome

Nous avons étudié avec les participants à l'atelier un scénario permettant un travail en autonomie d'une partie des élèves.

Présentation de l'expérimentation réalisée

EVALUATION INITIALE : LE MATÉRIEL DE GÉOMÉTRIE

E1 Des sacs transparents contenant le matériel permettent de visualiser celui-ci mais ne sont pas manipulables. L'analyse des productions individuelles permet au professeur de constituer 7 groupes hétérogènes de 3 élèves qui travailleront en autonomie (10 élèves sur 29 élèves réussissent). Certains de ces élèves ont totalement échoué à cette évaluation, mais il ne paraît pas raisonnable que l'enseignant puisse prendre en charge plus de 3 groupes de 3 élèves.

SÉQUENCE A : MOBILIER DE L'ÉCOLE OU MATERIEL DE GEOMETRIE

S1 (60 min) Premières recherches (groupes mobilier) et prise en charge soutien (groupes formes). Les élèves en soutien travaillent sur le problème de l'évaluation initiale avec l'aide de la maîtresse et le matériel effectif.

S2 (55 min) Brassage entre les groupes mobilier et soutien du maître aux groupes formes. Le brassage des groupes en autonomie permet une réponse collective correcte de chacun des groupes.

S3 (55 min) Rédaction des affiches, mise en commun groupes formes (classe entière).

S4 (60 min) Contrôle individuel formes ou mobilier ; collectif classe : institutionnalisation formes. Le contrôle réalisé après une mise en commun permet de mesurer l'impact de celle-ci et celui du travail de groupes.

S5 (40 min) Collectif classe : mise en commun groupes mobilier, institutionnalisation.

Détail des deux premières séances (voir annexe 5 pour l'état des travaux) :

S1

Horaire	Episodes	Remarques

10:40–10:52	*Présentation générale : mise en place des groupes*		
	Soutien : familiarisation, aide à la représentation du problème		*Matériel concret avec des consignes de travail : C1 confection des sacs C2 compléter les cases indiquant la composition des sacs.*
	Autonomes : mise au travail		***La maîtresse réactive le scénario usuel : les 3 rôles secrétaire, rapporteur et messager; les brassages futurs…***
10:52–11:35	Soutien Auprès de 3 groupes	Autonomes	
11 : 23 35'fin séance		Groupe F	*Le premier groupe autonome remplit **le « tableau secret »*** *Etat tableau secret : il est entièrement complété.* *(Un brassage sera nécessaire car les propositions sont divergentes)*

Les élèves en autonomie ont pour tâches :

- de résoudre individuellement le problème (cf. **annexe 6**)
- de comparer leurs solutions à trois en se mettant d'accord sur une proposition commune (cf. **annexe 7** fiche collective verte)
  Remarque : s'ils rectifient leur proposition initiale, le changement de couleur de stylo permet au professeur de suivre l'évolution de la réflexion de chacun.
- de proposer au groupe classe leur solution commune. Cette proposition commune est inscrite dans un tableau dit « secret » car accessible au seul regard de la maîtresse.

Ce « tableau secret » à un rôle fondamental : il permet à l'enseignant de suivre l'évolution des groupes en autonomie.

Des rôles précis sont attribués aux 3 membres des groupes :

le rôle du **secrétaire** est d'être le garant du respect des consignes de travail, celui du **rapporteur** est d'inscrire au tableau secret la proposition de son groupe et celui du **messager** de défendre la position commune lors des brassages ultérieurs entre groupes.

L'annexe 5 permet de rendre compte de l'état des travaux à la fin de la séance (productions individuelles et productions collectives).

S2

Horaire	Episodes		Remarques
10:40–10:52	Organisation du brassage		
10:40–11:11	Soutien Prise en charge collective	*Autonomes*	Support de la réflexion : objets représentés au tableau
11:13–11:13		Début rédaction	
11:17–11:23		Relance et état des lieux	Feu vert pour rédaction transparents et affiches
11:29:00		Fin séance	Constat de réussite apparente

La maîtresse, en dehors de la présence des élèves, a eu de temps matériel de réfléchir au **brassage des différents groupes** en autonomie : il est organisé de telle sorte qu'au sein des nouveaux groupes constitués la bonne réponse au problème soit représentée par un élève (cf. annexe 5 pour l'organisation des groupes).

Les élèves en autonomie ont pour tâches :

- d'échanger au sein des nouveaux groupes (cf. **annexe 8**)
- de reformer leurs groupes initiaux et de comparer leurs nouvelles propositions issues du brassage (s'ils rectifient leur proposition issue du brassage

sur leur fiche individuelle, ils doivent changer de couleur de stylo).

- de se mettre d'accord sur une nouvelle proposition en utilisant la fiche collective de couleur rouge (cf. **annexe 7**). Cette proposition commune est une nouvelle fois écrit au tableau dit « secret ».

Un seul brassage, réalisé au cours de cette séance, a permis d'obtenir une unicité de propositions.

L'idée fondamentale est de **parvenir,** après éventuellement 2 brassages, **à obtenir la bonne réponse** au sein de chacun des sous-groupes autonomes de 3 élèves **sans intervention du professeur** qui reste uniquement organisateur des brassages.

Il peut ainsi **consacrer l'essentiel de son action aux élèves en soutien.**

VI. UN LOGICIEL SPÉCIFIQUE

L'emploi d'un logiciel pour cette séquence a été envisagé dans le cadre des modalités permettant une différenciation, mais aussi pouvant fournir une représentation du problème en offrant une forme de manipulation.

Le logiciel construit pour l'expérience reprend le contexte des manipulations qui ont été proposées dans certaines classes (voir la partie III, le recours au matériel). Sur la page de travail, trois bocaux présentent respectivement des sucettes, des caramels et des langues de chat, et trois paniers contiennent un assortiment de ces bonbons. Le prix de chaque panier est affiché (prix-énoncé), et la consigne demande de trouver le prix des bonbons.

La contenance de chaque panier a été limitée à 5 bonbons, quel qu'en soit le type (sucette, caramel ou langue de chat).

Une bulle au-dessus de chaque bocal permet à l'élève de proposer un prix pour ce bonbon, parmi des étiquettes allant de 5 en 5 jusqu'à 95 centimes. Dès la sélection de l'étiquette le prix testé s'affiche sur le bocal.

Sous le prix-énoncé de chaque panier un tableau rappelle sous forme d'icônes les types de bonbons présents dans ce panier (1, 2 ou 3 types, pour favoriser la prise en compte de ce critère). Ce tableau affiche (en bleu) le prix-testé par l'élève, c'est-à-dire le prix du panier compte tenu des prix choisis pour chaque bonbon. Cette modalité facilite la stratégie par essais/erreurs et ajustements successifs, en comparant prix-testé et prix-énoncé.

La page de travail est assez complexe et peut être présentée, soit progressivement par une animation disponible avec le logiciel, soit directement en tant que support à un travail sur la lecture d'image.

Notons que ce logiciel fournit essentiellement une représentation du problème, et facilite la stratégie des essais. Il offre peu de possibilités de manipulation, en particulier un transvasement de panier en panier pour en comparer les contenus n'est pas permis. Cette option pourrait être privilégiée pour envisager une autre version.

Le jour de l'atelier à Foix trois versions sont présentées, dont deux (A et B) ont été testées en classe.

La version A pose systématiquement à l'élève un problème de nature triangulaire, les paniers étant remplis aléatoirement avec respectivement 1, 2 et 3 types de bonbons.

La version B propose des paniers remplis de façon aléatoire.

La version C permet à l'élève de remplir lui-même des paniers, pour constituer un problème du même type, qu'il peut ensuite soumettre à un camarade en passant à la page suivante.

Les participants à l'atelier sont invités à formuler des critiques sur la forme du logiciel, et à proposer des scénarii d'utilisation.

Scénarii proposés par les participants :

- *La version A ne semble pas adaptée aux élèves en grande difficulté, qui peuvent notamment rencontrer en outre des difficultés de lecture, ou de manipulation de la souris. Cette version peut être utile aux élèves en cours de stabilisation, qui par exemple ont le sens des opérations mais n'ont pas encore fixé de stratégie efficace pour résoudre ce type de problème. La résolution (sur ce cadre, jugé attractif dans les classes testées) d'un assez grand nombre de problèmes du même type peut faciliter le repérage d'une stratégie efficace : commencer par le panier qui ne contient qu'un type de bonbon ; le réinvestissement de ce premier prix trouvé étant automatiquement traité dans les prix-testés, repérer ensuite le panier qui ne contient que deux types de bonbons, etc.*
- *La version B permet de poser aux élèves ayant réussi le test initial d'autres problèmes faisant intervenir d'autres « gestes » algébriques (un panier peut être contenu dans un autre ou obtenu par combinaison des deux autres, ce qui permet une simplification du problème). Cette version peut ainsi proposer à ces élèves un approfondissement général sur les méthodes de recherche de problèmes complexes.*
- *Les deux versions testées semblent ainsi pouvoir être utilisées de façon enrichissante par deux groupes d'élèves dans la classe (élèves ayant réussi le test et élèves en cours de stabilisation), qui peuvent travailler en autonomie. Nous travaillons actuellement sur la programmation d'un module de recueil des données (problème traité, stratégie de l'élève, temps passé sur le problème…) pour permettre le suivi de ces groupes par l'enseignant.*
- *La version C n'a pas été testée. Mettre l'élève en situation de poser un problème du même type nous paraît une idée à approfondir, mais l'utilité du logiciel pour cette fonction reste incertaine (le traitement des calculs par l'élève qui pose le problème ne semble pas inutile ; de plus, est-il utile de mettre l'élève dans cette situation d'auteur un grand nombre de fois ?).*
- *D'autre part, les élèves en grand difficulté auraient sans doute besoin d'un logiciel de lecture plus aisée, et qui permettrait plus de manipulations. De façon plus immédiate, ils bénéficient surtout de la disponibilité que*

l'enseignant peut dégager en utilisant le logiciel en autonomie pour les autres groupes.

Les principales critiques formulées :

- *L'utilisation d'une monnaie fictive permettrait d'éviter les nombres décimaux intervenant dans les prix en euro.*
- *Il semble souhaitable de reformuler la consigne (*« trouve le prix de chaque bonbon »*), et de ne pas montrer de bonbons dépassant des bocaux (une étiquette suffit).*
- *La présence d'une étiquette* 00 € *dans les bulles peut troubler ; elle permet aux élèves d'annuler un choix précédent, par exemple pour le prix d'une sucette, en visualisant le prix-testé qui tient uniquement compte des prix choisis pour les deux autres bonbons. Elle pourrait être remplacée par une étiquette* « prix non fixé » *ou simplement* « ? ».
- *La version B peut proposer un système d'équations qui laisse libre le prix d'un (voire de deux) des bonbons. Après discussion sur la pertinence de ce type de problème, les participants s'accordent sur l'intérêt de faire rencontrer aux élèves des situations de ce type, à condition que le logiciel les prenne en compte. Un message du type* « Bravo, tu as trouvé les prix des sucettes et des langues de chat ; on ne peut pas connaître le prix des caramels à partir de ces paniers » *est envisagé.*

Une réflexion plus générale s'est ouverte dans l'atelier sur l'utilité d'aborder ce type de problèmes avant le collège. Les participants s'accordent sur l'importance de développer des méthodes de recherche en général, sans institutionnaliser une technique particulière de résolution des problèmes de type « triangulaire ».

CONCLUSION

Revenons sur notre questionnement initial, celui des types d'aides à la résolution de problèmes, et des interventions possibles de l'enseignant pour aider les élèves. Nous n'oublions pas, bien entendu, que le type de problèmes que nous avons retenu est très complexe et spécifique. Ceci nous contraint à une certaine prudence dans nos conclusions, mais nous permet aussi d'éviter l'amalgame entre « élèves en difficulté sur ce type de problèmes » et « élèves en difficulté en mathématiques ». Les principaux constats que nous retenons de nos expérimentations, et des échanges avec les participants à l'atelier sont les suivants :

- Aucun type d'ostensif : matériel, dessin, écrit, ne constitue une aide en lui-même, sans un apprentissage spécifique, au moins pour certains élèves ;
- Les élèves ont progressé lorsqu'on leur proposait de jouer un rôle actif dans l'élaboration d'une aide : dessin, ou affiche en particulier ;
- Il est nécessaire de différencier des groupes au sein de la classe, et l'enseignant doit plus particulièrement intervenir auprès des élèves en difficulté. Différentes organisations permettent une telle intervention ; éventuellement les élèves bloqués sur un problème peuvent travailler en relative autonomie sur un logiciel adapté, mais en dehors de ce cas spécifique, un apport direct de l'enseignant semble indispensable.

Il faut souligner aussi, comme l'ont fait les participants à l'atelier, que les expérimentations menées ont conduit à consacrer en classe un temps important à ce type de problèmes, et qu'il n'est pas clair que les apprentissages réalisés à cette occasion soient transférables à d'autres problèmes. Nous avons donc l'intention de poursuivre notre travail, et en particulier d'étudier l'emploi comme aide des différents types d'ostensifs, à propos d'un thème mathématique moins restreint.

BIBLIOGRAPHIE

Bosch M., Chevallard Y. (1999) La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs, *Recherches en didactique des mathématiques* vol 19.1, pp 77-124, La pensée sauvage, Grenoble.

Coppé S., Houdement C. (2002) Réflexions sur les activités concernant la résolution de problèmes à l'école primaire, *Grand N* n°69, pp 53 à 62

Julo J. (1995) *Représentation des problèmes et réussite en mathématiques* Presses universitaires de Rennes.

Julo J. (2001) Des apprentissages spécifiques pour la résolution de problèmes. *Grand N* n° 69.

Pfaff N. (2003) Différencier par les procédures : un exemple pour la proportionnalité au cycle 3. *Grand N n°71.*

Annexe 1
Extrait d'ERMEL CM2 Hatier p. 86 à 91

-2. Le mobilier de l'école (période 2)

. Descriptif rapide

Dans ce problème il y a plusieurs inconnues à différencier (le poids des pièces de mobilier) avec des informations qui mettent en jeu une ou plusieurs de ces inconnues (poids des différents chargements). Il s'agit donc de déterminer l'ordre de traitement de ces informations permettant de trouver successivement les valeurs de ces inconnues.

Objectifs spécifiques

- Prendre conscience de la nécessité de planifier : les données ne sont pas toujours fournies dans l'ordre de leur traitement (étape 3 de la première phase).
- Planifier la tâche au cours d'une mise en commun permettant un échange sur les principales étapes de la résolution (étape 1 de la deuxième phase).
- Rédiger la solution du problème (étape 2 de la deuxième séance).

. Énoncé

" Une entreprise expédie trois chargements de 300 kg chacun pour équiper en mobilier une école.

Le premier chargement contient 15 tables et 30 chaises.

Le second contient 25 tables. Le troisième contient 10 tables, 20 chaises et 5 armoires. Combien pèse une chaise, une table, une armoire?

DÉROULEMENT

Cette situation se déroule sur deux séances :

- une première séance au cours de laquelle les élèves vont être amenés à prendre conscience de la nécessité de planifier, de ne pas prendre les informations dans l'ordre de l'énoncé et à essayer de résoudre le problème après une mise en commun ayant mis en évidence la première information à traiter ;
- une deuxième séance dans laquelle, les différentes étapes étant explicitées collectivement à partir des premières recherches, les élèves vont ensuite mettre en forme la solution du problème.

PREMIÈRE PHASE : Résolution du problème 1

ÉTAPE 1 : Présentation du problème

Le maître peut préciser que chaque chargement fait 300 kg, et que dans chaque chargement le poids d'une chaise, d'une table et d'une armoire ne change pas. Il précise : "Quand vous faites un calcul, vous expliquez ce à quoi il correspond ".

ETAPE 2 : Recherche individuelle

Elle a pour but de permettre aux élèves de " rentrer" dans le problème. Elle doit être de courte durée.

Les productions des élèves sont diverses :

- démarrage de façon erronée :
- des élèves font 15 + 30 = 45 et divisent 300 par 45 et concluent ou non sur le poids d'une table ou d'une chaise ;
- d'autres ne tiennent pas compte de toutes les données et réduisent un chargement à une seule catégorie de mobilier, par exemple" 300 kg = 30 chaises. " ;
- arrêt à la première étape (calcul du poids d'une table) mais ne peuvent continuer ;
- calculs sans signification ;
- calculs cohérents qui permettent d'aller jusqu'au bout de la résolution.

Certains élèves restent bloqués à la première ligne d'information. D'autres calculent bien le poids d'une table en utilisant la deuxième ligne d'information mais ne parviennent pas à " se débarrasser " du poids des 15 tables pour calculer le poids d'une chaise.

ÉTAPE 3 : Reprise collective du problème

On cherche à ce que les élèves sélectionnent les informations à traiter en premier : les informations ne sont pas toujours données dans l'ordre où elles sont à utiliser; en particulier on ne peut commencer le problème par le premier chargement.

. Consigne

" Qu'avez-vous cherché en premier? "

Le maître fait venir au tableau les élèves qui ont démarré de façon erronée. Leurs productions sont discutées et ce sont les élèves qui ont bien amorcé le problème qui formuleront " il ne faut pas prendre la première information. "

Au tableau on écrira :

1° recherche: on cherche le poids d'une table en utilisant l'information 25 tables pèsent 300 kg.

Tous les élèves devraient pouvoir, à la fin de cette reprise, débuter leur résolution par la recherche du poids d'une table.

ÉTAPE 4 : Relance de la recherche du problème

Elle doit être différenciée selon les élèves :

-les élèves qui ont bien démarré continuent seuls : " Vous continuez la résolution du problème. "

- les autres travaillent par deux; le maître met ensemble les élèves qui en sont au même stade de la résolution ; une seule feuille est donnée pour le groupe.

Pour les élèves qui s'arrêteraient au poids de la table, la relance peut être donnée sous la forme :

" Mettez-vous d'accord pour savoir ce qu'il faut chercher maintenant. "

Une aide sous forme de schéma représentant les différents chargements (répétition de 300 kg pour chaque chargement) permet de " débloquer "certains élèves.

La première séance s'arrête après cette étape afin que le maître puisse analyser les productions des élèves pour organiser la mise en commun.

DEUXIÈME PHASE : Rédaction de la solution du problème

ÉTAPE 1 : Mise en commun

Elle a pour objectif de mettre en évidence l'ordre dans lequel on va traiter les informations pour répondre à la question afin que les élèves puissent rédiger la solution du problème en mettant en évidence les différentes étapes de la résolution.

Différentes productions " significatives " en nombre réduit (réécrites par le maître pour une meilleure lisibilité) sont affichées au tableau :

- des procédures erronées, en particulier celles pour lesquelles les élèves font bien apparaître le poids d'une table mais ensuite s'embrouillent dans les calculs successifs ;
- des procédures laborieuses qui ne montrent pas de façon claire les différents calculs successifs effectués ;
- des productions inachevées.

Lors de cette mise en commun, quatre niveaux d'explications fournies par les élèves sur leur travail peuvent apparaître :

1- Ils décrivent les calculs en nommant les opérations utilisées : " pour calculer le poids d'une table, j'ai fait une division (ou j'ai divisé 300 par 25) " ;

2- Les élèves décrivent leur méthode de calcul qu'ils ont effectué : " j'ai calculé le poids d'une table, puis de 15 tables puis... » ;

3- Ils donnent l'ordre dans lequel il faut trouver les poids des différents objets :

" je calcule d'abord le poids de la table puis de la chaise puis de l'armoire " ;

4- Ils justifient cet ordre en disant : " je prends d'abord la deuxième information puis la deuxième puis la troisième ».

Au terme de cette mise en commun, les niveaux 3 et 4 seront écrits au tableau sous la forme :

On prend l'information dans le 2e chargement pour calculer le poids d'une table.

On prend l'information dans le 1er chargement pour calculer le poids d'une chaise.

On prend l'information dans le 3e chargement pour calculer le poids d'une armoire.

ÉTAPE 2 : Rédaction de la solution

Cette rédaction se fait à deux. Les groupes doivent être homogènes pour une discussion efficace.

Pour certains élèves, ce n'est que lors de cette rédaction qu'ils peuvent prendre conscience des différentes étapes.

. Consigne

" Vous rédigez la solution en indiquant les différentes étapes dans l'ordre où il faut les traiter. »

Il subsiste toujours des ambiguïtés pour les élèves sur ce que l'on attend d'eux concernant la forme de la rédaction : certains élèves pensent qu'il faut "raconter tout ce qu'il faut faire " et se lancent dans une production de texte allant jusqu'à expliquer les opérations.

On doit conseiller aux élèves de simplifier leur rédaction mais ce conseil ne peut venir qu'au coup par coup, après que les élèves se soient rendu compte de l'inutilité de certaines explications.

ÉTAPE 3 : Analyse collective des différentes rédactions

Cette analyse est réalisée à partir de certaines productions qui sont sélectionnées selon les catégories suivantes :

- celles qui ne prennent pas en compte une étape importante ;
- celles qui ne formulent pas la réponse au problème ;
- celles qui restent imprécises dans leurs formulations.

Cette analyse ne peut se faire qu'en léger différé, le temps d'organiser matériellement ce moment de mise en commun : ces productions peuvent être réécrites sur une affiche afin d'être lisibles par l'ensemble des élèves, on peut utiliser le support du rétroprojecteur ou faire des photocopies des productions sélectionnées afin qu'un groupe de deux élèves en ait un exemplaire. Cette dernière façon de procéder (combinée avec un affichage collectif) est sans doute la meilleure car elle permet aux élèves de s'approprier les écrits d'autres élèves avant l'analyse collective.

Si le décalage dans les productions des élèves est trop important pour qu'une mise en commun soit efficace pour tous les élèves, on peut prévoir dès l'étape 2 une différenciation :

- pour les élèves qui ont fait une bonne rédaction dès la première séance ou qui ont bien annoté leurs calculs, il est difficile de leur demander une nouvelle rédaction, ils peuvent passer directement à " La commande des maîtres " ;
- pour les élèves qui ont bien entamé la résolution lors de la première séance et ayant annoté leurs calculs, on leur demande de terminer la résolution sans refaire la rédaction ;
- pour les autres élèves, on respecte le déroulement prévu dans l'étape 2 et on constate effectivement qu'en rédigeant, certains prennent conscience de la planification et terminent ainsi la résolution ; d'autres ont encore besoin d'aide pour passer d'une étape à une autre.

TROISIÈME PHASE : La commande des maîtres

Quelques jours après

Cette reprise, indispensable pour les élèves en échec dans le problème précédent, est proposée à tous les élèves. (Pour les élèves ayant parfaitement réussi, le maître insistera sur les consignes de rédaction). Dans cet énoncé des modifications ont été apportées par rapport à l'énoncé précédent, relativement à la place des informations et à l'ordre des calculs successifs.

. Énoncé

Des maîtres achètent des cahiers, des classeurs et des blocs-notes pour leurs classes.

Le premier achète 20 compas et 50 livres. Il paie 900 €.

Le second achète 10 livres, 10 classeurs et 10 compas. Il paie 240 €. Le troisième achète 30 compas, il paie 150 €.

Combien coûte un compas, un classeur, un livre ?

- Lecture silencieuse suivie d'un court entretien oral pour expliciter éventuellement le vocabulaire.
- Résolution du problème en travail individuel avec comme consigne : " vous rédigez la solution en indiquant de façon claire les différentes étapes, vous faites des phrases pour dire à quoi correspondent vos calculs ".
- Mise en commun pouvant être effectuée simplement avec les élèves n'ayant: pas réussi.

Quelques erreurs peuvent subsister :

- des solutions inachevées : " il reste 80 € de compas et de classeurs) " ;
- des résultats et des phrases qui ne correspondent pas : " 10 x 5 = 50, il reste 30 € de classeurs " ;
- des calculs sans phrases explicatives, ce qui entraîne quelques confusions dans l'enchaînement des calculs ;

. des résultats intermédiaires non justifiés car les calculs sont faits mentalement, en particulier pour les classeurs, ne figurent pas les prix de 10 cahiers et 10 compas, 50: 10 est écrit directement.

Il est à remarquer une particularité dans ce problème : la deuxième information incite à diviser par 3 (même nombre de classeurs, cahiers, blocs notes), cette information " piège " doit amener les élèves à mieux lire les informations données et à ne pas extrapoler (sous-entendu : le classeur, le cahier, le bloc- note coûtent le même prix »).

Les élèves, dans l'ensemble, écrivent des phrases de façon concise pour faire comprendre leur solution comme " 50 livres coûtent 800 € ". Certains, parfois, reviennent maladroitement au contexte en précisant en face de l'information "achat du premier maître " mais cette erreur reste marginale.

-

3. Magnétoscope (période 3)

Deux séances

. Description rapide

Il s'agit d'acheter des cassettes pour enregistrer des émissions et de payer le moins cher possible.

Ce problème met en jeu des connaissances dans différents domaines (champ additif et multiplicatif, nombres sexagésimaux).

Dans cette situation, il est d'abord demandé aux élèves de prévoir les différentes étapes puis, après une mise en commun, de rédiger la solution.

. Objectifs spécifiques

~ Sélectionner les informations pertinentes à partir d'un " document brut "(programme de la télévision scolaire).

~ Planifier sa démarche en se posant des questions intermédiaires pour pouvoir répondre à la question posée.

- Optimiser une solution.
- Identifier les caractéristiques de la rédaction d'une solution.

. Énoncé

« Un directeur d'école veut enregistrer sur cassette vidéo toutes les émissions télévisées proposées aux élèves des cycles 1, 2 et 3 au cours du premier trimestre de l'année scolaire 1994-1995.

Il souhaite regrouper, sans les couper, toutes les émissions consacrées :

- aux Badaboks sur une ou plusieurs cassettes ;
- aux Crobs sur d'autres cassettes ;
- au cycle 3 sur d'autres cassettes encore.

De plus, par mesure de sécurité, il prévoit de laisser 5 minutes après chaque enregistrement d'émission.

Pour acheter ses cassettes, il a le choix entre 3 formules :

- acheter des cassettes de 4 heures à 12 € l'une ;
- acheter des cassettes de 3 heures à 10 € l'une ;
- acheter 1 lot de 3 cassettes de 3 heures chacune à 20 € le lot.

Quel sera l'achat le plus avantageux pour ce directeur d'école? "

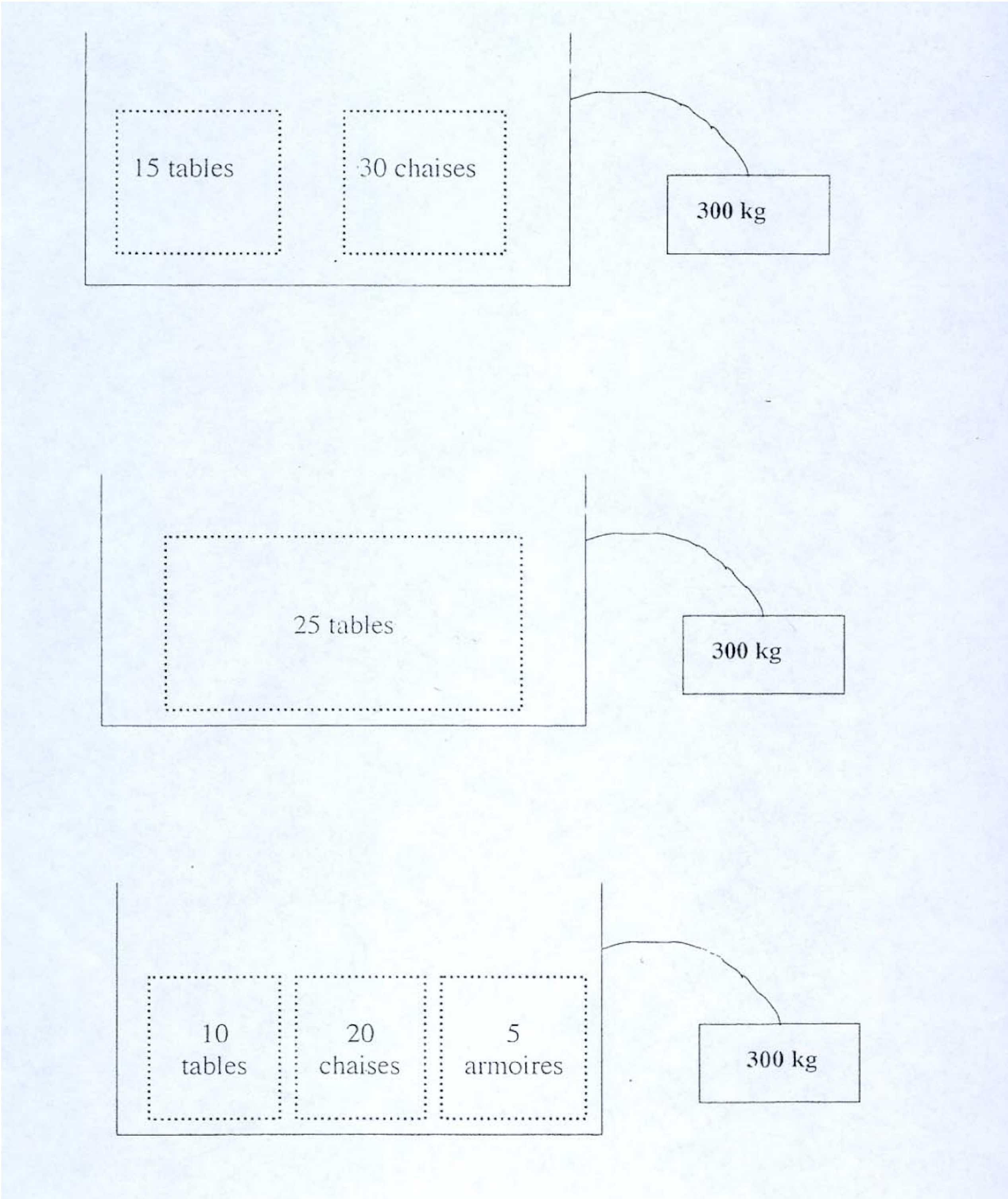
DÉROULEMENT

Il est prévu sur deux séances correspondant aux deux phases :

- la première phase vise à ce que les élèves s'approprient le document " programme de télévision ", puis qu'ils prévoient les différentes étapes et résolvent le problème en élaborant une première rédaction.
- la deuxième phase vise à faire expliciter les critères d'une bonne rédaction de la solution à partir de l'analyse des productions des élèves de la première séance.

Annexe 2

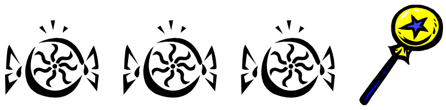
Le schéma fourni aux élèves pendant la séance « mobilier de l'école » annexe



Annexe 3
Caramels et sucettes, énoncé B

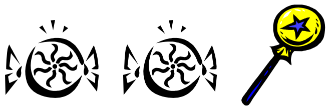
Deux camarades Stéphanie et Emilie vont à la boulangerie.

Stéphanie achète 3 caramels et 1 sucette.



Stéphanie paie 65 centimes.

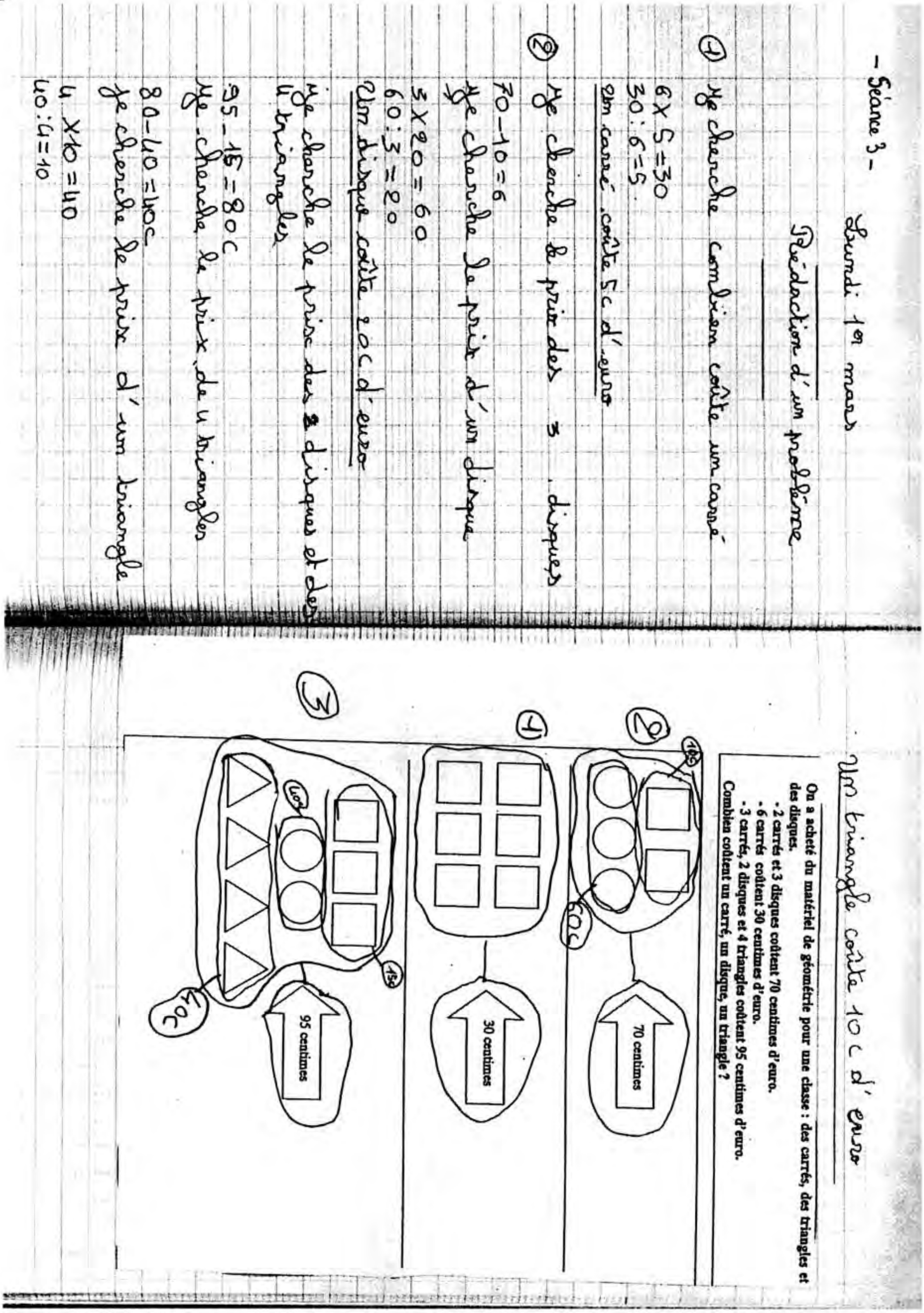
Sa camarade Emilie achète 2 caramels et 1 sucette.



Emilie paie 55 centimes.

Annexe 4

Solution rédigée en classe de CM1 pour « Le matériel de géométrie ».



- Séance 3 -

Lundi 1er mars

Rédaction d'un problème

① Je cherche combien coûte un carré

6 X 5 = 30
30 : 6 = 5
Un carré coûte 5c d'euro

② Je cherche le prix des 3 disques

70 - 10 = 6
Je cherche le prix d'un disque

3 X 20 = 60
60 : 3 = 20
Un disque coûte 20c d'euro

Je cherche le prisc des 2 disques et des 4 triangles

95 - 15 = 80c
Je cherche le prix de 4 triangles

80 - 40 = 40c
Je cherche le prix d'un triangle

4 X 10 = 40
40 : 4 = 10

Un triangle coûte 10 c d'euro

On a acheté du matériel de géométrie pour une classe : des carrés, des triangles et des disques.
- 2 carrés et 3 disques coûtent 70 centimes d'euro.
- 6 carrés coûtent 30 centimes d'euro.
- 3 carrés, 2 disques et 4 triangles coûtent 95 centimes d'euro.
Combien coûtent un carré, un disque, un triangle ?

Annexe 5
État des travaux

Séquence A : MOBILIER DE L'ECOLE ou FORMES GEOMETRIQUES (23/3/04 S1 10 :39-11 :35 25/3/04 S2 10 :40-11 :35 S3 15 :35-16 :30 S4 2/4 8 :52-10 :48 S5 13 :42-14 :50)

			stade				commentaires	méthode		
		proposition	rien	carré ou table	carré disque ou table chaise	tout		dessin	représentation	calculs
		carré disque triangle ou table chaise armoire								
2 1	Gr A : secrétaire A1	**test ok**				1				d m a
	s1	4 12 20		1	avec troisième relation		hasard bon			
	A1 D2 A3 s2	4 12 20		1	avec troisième relation		hasard bon			
	aide	**contrôle**		1			c 300 : 30 a 300 : 5			
2 2	Messager A2	**test**	1							
	s1	6 12 60	1	table copie A1						
	avec D s2	4 12 20		1	copie A1 ?		Hasard bon			
	aide	**contrôle**		1			somme les chaises 300 : (20 + 30) armoires 300 : 5 = 6			
5	Rapporteur A3	**test**			1					ment al
	s1	6 6 6	1				somme tables et chaises			
	reste s2	4 12 20			copie A1 ?		Hasard bon			
	aide	**contrôle**			1		armoire 300 : 5			
	collectif	s1	6 12 60 et	4 12 20 hasard	s2	4 12 20	hasard r faux			
3	Gr B : B1	**test ok**				1				d m a

	s1 B1 D3 B3 s2	4 12 40 ar 20 **contrôle ok**	1 1	1	armoire (120 + 80) : 5 le compte est bon idem bien expliqué	
1 2	B2	**test 5 7 2**	1			d
	s1 avec D s2 aide retard	10 12 60 ar 20 **contrôle**	tabl e 1 1		info ordre texte le compte est bon idem somme les chaises 300 : (20 + 30)	
2 9	B3	**test ok**		1		d m a s
	s1 reste s2	4 12 40 ar 20 **contrôle**	1 1 1		le compte est bon le compte est bon idem a 200 : 5 = 40	
	collectif	s1	4 12 40 s2	4 12 20	Faux 20c5a 20 x 5	
2	Gr C C1	**test 5 20 15**	1		étourderie	d s
	s1 C1 F2 C3 s2	6 12 48 4 12 20 **contrôle ok**	tabl e	1 1	chaises (12 x 15) : 30 armoire 240 : 5 (240 = 120 + ?) ok bien expliqué	
1 1	C2	**test**	1			d
	s1 avec F s2 aide retard	6 12 8 ? 4 12 20 **contrôle**	tabl e 1	1	chaises 300 : (30+15) armoires 300 : (10+20+5) ok pas de sens aux calculs	
2 3	C3	**test ok**		1		m

				tabl e			
	s1	6 6 60				chaises (somme) 300 : 50 armoires 300 : 5	
	reste s2	4 12 20			1	ok	
	S5 **Choix pour mise en commun**	**contrôle**		1		*intéressant (abs en s5)*	
	collectif	s1	6 12 60	s2	4 12 20	ok	
1 0	Gr D :D1	**test ok**			1		me ntal
	s1	4 12 20			1	ok	
	D1 A2 B2 s2					rien	
		contrôle ok			1	bien expliqué	
8	D2	**test**	1			des égalités	
	s1	5 10 20	1			respect de 1 (15 x 10 + 3 x30) = 300	
	avec A s2					rien	
		contrôle ok			1	ok	
7	D3	**test 5 20 40**		1		55 + 40 = 95	d m a
				tabl e	copie D1?		
	s1	4 12 20					
	Avec B s2					rien	
	aide	**contrôle**		1	*1*	souvenir des nombres le compte est bon	
	collectif	s1	4 12 20	s2	4 12 20	ok explications?	
4	Gr E E1	**test ok**			1		d m a
	s1	6 6 32	1			somme tables 300 : (15 + 25 +10) et chaises (300 : (30 +20)	
	E1 G2 E 3 s2	4 12 20			1	ok	
		contrôle ok			1	bien expliqué	

15	E2	**test 5 20 8**			1			d
	s1	5 6 50	1				somme ta 300 : (15 + 25 +10) et cha 300 : (30 +20) ar (300 : 5)	
	avec G s2	4 12 20				1	ok	
	aide	**contrôle**	1				*intéressant*	
24	E3	**test ok**				1		mental
	s1	6 6	1				somme ta 300 : (15 + 25 +10) et cha 300 : (30 +20)	
	reste s2	4 12				1	ok	
		contrôle		1			souvenir chaise 4 le compte est bon	
	collectif	s1	6 6 32		s2	4 12 20	ok	
28	G F : F1	**test 5 14 10**		1				d
	s1	4 12 20				1	ok	
	F1 C2 s2	4 12 20				1	ok	
	aide *copie sur 19*	**contrôle**		1			ajout chaises : 6 ajout t et c pour arm 20	
19	F2	**test ok**				1		d
	s1	4 12 20				1	ok	
	avec C s2	4 12 20				1	ok	
		contrôle ok				1	avec explications	
	collectif	s1	4 12 20		s2	4 12 20	ok	***transparent pour synthèse***
26	G G G1	**test ok**				1		mental
	s1	4 12 20				1	ok	
	s2	malade						

		contrôle ok				1	avec explications	
2								les objets puis leur prix
5	G2	**test ok**				1		
	s1	absent						
	reste avec E2							
	s2							
		contrôle ok				1	idem que test	
2								
0	G3	**test 5 20 0**			1		étourderie	
				tabl				
	s1	10 12 60		e			copie sur antoine	
	en E s2							
		contrôle ok				1	avec explications	
	collectif	s1	4 12 20		s2	4 12 20	ok	
			stade				commentaires	méthode
		proposition carré disque triangle	rien	carré	carré disque	tout		dessin / représentation / calculs
1	G H Formes bois	**test**	1					
	s1	5 23 20		1				
	s2					1	ok	
	aide	**contrôle**		1		*1*	souvenirs	
9		**test**		1				d
	s1	5 23 20		1				
	s2	fiche p formes				1	ok	
		contrôle			1	*1*	mémoire du 10	
1		**test**	1					

7								
	s1	5 23 23		1				
	s2					1	ok	
	aide	**contrôle**		1		*1*	disque 23 et 20	
	collectif	s1			s2	5 10 20	ok 2ème transparent	
16	G I Formes échelle	**test**	1					
	s1	5		1				
	mise en commun 1 en s3 s2	5 10 20				1	ok	s a
		contrôle					**absent**	
18		**test**	1					
	s1			1				
	s2	5 10 20				1	ok	s a
		contrôle ok				1	ok	
6		**test**	1					
	s1	5		1				
	s2	le compte est bon		1				
		contrôle ok				1	méthode ?	
	Collectif	s1			s2	5 10 20	ok	
13	G J Formes petites tailles	**test 5 90 38**		1				d
	s1	5		1				
	s2					1	ok	
	aide	**contrôle**	1				*retard*	
14		**test 5 23 23**		1				d

	s1	35 7 47	1			rien		
	s2							s a
	aide	**contrôle**		1		*retard*		
2								
7		**test 5**		1				d
	s1	plusieurs réponses						
	mise en commun 2 en s3 s2				1	sur dessin		s a
		contrôle			1	erreur 40 : 4 = 11		
		s1		s2	5 10 20	erreur de calcul	*5 11 20 transparent pour synthèse*	

réussites	test	10
	contrôles	9 + 2

ANNEXE 6
FICHE INDIVIDUELLE

Nom : Prénom :	Rôle *(à entourer)*		
	Secrétaire (écrits collectifs)	Messager (autre groupe)	Rapporteur (tableau)

Le mobilier de l'école

Une entreprise expédie trois chargements de 300 kg chacun pour équiper en mobilier une école.

Le premier chargement contient 15 tables et 30 chaises.

Le second contient 25 tables.

Le troisième contient 10 tables, 20 chaises et 5 armoires.

Combien pèse une chaise, une table, une armoire ?

ANNEXE 7
les fiches collectives

- *et mes explications*	Première recherche **fiche collective verte**	*Ma recherche*

Réponses :

- *dans le nouveau groupe*	Deuxième recherche **fiche collective rouge**	*Mes échanges*

Réponses :

- Troisième recherche *Mes échanges dans le nouveau groupe* **fiche collective jaune**

Réponses :

ANNEXE 8

FICHE COLLECTIVE

Secrétaire

Nom : Prénom :	Nom : Prénom :	Nom : Prénom :

- **Le mobilier de l'école**

  Une entreprise expédie trois chargements de 300 kg chacun pour équiper en mobilier une école.

  Le premier chargement contient 15 tables et 30 chaises ; le second contient 25 tables ; le troisième contient 10 tables, 20 chaises et 5 armoires.
- **Combien pèse une chaise, une table, une armoire ?**

Réponses :

FICHE COLLECTIVE

Messager

Nom : Prénom :	Nom : Prénom :	Nom : Prénom :

- **Le mobilier de l'école**

  Une entreprise expédie trois chargements de 300 kg chacun pour équiper en mobilier une école.

  Le premier chargement contient 15 tables et 30 chaises ; le second contient 25 tables ; le troisième contient 10 tables, 20 chaises et 5 armoires.
- **Combien pèse une chaise, une table, une armoire ?**

Réponses :

FICHE COLLECTIVE

Rapporteur

Nom : Prénom :	Nom : Prénom :	Nom : Prénom :

- **Le mobilier de l'école**

  Une entreprise expédie trois chargements de 300 kg chacun pour équiper en mobilier une école.

  Le premier chargement contient 15 tables et 30 chaises ; le second contient 25 tables ; le troisième contient 10 tables, 20 chaises et 5 armoires.
- **Combien pèse une chaise, une table, une armoire ?**

Réponses :

QUE NOUS APPREND LE TRAVAIL MATHÉMATIQUES HORS CLASSE DES PROFESSEURS POUR LA FORMATION DES MAÎTRES ?

Claire Margolinas,
Bruno Canivenc,
Marie-Christine De Redon,
Olivier Rivière,
Floriane Wozniak
Équipe DéMathÉ, UMR ADEF, INRP, Marseille

Résumé :

Dans le cadre d'un groupe d'étude INRP, nous avons interrogé des maîtres d'école élémentaire d'au moins cinq ans d'expérience sur leurs pratiques de documentation et de préparation des leçons de mathématiques hors classe.

L'atelier a été consacré à la mise en évidence de la diversité des pratiques recueillies au cours de ces entretiens. La réflexion s'est organisée selon deux axes : (1) en amont, ce que ces résultats impliquent en ce qui concerne la formation initiale, (2) ce qu'ils peuvent permettre de prévoir quant à l'impact d'une formation continue.

1- LE DISPOSITIF DE L'ATELIER

L'atelier repose sur une recherche menée dans le cadre d'un groupe INRP, qui s'intéresse aux pratiques effectives des professeurs d'école en ce qui concerne les préparations de mathématiques.

Nous avons élaboré et mené des entretiens hors classe d'une durée d'une heure auprès d'une douzaine de professeurs (le recueil a eu lieu en 2004 dans les académies d'Aix-Marseille, Clermont-Ferrand et Lyon). Au cours de ceux-ci, nous avons fait parler des maîtres (voir les annexes pour des résumés de quatre entretiens) sur la façon dont ils conçoivent leur enseignement de mathématiques : à la fois très globalement, sur leur vision de cette matière, puis sur leur façon de concevoir la planification de l'année et la façon dont ils construisent une progression sur un thème mathématique ; enfin sur la conception d'une séance et la gestion des élèves singuliers. Nous nous sommes particulièrement intéressés aux documents (et notamment aux manuels et livres du maître) qui servent d'appui au travail des professeurs interrogés.

L'ensemble ainsi recueilli forme un matériau qui renseigne sur certains aspects de la pratique des maîtres qui sont rarement mis en valeur, puisqu'ils restent souvent dans la part « privée » du travail du professeur.

L'atelier a été consacré à la découverte de la diversité des pratiques telles qu'elles apparaissent. La réflexion s'est organisée selon deux axes : (1) en amont, ce que ces résultats impliquent en ce qui concerne la formation initiale, (2) ce qu'ils peuvent permettre de prévoir quant à l'impact d'une formation continue.

Dans un premier temps, les participants ont pris connaissance en groupe d'une partie des documents (enregistrements audio, transcriptions partielles de ces enregistrements). Nous avons cherché ensuite à dégager ce qui semble déterminant dans la pratique des enseignants interrogés et à faire des hypothèses sur les origines possibles de ces déterminations, ce qui a permis d'interroger notamment la formation initiale qu'ils ont reçue. Nous nous sommes intéressés également à ce qui est variable d'un enseignant à l'autre et ce qui semble commun, chaque enseignant étant considéré dans la cohérence de sa pratique. Dans un dernier temps, nous avons cherché à imaginer ce que pourrait être une formation continue à laquelle seraient conviés les enseignants interrogés. Ce compte-rendu est basé sur nos analyses et sur les échanges qui ont pu avoir lieu pendant l'atelier.

2- IMPACT DE LA FORMATION INITIALE SUR LA CONCEPTION DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

Nous avons commencé l'atelier par l'écoute d'un montage audio d'une heure composé d'extraits, de 15 minutes chacun, des entretiens menés avec quatre enseignants. Les extraits étaient conçus de manière à donner une idée d'ensemble sur les pratiques de préparations de ces collègues.

Jean-Michel, la quarantaine, bac D en 81, a fait des études de STAPS jusqu'à une première année de thèse, abandonnée pour des raisons familiales. Après un parcours en entreprise, il passe le concours PE un peu par hasard en 1990. Il devient IMF au bout de 5 ans. Il a travaillé plusieurs années au cycle 3 et depuis l'an dernier au cycle 2.

Dans le cours de ses études STAPS (mémoire de maîtrise, de DEA et début de thèse), Jean-Michel a cherché à développer des méthodes permettant de prendre en compte les différences d'apprentissage entre les élèves. Ce parcours vécu en tant que chercheur conditionne et alimente sa pratique : ses préparations sont toujours (dans toutes les matières) modulées en trois niveaux possibles, les élèves choisissant eux-mêmes le niveau qu'ils veulent atteindre selon le thème abordé. Il est donc centré en priorité sur les méthodes différenciées et les dispositifs.

Il conçoit les mathématiques comme une série d'obstacles à passer, avec des seuils et des caps. Il s'appuie sur les documents d'accompagnement des programmes pour déterminer les objectifs à atteindre et construire une progression et une programmation. En mathématiques (contrairement à sa pratique dans d'autres disciplines, et notamment en français) il s'appuie sur un manuel, car il a besoin d'un cadre. Au cours de sa formation initiale à l'IUFM, il a rencontré des formateurs dont certains étaient engagés dans le groupe Ermel et d'autres dans l'écriture de Diagonale. Les documents sur lesquels il s'appuie reflètent ces rencontres : documents issus de sa formation initiale, des documents Ermel, des manuels ou livre du maître Diagonale.

Dans le cas de Jean-Michel, c'est donc toute la formation initiale qui structure sa pratique : position de chercheur et de développeur d'outil pour différencier sa pratique, appui sur des documents avec lesquels il s'est familiarisé en formation initiale.

Philippe, qui a la cinquantaine, a passé le concours de l'école normale alors qu'il était au collège. Il a passé un bac B en 1975. Il a commencé sa carrière comme modulateur dans une école d'application et a passé le CAFIPEMF à 29 ans, vivement encouragé par ses collègues, pour devenir « comme les autres ».

Quand il était à l'école normale, le directeur était l'auteur d'un manuel très connu (Eiler). Philippe s'est s'adapté aux évolutions successives des instructions officielles, en particulier en ce qui concerne l'importance des situations de découverte. Les élèves de sa classe ont un manuel.

Tout se passe comme s'il y avait deux parties très différentes dans sa conception de la planification en mathématiques : les situations de découverte et le travail au quotidien.

Les situations de découverte sont le support de ses relations en tant que Maître-Formateur avec les stagiaires PE : il s'agit des séances qu'il choisira de présenter s'il a des stagiaires en observation, ou bien dont il délèguera la préparation et la réalisation si les stagiaires doivent pratiquer dans sa classe. L'ouverture à des documents très divers est donc grande dans cette partie.

Au quotidien, même s'il n'a pas trouvé le document idéal, il apprécie que les élèves s'habituent au travail avec un manuel, ce qui lui semble important également pour le collège.

L'influence de sa formation initiale demeure importante dans la conception des mathématiques et de leur enseignement, il se réfère d'ailleurs, pour lui-même, au manuel Eiler et au livre du maître associé qui se trouvent toujours dans la classe en cas de doute sur le contenu mathématique.

La relation avec l'élève lui semble dans tous les cas primer sur le contenu. Suivre un manuel offre un support qui permet de centrer son attention sur cette relation. Pourtant il ne suit pas totalement le manuel, en particulier en ce qui concerne les découpages : il préfère rester longtemps sur un thème plutôt que d'alterner.

Dans le cas de Philippe, en mathématiques, la formation initiale, bien que lointaine, reste très présente sur la conception du contenu, notamment en terme de progression. Les variations que Philippe apporte en s'adaptant aux programmes successifs jouent plutôt sur la forme. Ce qui lui semble important, c'est d'être suffisamment disponible pour répondre aux demandes des élèves.

Daniel, qui a lui aussi la cinquantaine, est de la même promotion que Philippe. Il a longtemps entraîné des équipes de basket de niveau national. De formation littéraire, il a subi de plein fouet la réforme des maths modernes, qui lui sont restées totalement étrangères. Il a pourtant un très bon rapport avec les mathématiques.

Il regrette le temps où il suivait ses élèves de CM1 en CM2 parce que cela lui permettait une planification en mathématiques qu'il estimait plus cohérente. Depuis quelques années il enseigne en CM2.

Pour Daniel, les dernières années de l'école primaire doivent donner des bases solides pour le collège. Son outil de travail est le cahier qu'il fait écrire aux élèves, qu'il destine à une consultation régulière pendant plusieurs années, ce que certains anciens élèves lui confirment.

Son enseignement est de facture très classique, ce que Daniel assume pleinement. Il est assez « imperméable » à ce qu'il considère comme des modes pédagogiques. En ce qui concerne les documents, il s'appuie sur des ouvrages qui recouvrent l'ensemble des années de sa pratique professionnelle (du Eiler aux ouvrages actuels).

Dans l'entretien, il parle de mathématiques (c'est un des rares à le faire), il n'hésite pas à justifier ses choix de façon précise et cohérente, notamment en ce qui concerne sa progression. Cette cohérence dans l'articulation des savoirs rend difficiles les changements demandés par les programmes successifs.

Le montage audio mis à la disposition des participants a provoqué des réactions très tranchées. Sur certains points, Daniel semble proche des pratiques d'avant 1945, ce qui peut d'ailleurs conduire à des hypothèses concernant l'origine de la pratique de Daniel qui remonterait non pas à sa formation initiale mais à son passé d'élève (ce que l'entretien ne permet pas de dire). Le modèle de l'entraînement sportif joue également un grand rôle dans sa conception de l'enseignement (pas seulement en mathématiques). La finalité de l'enseignement des mathématiques telle qu'il la conçoit guide toute sa pratique.

Daniel apparaît comme un artisan dans sa pratique de préparation : il s'appuie rarement sur des documents tout faits. Par exemple, il trouve que les problèmes des manuels sont souvent trop simples (une seule opération en jeu) ; il apprécie de pouvoir s'appuyer sur une iconographie ou un habillage, mais en retravaillant le contenu.

Son document « cahier de l'élève » présente une structure très stable en terme de progression, et en même temps il est en perpétuel chantier pour les détails de l'activité.

Dans le cas de Daniel, le rapport personnel aux mathématiques, sans doute acquis en tant qu'élève, est prépondérant. Il produit ainsi une « œuvre » très personnelle, en y prenant grand plaisir. Les documents à sa disposition sont comme des ingrédients d'une cuisine qu'il accommode à son goût.

Bénédicte, bac B, la quarantaine, licence de géographie, a passé le concours de l'école normale en 84/85 (elle l'a préparé en « bachotant » à l'université). Elle n'a passé qu'une première année à l'école normale du fait d'un congé maternité. Elle n'a pas confiance en elle en mathématiques, du fait de son profil plutôt littéraire et de ce qu'elle considère comme son manque de formation. Elle enseigne depuis huit ans en CM1 dans une école de milieu social favorisé, après avoir passé ses huit premières années d'exercices dans des quartiers difficiles. Elle a presque toujours eu « des grands » avec lesquels elle se sent à l'aise.

Elle s'appuie sur un livre du maître (Math-Outil, Magnard) qu'elle utilise depuis longtemps. Même si elle fait allusion à d'autres documents, celui-ci est son outil de référence. Cette année, les élèves ont le manuel correspondant. Elle décrit ce livre du maître comme étant suffisamment simple et clair, il lui convient parce qu'il est à sa portée. En particulier, il propose une organisation par périodes de six semaines qui lui semble suffisamment réaliste et conforme aux programmes : on peut s'appuyer dessus en toute sécurité. Ce caractère rassurant est décisif pour Bénédicte, qui est mal à l'aise en mathématiques du fait de son histoire personnelle (parcours littéraire, manque de formation). Ce livre du maître semble constituer l'épine dorsale de sa pratique en mathématiques : il lui a permis de se former et de développer une pratique qui lui semble conforme à ce qui est attendu d'elle. Elle ne prend sans doute pas beaucoup de plaisir à cette partie de son enseignement, mais elle s'est ainsi donné les moyens de le réaliser de façon satisfaisante.

Elle considère que les mathématiques c'est difficile, pour elle comme pour ses élèves. Les modifications qu'elle apporte aux textes des problèmes vont dans le sens de la simplification (par exemple, pour les problèmes, elle préfère qu'il n'y ait qu'une seule opération en jeu). Il lui semble très important que les élèves réussissent à résoudre des petits problèmes, pour ne pas les décourager. On peut d'ailleurs remarquer que les « problèmes », en mathématiques, apparaissent comme une catégorie à part entière et comme une source de difficulté, alors que, par exemple, elle considère la numération et les décimaux comme « pas si difficile que ça ».

Dans le cas de Bénédicte, c'est la peur de ne pas être à la hauteur, en mathématiques, qui détermine ses choix : un livre du maître simple et structurant, des activités à la portée des élèves. C'est la perception d'un manque de formation en mathématiques qui est prépondérante.

En conclusion de cette première partie, d'une façon générale, dans ces entretiens et dans ceux que nous n'avons pas présentés dans cet atelier, l'impact du parcours initial semble décisif : études, y compris parfois en tant qu'élève de l'école élémentaire, formation professionnelle initiale. Selon les professeurs, ce ne sont pas les mêmes éléments du parcours qui sont déterminants.

Par contre, le parcours en tant que professeur, l'expérience acquise avec les années de pratique interfèrent finalement assez peu avec la pratique de préparation en mathématiques. Insistons sur le fait que ces rencontres décisives avec des éléments de formation en mathématiques sont très précoces, attachées le plus souvent aux contenus dispensés dans l'institution de formation, parfois à ceux d'une institution de formation auxiliaire (manuel, livre du maître, voir Neyret 1995). L'impact effectif de la formation initiale semble donc très important quand on se centre, comme nous l'avons fait, sur le contenu en jeu en mathématiques. En particulier, les documents qui sont présentés et étudiés en formation jouent souvent un rôle décisif comme modèle, notamment pour les progressions et la conception des mathématiques. Il nous semble que ces constatations, si elles se vérifient dans une étude plus large, pourraient conduire à une réflexion spécifique sur la place de l'étude des documents (et notamment des manuels) dans la formation initiale.

3- CONSÉQUENCES POUR LA FORMATION CONTINUE

La deuxième séance de l'atelier a commencé par l'écoute d'un montage audio extrait des entretiens menés avec cinq enseignants, dont les quatre précédents. L'ensemble, d'une durée de 15 minutes, était centré sur les demandes formulées par les collègues en matière de documents ou de formation ou bien sur les aspects plus ouverts de leur pratique.

L'objectif de cette séance était d'imaginer une formation continue possible dans laquelle nos cinq enseignants seraient des stagiaires.

La pratique différenciée de **Jean-Michel** le conduit à privilégier des activités dans lesquelles il peut identifier des variables didactiques. Ses pratiques pédagogiques sont tout à fait stables. Il peut être demandeur de nouvelles activités, mais dans certaines conditions : elles doivent être précisément analysées et décrites en terme de variables de manière à pouvoir s'intégrer dans le dispositif général qu'il a conçu ; elles doivent permettre de combler un manque dans les documents sur lesquels il s'appuie déjà. Il peut également être demandeur de formes d'activités décalées par rapport aux progressions : jeux, rallye, etc. On imagine mal que ce collègue, qui fournit déjà un travail énorme pour articuler ses progressions et différencier les activités, puisse être demandeur d'une formation trop généraliste qui ne s'adapterait pas à ses demandes précises. Grosso modo, s'il était l'unique stagiaire d'une formation continue, il conviendrait de lui demander préalablement d'examiner, dans son dispositif, les situations soit manquantes soit peu satisfaisantes pour travailler avec lui sur ces objets précis.

Etant donné ce que nous connaissons de **Philippe**, il peut toujours être demandeur de nouvelles idées concernant les situations de découverte. De plus, l'entretien met en évidence certaines difficultés qu'il ressent, malgré sa grande expérience. En particulier, il lui arrive encore d'être surpris par certaines réponses ou procédures des élèves. Il est parfois désarmé devant certains élèves en échec dans toutes les disciplines. Par ailleurs, il s'interroge sur les dispositifs d'aide aux élèves qui, ponctuellement ou de façon durable, sont en difficulté : il est réticent à l'idée de les extraire, même ponctuellement, du groupe-classe ; il voit mal comment gérer différents groupes à l'intérieur du groupe-classe. C'est sans doute sur ces aspects de gestion des différences, à la fois pédagogique et didactique, que Philippe serait le plus demandeur en terme de formation continue.

La pratique de **Daniel** est délibérément construite, cohérente. Il sait qu'elle est marginale, au moins sur le plan de la forme pédagogique. Sa pratique intègre régulièrement de nouveaux problèmes et de nouvelles activités et il s'appuie sur une grande diversité de documents. Son plaisir à parler de mathématiques -et sans doute à en faire-, est tout à fait évident. On peut imaginer qu'il ait du mal à s'inscrire dans une formation continue : il se perçoit comme marginal et, en même temps, il est l'artisan perfectionniste de sa pratique en mathématiques. Pour lui convenir, une formation continue en mathématiques devrait être centrée explicitement sur le contenu mathématique à l'exclusion de toute question concernant les démarches pédagogiques. On l'imagine ainsi en train de résoudre des problèmes de mathématiques et de construire de nouvelles architectures pour sa classe.

Bénédicte « est » non scientifique : maintenant, dans sa carrière (elle a presque vingt ans d'ancienneté), il s'agit d'une donnée. Elle retient des injonctions actuelles la nécessité de travailler avec un manuel et un livre du maître, ce qui lui permet par ailleurs d'être rassurée sur sa pratique en mathématiques. L'usage du manuel en classe donne une régularité et une simplicité au quotidien. Mais le livre du maître, même si elle déclare l'avoir choisi parce qu'il lui semblait accessible, lui paraît encore trop compliqué. Elle se plaint notamment de l'usage de termes trop techniques, à la limite du jargon (comme algorithme et cardinal). Pour lui convenir, il devrait exister des stages de formation continue spécifiquement adressés à des non scientifiques. De plus, Bénédicte a déjà beaucoup investi dans l'étude du livre du maître sur lequel elle s'appuie ; une formation qui serait tournée vers l'étude de documents qui ne pourraient pas s'intégrer dans une pratique basée sur le manuel choisi serait donc inutile. Elle apprécierait sans doute d'être aidée dans la compréhension de certains éléments obscurs de ce livre du maître et de l'usage qu'il convient d'en faire.

Nous avons intégré au corpus écouté dans cette deuxième partie quelques minutes extraites d'un entretien avec une nouvelle enseignante. **Martine**, bac D, la quarantaine, a été éducatrice spécialisée pendant dix ans. Elle passe le concours d'instituteur en 1989, entre à l'EN et sort de l'IUFM avec le concours PE. Elle passe le CAFIPEMF au bout de 5 ans d'ancienneté. Elle a travaillé en maternelle (cycles 1 et 2 et direction), puis au CP depuis quatre ans.

Nous lui avons demandé ce qu'elle voudrait comme document « si c'était son cadeau de rentrée », Martine s'exclame qu'elle voudrait un document dans lequel elle puisse « comprendre pourquoi les élèves ne comprennent pas ! ». En lecture, elle estime déjà disposer de ce type d'ouvrages, mais pas en mathématiques. Elle se trouve prise au dépourvu pour faire des propositions alternatives aux élèves qui ne comprennent pas (qu'elle estime à 20%). Elle identifie de façon pertinente certaines notions ou techniques qui sont susceptibles de ne pas « passer » au CP. Elle ne demande pas de recette miracle, mais une façon de voir les choses autrement. Nous avons choisi de l'ajouter au corpus parce que Martine est explicitement demandeuse, ce qui est rare. Une formation continue qui pourrait l'intéresser en mathématiques serait donc basée sur l'analyse des difficultés résistantes des élèves de cycle 2, notamment sous la forme d'un groupe de recherche-action qui étudierait l'impact, sur des élèves en grande difficulté, de propositions alternatives.

Comment conclure d'une façon générale ? Une synthèse est difficile à faire et c'est le premier intérêt de ce corpus : il y a peu de facteurs communs entre ces cinq enseignants, la formation continue collective est donc une ambition difficile.

Il y a tout de même des points communs. Le premier c'est qu'aucun des collègues interrogés ne présente une pratique figée : chacun travaille et fait évoluer, de façon régulière, certains éléments de son enseignement de mathématiques. Nous avons conclu la première partie par la constatation d'une régularité dans le fondement de la pratique des mathématiques, ce que nous voyons ici c'est la variation du quotidien. Cette nécessaire recherche de nouveauté a deux origines : d'une part le professeur doit se « ressourcer » pour continuer à enseigner (il s'agit d'un aspect décrit en terme d'obsolescence par Guy Brousseau, 1998) ; d'autre part les élèves apportent leurs difficultés, qu'elles soient ponctuelles ou récurrentes et le professeur doit faire preuve d'imagination pour chercher à y répondre. On trouve donc deux voies pour des propositions : certaines tournées vers de nouvelles ressources pour le professeur, d'autres vers une prise en compte plus fine de certaines difficultés des élèves en mathématiques.

Un premier type de formation continue pourrait donc être tourné vers de nouvelles ressources ou de nouvelles motivations pour enseigner les mathématiques. Mais il existe une contrainte majeure : un éloignement trop grand de la pratique d'un professeur donné conduit a priori à l'inefficacité d'une telle action. Le professeur y prendra peut-être du plaisir, ou un intérêt intellectuel, mais sans impact dans sa pratique. Insistons sur le fait que ce n'est pas du fait d'une « mauvaise volonté », mais parce qu'il n'est pas possible de bouleverser l'équilibre d'une pratique.

Un deuxième type de formation continue pourrait être tourné vers l'étude des difficultés des élèves. Il s'agirait d'une part de mieux les comprendre et d'autre part de rechercher des pistes permettant leur dépassement. Dans cette optique, il ne s'agit pas de remettre en cause une pratique régulière de classe, qui convient à une grande majorité d'élèves, mais de savoir qu'est-ce qu'on peut lui ajouter, à la marge, pour aider ponctuellement certains élèves, au sujet de certaines notions.

Les éléments de choix entre ces deux entrées dépendent non seulement du type de stage mais également des pratiques effectives, du « profil » des professeurs. Quand c'est possible, un questionnement préalable sur ces pratiques effectives, du type de celui que nous avons mené (sous une forme plus légère, questionnaire par exemple) serait susceptible d'éclairer le formateur sur les éléments stables et sur les ouvertures potentielles. En absence de toute information, l'entrée par les difficultés récurrentes des élèves semble la plus susceptible de recueillir l'adhésion d'un groupe réuni au hasard, pour autant qu'il soit au moins centré sur un cycle de l'école.

RÉFÉRENCES

BROUSSEAU Guy, 1998, *Théorie des situations didactiques*, 395p, ed. La Pensée Sauvage, Grenoble.

NEYRET Robert, 1995, *Contraintes et déterminations des processus de formation des enseignants*, Thèse de l'Université de Joseph Fourier de Grenoble, ed. Laboratoire Leibniz

N.B. Nous ne donnons pas ici les éléments de bibliographie existant sur le sujet. Nous trouvé un certain nombre de références qui s'intéressent au travail du professeur hors classe, pas particulièrement en mathématiques, notamment dans des publications anglophones. Il n'existe pas à notre connaissance de travail exhaustif concernant le sujet abordé par cet atelier.

Annexe 1
Jean-Michel

Jean-Michel, 41 ans, 2 enfants

PARCOURS FORMATION INITIALE

Après un BAC D obtenu en 81, Jean-Michel est entré à l'UFR STAPS. Dès la deuxième année à l'UFR, les élèves du premier degré lui apparaissent « plus motivés que les élèves du second degré ». Il passe le concours d'instituteur, et échoue à cause d'une orthographe instable. S'oriente vers une licence type recherche, maîtrise, puis DEA. Arrête sa thèse pour des raisons familiales, puis monte une société. S'inscrit au concours un peu par hasard en 1990, parce qu'une amie lui a demandé de l'aider à préparer le concours !

Jean-Michel se décrit comme un chercheur. Son travail de recherche a porté sur la différenciation, depuis la maîtrise, il poursuit ce thème en DEA, thèse, dossier de PE, puis mémoire professionnel PE et mémoire CAFIMF.

PARCOURS PROFESSIONNEL

Jean-Michel devient IMF assez rapidement (au bout de 5 ans d'expérience professionnelle). Très actif au sein de l'IUFM, Jean-Michel participe aux groupes Sciences et Mathématiques dans le cadre de la formation de formateurs.

Depuis le début de l'année, Jean-Michel a une classe de CE1-CE2, après avoir eu pendant deux ans une classe de CP-CE1. Auparavant, il enseignait en cycle 3.

USAGE DE DOCUMENTS

Jean-Michel utilise beaucoup ERMEL et Diagonale, mais également les différents manuels dont il peut disposer en spécimen. À chaque fois qu'il cite ces deux collections, il insiste sur leurs auteurs qu'il connaît (Luce Dossat, avec qui il a travaillé pour le rallye mathématique, Jean-Luc Brégeon pour Diagonale et Nicole Bouculat pour ERMEL). Mais il n'hésite pas à s'approprier d'autres sources et à les modifier pour les adapter à son projet d'enseignement. Il se sert encore de ses cours de PE.

Les mathématiques sont la seule matière où il a utilisé systématiquement un manuel, et cela dès le début de sa carrière.

Ses élèves ont un fichier ERMEL cette année, («Les élèves n'ont un fichier qu'en maths, ERMEL cette année, Maths en herbe l'année dernière », dont il n'était pas satisfait des modes d'introduction des connaissances). En fait, les années précédentes, il faisait « du ERMEL sans le savoir ».

Jean-Michel essaie de se tenir au courant des nouveautés. Curieux, il allait voir ses collègues et passait du temps dans les librairies. Maintenant, sa fonction de maître formateur lui permet d'aller voir des stagiaires ; il n'hésite pas à se renseigner auprès d'eux (« les stagiaires me tiennent au courant des dernières nouveautés à l'IUFM, ils grattent pour toi, en fait ! »)

PLACE DES MATHÉMATIQUES DANS L'ENSEMBLE DES MATIÈRES ENSEIGNÉES ET CONCEPTION DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

Sa conception de l'enseignement en général, et de l'enseignement des mathématiques en particulier, est très fortement influencée par sa formation à l'UFR STAPS. Il cite en permanence l'importance qu'il accorde à la différenciation.

Dans le cadre de son organisation avec son modulateur, Jean-Michel ne veut lâcher aucune matière, donc son modulateur intervient sur la géométrie et Jean-Michel intervient sur le reste.

PLANIFICATION ET ORGANISATION DU TRAVAIL DE L'ANNÉE SCOLAIRE

Jean-Michel décrit l'organisation de son travail à l'année et considère qu'il a en fait plus de deux niveaux. Les modes d'organisation de la classe à double niveau sont très souples. Quand certains élèves de CE1 font une activité de recherche, il fait faire la même aux CE2 en jouant avec les variables.

« Je ne sais pas comment j'entre ». Jean-Michel met en place un premier bilan, qui lui sert pour détecter les difficultés des élèves. « J'ai en gros un programme et j'introduis les éléments en lien avec la vie de classe ». Jean-Michel montre son document de progression qui repose sur l'aide à la programmation des documents d'application des programmes. « Cela fait quand même une programmation ». Il pointe au fur et à mesure que les situations ont été rencontrées pour mettre en évidence les aspects traités. Ce document lui permet de voir quand et combien de fois les différents aspects ont été abordés. Son modulateur a du mal à rentrer dans le dispositif que Jean-Michel a mis en œuvre. « Je ne peux pas lui en vouloir, ce n'est pas lui qui l'a construit ».

Jean-Michel insiste beaucoup sur la demande des élèves pour déterminer l'ordre dans lequel il traite les différents aspects et sur la description de la fonction de son outil « Comme j'ai un fonctionnement souple, il ne faut pas que je me perde ; donc j'ai besoin d'un outil rigide ».Le document lui sert à déterminer : « Ce que je peux faire, ce que je dois faire, ce que j'ai déjà fait ».

ORGANISATION D'UN THÈME DONNÉ

Pour travailler ses thèmes, Jean-Michel utilise des activités ERMEL ou bien des activités qu'il a construites lui-même. Par rapport au fichier, Jean-Michel « ose sauter des pages, revenir en arrière, passer moins de temps, passer plus de temps ».

ORGANISATION DES SÉANCES

Jean-Michel présente un document sur la mise en place de la multiplication : le jeu des puces. « Un classique d'ERMEL que j'ai adapté, l'enrobage a été modifié, ainsi que les couleurs sur les étiquettes des objets des différents rangs. »

« Je suis en perpétuelle recherche, j'aime bien tester, donc du coup mes documents ne sont pas très stables ». Jean-Michel décrit une préparation qu'il a mise en œuvre l'année précédente : le document présente les trois niveaux de résolution d'un même problème . Tous les élèves ne passent pas par tous les niveaux. Jean-Michel décrit la procédure d'individualisation qu'il a mise en place (avec parcours dans les trois niveaux qu'il a élaborés).

Jean-Michel décrit les modes de reconstruction des activités de mathématiques : les supports trop coûteux en feuille, (modification de forme), pour d'autres, c'est la consigne qu'il retravaille. Ensuite, il y a les modifications induites par les élèves ou la vie de classe : « les transformations vont être de l'ordre du didactique ». Et puis, le dernier aspect qui lui tient beaucoup à cœur : les situations de recherche, d'expérimentation.

PRISE EN COMPTE DES ÉLÈVES

L'individualisation de l'enseignement fait partie de manière intrinsèque de sa philosophie de l'enseignement. En conséquence, il décrit des pratiques de prise en compte des besoins spécifiques de ses élèves. Dans le cadre de descriptions globales, Jean-Michel insiste sur le droit qu'ont les élèves de revenir sur ce qui a été mis en place en utilisant des procédures non expertes (cite un exemple par rapport à la lecture et l'utilisation de « méthodes plus controversées à l'IUFM ») ; « Ce n'est pas la peine de lui faire faire des choses trop compliquées, je reviens à des apprentissages de base ».

« J'essaie de créer le sentiment chez l'élève de déterminer son niveau, sans se surestimer, ni se sous-estimer ».

IMPRESSION GÉNÉRALE DE L'ENTRETIEN

Jean-Michel construit minutieusement, depuis de nombreuses années, l'instrument de son enseignement des mathématiques. Même s'il s'agit d'une construction très personnelle, celle-ci se fait en conformité avec la représentation qu'il a de l'institution à laquelle il appartient.

Jean-Michel est un bricoleur, un artisan, qui dans le cadre de son projet global, a un grand souci du détail. Il a aussi un côté chercheur : tester de nouvelles activités, se tromper, analyser a posteriori ses erreurs, identifier de nouvelles variables. C'est ce dernier aspect qui lui plaît dans l'enseignement des mathématiques, parce que cette identification est capitale pour son projet de différenciation.

Annexe 2
Philippe

Philippe n'affiche pas d'intérêt particulier pour les mathématiques, pas de dégoût non plus. Quand il prend des exemples spontanément, c'est surtout en français. Il ne parle pas vraiment des mathématiques et préfère parler des élèves, de l'ambiance de classe, notamment quand il fait allusion au travail avec des professeurs stagiaires.

PARCOURS FORMATION INITIALE

Philippe a passé le concours de l'EN en 3^{e} (dernière année du concours niveau 3^{e}), pas particulièrement par vocation, mais parce que le collège l'a poussé à le faire. A passé un Bac B d'économie parce que c'était le plus polyvalent, une sorte de moyenne entre ses intérêts.

PARCOURS PROFESSIONNEL

À la sortie de l'EN, s'est retrouvé 'modulateur' en école d'application (les premières années de ce système), comme le lui a conseillé le directeur de l'EN « très docile, j'ai suivi ». Étant en école d'application, il aspire à devenir « comme les autres » et passe de CAFIPEMF à 29 ans.

Il a passé 13 ans dans une première école d'application, en CP – CE1, puis, en 1991, a changé d'école à cause d'une suppression de classe. Il enseigne depuis en CM (1 ou 2) et se sent bien dans ce niveau scolaire.

USAGE DE DOCUMENTS EN CLASSE

Philippe n'a pas trouvé de manuel qui lui convienne totalement et n'est pas sûr qu'il y en ait un vraiment idéal pour lui, mais chaque élève en a un (Diagonale en CM1 édition 95, Quadrillages en CM2 depuis 3 ou 4 ans). Il pense que c'est important pour de futurs collégiens d'apprendre à utiliser un manuel. Il considère par ailleurs que c'est trop cher de les changer régulièrement et que cela n'en vaut pas la peine car souvent il y a peu de changements. Les manuels de sa classe, par exemple, ne sont pas en euro mais il considère que ce n'est pas important du point de vue des notions abordées et que, par ailleurs, cela permet de poser le problème de la conversion.

Pour Philippe l'usage d'un manuel en classe est intéressant par la présence de ce qu'il y a à retenir, la commodité du recours aux exercices pour les devoirs ou, par exemple pour la proportionnalité, par la présence de graphiques bien faits. Les élèves ont par ailleurs un cahier de leçon qui, d'une part, a un autre statut et d'autre part permet de s'entraîner en vue du collège à la prise des notes en prenant des habitudes de présentation. Certaines années, il utilise un classeur et les élèves doivent trouver comment s'organiser pour classer leurs feuilles. Le manuel n'est pas utilisé tout le temps et les élèves ne le sortent pas de façon systématique lorsqu'une leçon de mathématiques est annoncée, ils peuvent ainsi rester une semaine sans y recourir.

En complément, Philippe utilise des documents de la vie courante (publicité de réduction pour les pourcentages, par exemple), et aussi des exemples qu'il copie au tableau ou photocopie dans des manuels. C'est important pour lui de donner du sens à l'activité, sinon les élèves en difficulté ne voient pas pourquoi certaines notions sont abordées. Il faut trouver des supports authentiques pour les mathématiques comme pour les autres disciplines, et montrer aux élèves que tout est lié, par exemple on fait des maths aussi en géographie, avec les tableaux.

USAGE DE DOCUMENTS POUR LE MAÎTRE

Philippe utilise plusieurs livres, y compris un peu anciens (Eiller, dont il a le manuel et le livre du maître CM2). Philippe a le livre du maître de Quadrillage (manuel de la classe) mais croyait ne pas l'avoir, il ne l'utilise pas (en tout cas pas souvent). L'usage d'un manuel date de l'époque où M. Eiller, alors directeur de l'école normale de Clermont-Ferrand, jouait un rôle important. À l'époque, il utilisait son manuel « pas pour lui faire plaisir ».

Pour Philippe, le livre du maître « permet de se replonger dans les notions mathématiques » car il estime ne pas pouvoir tout faire et facilite le choix des approches pédagogiques.

Avant la rentrée, Philippe va dans une librairie feuilleter les nouveautés.

Il pense qu'entre collègues ils pourraient aller plus loin qu'un échange d'exercices à la photocopieuse ou au polycopieur, et notamment faire des évaluations communes, mais considère que c'est compliqué, surtout quand on est IMF avec le même modulateur car il n'y a pas de décharges en même temps. Dans le cadre du projet d'école, des échanges sur les pratiques dans les classes ont permis de constater qu'ils faisaient des choses comparables.

PLACE DES MATHÉMATIQUES DANS L'ENSEMBLE DES MATIÈRES ENSEIGNÉES ET CONCEPTION DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

Les mathématiques représentent un horaire assez lourd. Elles sont partagées avec le modulateur, qui fait la géométrie. Parfois ce n'est pas facile de savoir qui fait quoi mais globalement cette répartition fonctionne bien car la 'doublette' est stable depuis longtemps.

Selon Philippe il ne faut pas apprendre seulement « des mécanismes » car il est nécessaire de travailler sur le sens pour donner une cohérence aux apprentissages.

PLANIFICATION ET ORGANISATION DU TRAVAIL DE L'ANNÉE SCOLAIRE

En CM1 Philippe insiste sur la numération, notamment la différence entre chiffre et nombre, l'écriture des grands nombres. Les élèves sont demandeurs sur les décimaux et surtout la division « quand on saura faire la division on sera des grands ».

Il ne suit pas les manuels dans le fractionnement des thèmes, il préfère passer longtemps sur le même thème plutôt que morceler.

Philippe prévient ses élèves que la numération sera une notion importante au moment de l'apprentissage de la division qui voient alors « tout d'un coup » à quoi ça sert.

Il considère qu'il ne fait pas assez de calcul mental, mais qu'il ne faut pas faire seulement des mathématiques et du français comme on le voit parfois, aussi il estime que ce n'est pas facile d'arriver à tout faire car il y a moins de temps pour faire plus de choses et les familles attendent toujours plus de l'école. Il lui semble qu'il arrivait à faire plus de choses quand il avait sa classe sur 27 heures.

Philippe montre le début de son classeur, dans lequel il a collé le référentiel des compétences dans l'ordre des chapitres qu'il a adopté en suivant approximativement la progression du manuel.

ORGANISATION D'UN THÈME DONNÉ

Philippe n'a pas vraiment choisi un thème pendant l'entretien, mais la division est très souvent évoquée. Il confie sa peur de la division lorsqu'il a commencé à enseigner au CM et dit se reposer la question, tous les ans ou tous les deux ans, de son introduction. Il l'aborde au deuxième trimestre du CM1, et la reprend au premier trimestre du CM2.

Pour la division, il demande spécialement aux parents de ne pas intervenir « n'y touchez pas / laissez moi faire / faites confiance aux enseignants » et les prévient que ça va durer un mois, que l'opération ne sera pas en place tout de suite. Le fait d'y passer du temps permet de comprendre qu'une acquisition, ça ne se fait pas en un clin d'œil. Pour les notions nouvelles, il cherche dans les manuels, les livres du maître, les différentes modalités de leur introduction. C'est en général sur ces parties qu'il aime avoir des stagiaires en formation.

ORGANISATION DES SÉANCES

Souvent il commence par un travail collectif au tableau pour « rassembler » les élèves et il aime bien envoyer des élèves au tableau, pas toujours les mêmes, y compris les élèves en difficulté.

Pour certaines notions il met en place des rituels, demande des formulations auxquelles il tient car il pense que les élèves peuvent avoir besoin d'un apprentissage rigoureux dans ces moments là.

PRISE EN COMPTE DES ÉLÈVES

La soustraction est une opération très difficile, même en CM. : « Les élèves peuvent donner des résultats incohérents et parfois plus grands que le nombre d'en haut, ils touillent à leur façon ». C'est un problème qui surgit si on apprend seulement des mécanismes, Philippe estime qu'il faut apprendre aux élèves à vérifier et aussi à anticiper le résultat.

Il considère que l'enseignement dans un certain niveau pendant plusieurs années permet de « rebondir » s'il y a une remarque imprévue car il y a la possibilité de revenir à ce qui a déjà été fait « vous vous souvenez quand on a fait ... ».

Il y a des enfants qui « sont de gros problèmes », et il n'y a rien pour « les enfants qui ne sont pas débiles ou retardés mentalement mais qui ont besoin de plus de temps ».

Philippe tient beaucoup à la notion de groupe classe, à la complicité avec les élèves. Dans cette école, les élèves disent « c'est les Dupont » en utilisant le nom de leur maître, ça l'a surpris au début mais trouve à présent que cela donne une identité au groupe qui lui convient.

Annexe 3
Daniel

Daniel, 47 ans, passe le dernier concours de l'école normale en 3ème. Bac en 1975 puis deux ans de formation professionnelle à l'EN. Devient instituteur à 18 ans. Pas très matheux, a mal digéré les maths modernes qu'il rencontre autour de la 3ème. Il a retrouvé ses maths à l'école, en enseignant, et s'est un peu spécialisé en maths (décloisonnement dans l'école).

PARCOURS PROFESSIONNEL

23 ans dans l'école dans laquelle il enseigne actuellement. Sportif, basket ball et entraîneur en National 1 et National 2, son engagement comme éducateur sportif joue un rôle important dans sa vie professionnelle.

USAGE DE DOCUMENTS

Oscille entre le passé et le présent. Certaines années, les élèves ont le Eiller dans leur case, Daniel l'utilise pour des exercices, mais pas cette année. Il réfère à Eiller, C.L.R., Math quadrillages, Problèmes choisis pour le CM2, fichier, au sujet duquel il dit « je ne suis pas fiche mais je pique par ci par là ». Il connaît bien les documents qu'il utilise : « quand je suis à tel endroit je sais où retrouver le problème qui m'intéresse ».

Au cours de l'entretien, Daniel fait référence à beaucoup de documents, qu'il utilise comme source de problèmes ou d'exercices. Il n'en privilégie pas vraiment une, et se dit rarement satisfait par les problèmes proposés, qui, par exemple, dans un chapitre sur la division vont être centrés uniquement sur la division, alors que Daniel tient au mélange des opérations dans un même problème pour ne pas conditionner les élèves. Il fabrique donc des problèmes plus variés, souvent en s'inspirant d'une base existante.

La confection du cours et l'organisation mathématique, qui est essentielle pour lui, reste assez mystérieuse, Daniel fait allusion aux anciens collègues et aux manuels comme les bases qui lui ont sans doute permis, vraisemblablement il y a longtemps, de structurer son enseignement.

PLACE DES MATHÉMATIQUES DANS L'ENSEMBLE DES MATIÈRES ENSEIGNÉES ET CONCEPTION DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

L'école primaire doit préparer au collège, il faut des bases solides en mathématiques et en français. « Je force beaucoup sur français maths ». En maths ce qui est prioritaire c'est « compter », c'est-à-dire savoir les opération parfaitement, les techniques mais aussi pourquoi, tout tourne autour des problèmes. La numération c'est fondamental, il faut faire marcher la mémoire et le calcul mental au quotidien, à tout propos. En géométrie, les notions de base élémentaires.

Daniel se situe comme un enseignant « traditionnel » et de ce fait peut-être pas dans la norme actuelle.

L'analogie entre l'apprentissage à l'école et le sport est importante pour Daniel, la répétition, ce n'est pas la routine, quand on répète un geste, on l'améliore en même temps. En cohérence avec ce point de vue, Daniel fait beaucoup de petites évaluations, sur les bases. « Leur bible c'est le cahier de leçon, dans ce cahier tout ce qui est dedans est à savoir tout le temps, il peut y avoir un contrôle n'importe quand ». Il y a des choses qu'il est plus simple de savoir par cœur, et c'est important d'avoir des références, des exemples types dans le cahier de leçon.

PLANIFICATION ET ORGANISATION DU TRAVAIL DE L'ANNÉE SCOLAIRE

Daniel a pensé sa progression sur les deux années de CM, et il préfère avoir ses élèves pendant les deux ans. La progression sur le CM2 est plus rapide, elle « reprend tout » et Daniel en est moins satisfait. La progression sur CM1-CM2 pouvait tenir compte des périodes de l'année (par exemple la fatigue des élèves après les vacances de Noël).

En CM2 « Ma numération » jusqu'à Toussaint, et on y revient après, ensuite « Ma géométrie » après février. L'organisation des thèmes remonte dans le passé, Daniel parle d'anciens collègues et des manuels. Au début il mélangeait plus, mais il pense que pour les élèves moyens ou « moyens moins » (c'est le public qu'il vise) il ne faut pas trop s'éparpiller.

Le document qui organise la planification de l'année est un cahier d'ancien élève, photocopié ou conservé. Ce cahier s'améliore d'année en année, Daniel montre un cahier de CM1-CM2 d'il y a dix ans. « Tous les 2/3 ans je me refais mon cahier de leçon ». Daniel demande un cahier de leçon « bible » « qui est dans le cartable jour et nuit » et auquel « les élèves se réfèrent jusqu'en fin de collège » et un cahier d'exercices. L'un et l'autre sont très bien tenus, Daniel est très exigeant sur ce point. Le cahier d'exercices est corrigé très régulièrement.

Quand les programmes changent, « c'est souvent sur des détails. » Daniel insiste moins sur ce qui est sensé disparaître, mais la logique de la progression doit rester et les éléments essentiels restent. Par exemple, « La division des décimaux, je la montre, je la fais quand même ».

D'une façon générale, Daniel parle beaucoup de mathématiques dans l'entretien, et des enchaînements nécessaires ou naturels d'une étude à l'autre. Le point de vue qu'il adopte est le fruit d'une réflexion (qu'il n'aura pas le temps de livrer dans l'entretien). Par exemple, « pour la division je fais pas écrire les retenues », « je travaille très vite sur des grands nombres en début d'année ».

ORGANISATION D'UN THÈME DONNÉ

Si l'on prend l'exemple de la numération, Daniel reprend en début d'année le tableau de numération, en réservant la future place des décimaux par des pointillés. Il travaille sur les puissances (de base entière quelconque) puis sur les puissances de dix (avec décomposition des nombres en puissances de dix), avec l'idée d'arriver aux fractions et aux décimaux. Le tableau de numération revient avec les décimaux et l'introduction des fractions 1/10, 1/100, 1/1000 dans le tableau.

Ce qui est important pour lui c'est que les leçons s'enchaînent d'une façon logique du point de vue du savoir mathématique. Par exemple, il travaille les critères de divisibilité et ensuite les nombres premiers parce que ça serait dommage de ne pas le voir, il y a une logique et il pense que les élèves sont demandeurs. « Quand on fait ça [les critères de divisibilité] je ne me vois pas ne pas faire ça [les nombres premiers] »

PRÉPARATION AU QUOTIDIEN

Peu d'indication sur la préparation au quotidien, la planification au jour le jour est sans doute soutenue par le cahier et par des choix simples sur des variables pour les exercices. Daniel montre ce qu'il a fait ce matin : une fiche de calcul mental. L'énoncé a été préparé très vite à 8h25, « je sais ce que je vais faire, dominante les kilogrammes ».

ORGANISATION DES SÉANCES

Il parle souvent de variables locales qu'il juge importantes (comme ci-dessus, ne pas faire écrire les retenues pour la division), ou encore le type de calcul mental qu'il fait faire « j'aime bien faire -9, +101 » ou encore « quand on sait faire 3 x 4 alors on sait 300 x 400 », et aussi des erreurs types des élèves « quand on demande 50 - 25,2 on obtient 25,8 ou 25,2 ». Ou encore « j'aime bien ce problème parce qu'on peut le faire en une fois [en posant les opérations en ligne] ou en plusieurs [en rédigeant des phases successives]. Je leur dis avec les deux manières on a 20/20 mais peut-être que plus tard ça sera pas pareil. »

Daniel met « la barre un petit peu haut », ça lui semble nécessaire, en tout cas pour les qualités de rigueur de présentation, et pour les opérations de base (le calcul mental simple notamment, qui doit être automatisé).

Pendant le travail sur le cahier d'exercices, il essaye de corriger au fur et à mesure, mais sans donner la solution « je dis il y en a deux ou trois de faux mais je dis pas lesquels, c'est fastidieux mais important »

PRISE EN COMPTE DES ÉLÈVES

Daniel considère que son travail s'adresse particulièrement aux élèves « moyens moins », « les bons ils s'en sortiront toujours ». Si certains élèves ont fini avant les autres, ils peuvent faire autre chose (lire, etc.) mais ce n'est pas une vraie préoccupation. D'autant que l'écart a tendance à se réduire : « au début ça peut être de 1 heure à 5 heures pour le même travail », mais « ça se réduit il faut booster les gens ».

Il sait que les plus en difficulté ne pourront pas atteindre toutes ses exigences, mais qu'ils sortiront au moins avec les bases nécessaires pour aborder la suite.

IMPRESSION GÉNÉRALE DE L'ENTRETIEN

Daniel construit minutieusement, depuis de nombreuses années, l'instrument de son enseignement des mathématiques. Il s'agit d'une construction personnelle, faite de collages et d'adaptations à partir de documents existants. Ces adaptations sont visibles localement, mais il est plus difficile de comprendre comment la planification d'ensemble s'est faite.

Il a pris un réel plaisir à montrer ce travail, dont il est vraiment fier.

Annexe 4
Bénédicte

PARCOURS FORMATION INITIALE

Bénédicte a eu un bac B, puis une licence de géographie, en travaillant comme surveillante ; elle a passé le concours des écoles en 84/85, à l'époque où il fallait bac +2 ; elle a préparé le concours en cours du soir, pour cela elle avait pris une année sabbatique. Elle n'a fait qu'un an en Ecole Normale car elle a été enceinte, et elle trouve que cette formation initiale lui manque.

Elle se considère comme polyvalente, précisant que c'est peut-être un bien pour le métier, mais que ce n'est pas sûr.

PARCOURS PROFESSIONNEL

À sa sortie de l'E.N., elle a fait un an en CM2 dans un quartier facile, puis 8 ans dans une zone « ZEP puissance 10 », toujours des grands. Cela a été pour elle « un choc des cultures ». Ensuite elle est arrivée dans un quartier facile où elle a eu un CP pendant un an, puis la classe a fermé et elle est arrivée dans cette école de quartier socialement favorisé. Elle y est depuis 8 ans, en CM1 ; elle se trouve bien dans ce niveau, elle préfère les grands de 8 à 10 ans.

Elle est Professeur des Ecoles depuis cette année.

CLASSE

Cette année, la classe compte 27 élèves, elle trouve ça correct au regard d'autres années où elle a pu aller fréquemment jusqu'à 33 élèves. La salle est bien remplie, il y a 18 garçons, ce qui donne une classe « vive ».

Il y a peu de documents didactiques aux murs (ce sont ses propres commentaires), mais plutôt des productions artistiques d'élèves ; il y a un tableau des grands nombres.

Dans l'école il y a 3 CM1 et demi, et 4 CM2.

Avec les collègues, ils pratiquent des échanges d'élèves ponctuellement, pour travailler telle partie pour un élève en difficulté ou en avance par rapport à sa classe.

Dans les premières années où elle est arrivée dans cette école, elle a travaillé avec les collègues, ils ont fait des échanges de service, mais pas en maths.

Les aide-éducatrices sont parties depuis un mois et elles manquent aux enseignants, en particulier « il est devenu impossible d'organiser des travaux de groupes ».

USAGE DE DOCUMENTS EN CLASSE

Bénédicte a choisi Math-outil, car elle est habituée au livre du maître, sinon elle n'aurait pas vraiment de manuel préféré pour ce niveau CM1 ; elle reproche à ce manuel de ne pas avoir de résumé de cours comme dans le Magnard ; dans Math-outil, il y a beaucoup de problèmes, mais pas assez de batteries d'exercices d'entraînement systématique, alors elle fait des photocopies à partir des anciens fichiers de chez Multiprint (fichiers prêts à la reprographie sur machine à alcool) en particulier pour des exercices de numération.

« Un avantage de Math-outil, c'est qu'il est présenté par semaine, avec une vision synthétique par période de 6 semaines ».

Chaque élève a un fichier associé au manuel, toujours dans le cartable, pour devoirs rapides à la maison; il a aussi un cahier de leçon, et un cahier de géométrie grand format.

Elle trouve le fichier Hatier bien mais, comme tous les fichiers, il ne contient pas assez d'exercices.

Pour les problèmes, elle les invente souvent, en relation avec un thème déjà travaillé et surtout avec une seule opération ; elle trouve que les problèmes proposés sur les livres sont trop compliqués, les élèves se braquent : « maîtresse, j'y arrive pas ! »

Lorsqu'elle travaillait en CP, elle trouvait le fichier de Brissiaud vraiment bien, elle sait qu'il existe aussi pour le CM, elle va l'acheter pour le consulter.

Pour elle, le manuel idéal serait tel qu'il n'y aurait pas besoin de faire des photocopies, il y aurait pour chaque séance un résumé de la leçon à appliquer, des exercices systématiques ; chaque séance n'aurait qu'un seul objectif à la fois, avec une leçon classique ; il y aurait un fichier pas cher pour travailler à la maison, et tout ça avec un bon livre du maître.

USAGE DE DOCUMENTS POUR LE MAÎTRE

Pour choisir le manuel, Bénédicte choisira le livre du maître en priorité, car c'est essentiel ; elle les choisit s'ils sont succincts, avec une simplicité et une clarté des objectifs ; elle utilise le livre du maître de Math-outil ainsi que celui de chez Bordas.

Elle utilise beaucoup de documents et trouve qu'elle doit faire plus attention à ne pas se disperser, il faudrait suivre les consignes de l'IEN de travailler avec un unique manuel ; elle considère que c'est un défaut qu'elle a de chercher trop de documents différents.

Bénédicte trouve un inconvénient courant aux livres du maître : utiliser un vocabulaire "jargonneux", en maths comme en didactique (exemples : algorithme, cardinal). Il faudrait alors un lexique associé, car on ne trouve pas ce vocabulaire dans les dictionnaires. Celui de Math-outil n'est peut-être pas assez développé, mais son vocabulaire est assez simple.

Elle dit qu'elle serait prête à aller sur Internet pour chercher ce vocabulaire-jargon en maths et en didactique s'il s'adressait directement aux maîtres de l'école élémentaire.

Elle utilise Internet pour le Français, mais peu en maths, parfois en géométrie ; elle fréquente le site de l'école de Rustrel ou un moteur de recherche.

Elle souhaiterait pouvoir trouver du matériel pour la classe, par exemple des grands tableaux de grands nombres plastifiés -comme les tableaux de conjugaison- et sur lesquels elle pourrait écrire au Véléda.

PLACE DES MATHÉMATIQUES DANS L'ENSEMBLE DES MATIÈRES ENSEIGNÉES ET CONCEPTION DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

Dans la semaine, Bénédicte organise une séance sur chacun des quatre « gros morceaux » du programme : mesure, numération, géométrie, problèmes. Elle essaie de se tenir à cette organisation, bien qu'il arrive qu'un sujet ne soit pas terminé en une séance, alors elle prend du temps sur la séance suivante.

PLANIFICATION ET ORGANISATION DU TRAVAIL DE L'ANNÉE SCOLAIRE

« Le programme de CM1 est assez costaud en maths », Bénédicte avance, pour traiter tout le programme de l'année, car, « même si ce n'est pas acquis, les élèves le reverront l'an prochain ».

Bénédicte pense qu'au CM1, la numération et le calcul, ce n'est pas aussi difficile qu'on le dit, à part la division ; ce qui est dur ce sont les problèmes, elle en fait beaucoup, qu'elle invente en fonction des autres activités de la classe ; elle veut qu'ils soient simples à résoudre, qu'ils ne traitent que d'une seule opération à la fois. Dans les manuels, elle ne trouve pas bien ce qu'elle veut.

PRISE EN COMPTE DES ÉLÈVES

Bénédicte ne veut pas que les élèves se braquent sur une difficulté (elle l'exprime clairement au sujet des problèmes) et elle préfère s'adapter en ne donnant à traiter qu'une difficulté à la fois, qu'un objectif à la fois.

IMPRESSION GÉNÉRALE DE L'ENTRETIEN

Bénédicte se sent mal à l'aise en maths, elle se considère plutôt comme littéraire et en cela ne se croit pas tellement le droit ou la possibilité d'avoir une autonomie par rapport à des manuels : elle a sa liberté de décision dans le choix du manuel, dont le livre du maître doit lui convenir autant que le manuel doit convenir aux élèves. Cette position semble être renforcée par les arguments de l'IEN en faveur de l'usage des manuels dans le but affiché d'entraîner les élèves (CM1) aux pratiques attendues au collège. (L'injonction « peu de photocopies » semble pourtant bien être aussi sous-tendue par une volonté de diminuer les coûts de fonctionnement).

CONSTRUIRE DES OUTILS EN DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES POUR LE FORMATEUR DES PROFESSEURS D'ÉCOLE

Muriel Fénichel
Catherine Taveau
Formatrices à l'IUFM de Créteil

Résumé :
Cet atelier avait comme objectif de présenter un projet de production d'outils multimédia pour les PE, utilisable en formation initiale comme en formation continue. Les participants à l'atelier, ont été invités à élaborer un cahier des charges pour la réalisation d'un tel outil (DVD accompagné d'un Cdrom) présentant des situations d'enseignement des mathématiques en cycle 2. L'état d'avancement en terme de séances filmées et en terme d'analyses didactiques a été présenté à l'ensemble du groupe.

Présentation du projet, support de réflexion de l'atelier

Dans le cadre de l'IUFM de Créteil, en partenariat avec le CRDP de la même académie, nous travaillons sur un projet d'élaboration d'outils multimédia pour la formation en mathématique, initiale et continue, des Professeurs des Ecoles.
Ce projet est né de la nécessité de renouveler les supports vidéo dont dispose le réseau national des formateurs de mathématiques en IUFM. En effet les anciens supports comportant des séances filmées dans les classes ne peuvent plus être diffusés (les copies de copies étant maintenant de mauvaise qualité) ou commercialisés puisque la réglementation concernant le droit à l'image a évolué.

La formation des professeurs des écoles est courte, or elle doit permettre de développer rapidement chez les PE des gestes professionnels dans des domaines où ils ne sont pas nécessairement experts : peu d'entre eux ont reçu une formation scientifique. D'autre part, le rapport qu'entretiennent les stagiaires de notre académie à la lecture de documents didactiques et/ou pédagogiques semblent difficile, d'où la nécessité d'exemplifier des situations d'apprentissage par l'image afin d'essayer d'éviter le risque de dénaturation didactique des situations proposées.

Nous avons donc besoin d'outils adéquats pour rendre plus compréhensibles aux futurs professeurs des écoles , mais aussi à ceux qui sont déjà titulaires, les enjeux de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire.

Notre projet est de réaliser trois DVD, un pour chaque cycle de l'école primaire. Chacun d'entre eux sera accompagné d'un petit livret de présentation et d'un Cdrom comportant des éclairages théoriques en mathématiques et en didactique sur les thèmes abordés, des programmations possibles ainsi que des documents pouvant aider les stagiaires à construire des séquences d'enseignement.

D'autre part, pour prendre en compte la continuité des apprentissages en mathématiques, nous développerons une réflexion sur l'apprentissage d'un même concept à travers les séquences que nous avons choisies de filmer dans les trois cycles.

Ces outils seront élaborés de manière à pouvoir être utilisés d'une part par les formateurs dans le cadre de leur travail de formation et d'autre part par les formés eux-même, ainsi que par des enseignants titulaires, au même titre que n'importe quel autre ouvrage didactique.

Cette année nous avons commencé à produire un tel outil pour le cycle 2. Nous avons filmé trois séquences : une séquence concernant l'apprentissage de l'utilisation du compas en relation avec l'objet géométrique « le cercle », une séquence concernant l'apprentissage de la numération (les fourmillions[1]), et une séquence concernant l'introduction de l'écriture multiplicative.

Le but de l'atelier

Le but de cet atelier a été de faire élaborer par les participants un cahier des charges concernant les outils vidéo qu'ils souhaiteraient éventuellement utiliser dans leur travail de formation.

Ce cahier des charges nous permettra d'analyser au mieux nos travaux en cours et de construire nos productions en tenant compte des besoins des formateurs en mathématiques du réseau des IUFM.

Le déroulement de l'atelier

Le temps imparti à l'atelier a été réparti en trois phases :

- Un premier temps qui a permis à chaque participant de présenter son utilisation de vidéos en formation.
- Un second temps, pendant lequel les participants ont essayé d'élaborer ce qu'ils estimeraient être un cahier des charges pour l'élaboration d'un outil utilisable par eux ;
- Puis un dernier moment, assez court, où des extraits des situations déjà filmées ont été visionnés pour illustrer notre propos.

1) Rapide état des lieux sur l'utilisation de documents vidéo

Nous avons posé les questions suivantes aux participants :

- Utilisez-vous des documents vidéo comme support de formation lors de vos interventions en formation initiale ou continue ?
- Si oui quels documents utilisez-vous et pour quelles raisons ?
- De quelles manières les utilisez-vous ?

Voici une synthèse des réponses :

- Quand les documents vidéo sont utilisés, ils le sont essentiellement avec des stagiaires PE2, voire PLC2 et en formation continue. Ils sont utilisés souvent au cours des séances d'analyse de pratiques. Peu de participants utilisent ces supports avec les PE1.

  Certains utilisent des enregistrements audio qu'ils retranscrivent.

- Les documents utilisés sont issus essentiellement :
  - des travaux de l'équipe ERMEL (Wagon, banquier-cheval, différenciation pédagogique…) ;
  - des travaux de l'équipe de Bordeaux sur la maternelle ;

[1] Activité tirée du ERMEL CP

  - des séances tournées avec les stagiaires lors de séances d'analyse de pratique ;
  - des productions « maisons » comme par exemple des séances filmées en cycle 3 à Besançon, ou des séances filmées à partir de situations proposées dans l'ouvrage Cap Math.

Un des participants a utilisé, en PE1, un film concernant l'histoire des nombres de Denis Guedj.

- Ces documents sont utilisés comme support de réflexions concernant certains gestes professionnels, pour illustrer un moment clé d'apprentissage mathématique (situations phares), quelques éléments de différenciation pédagogique.
  Selon l'objectif de leurs interventions, les formateurs de l'atelier disent :
  - proposer un questionnaire ou une grille d'analyse avant le visionnement ;
  - donner le scénario de la séquence ou de la séance que les stagiaires lisent avant de regarder le film ;
  - faire élaborer, par les stagiaires, une grille d'analyse en portant le regard soit sur l'enseignant, soit sur les élèves ;
  - montrer le film avec des arrêts sur images ;
  - apporter des commentaires lors du visionnement ;
  - utiliser les vidéo produites durant des séances d'analyse de pratique en classe .

Un des participants a utilisé une vidéo dans un projet de travail pluridisciplinaire dont l'objectif était un travail sur la maîtrise de la langue.

2) Définir un cahier des charges

Nous avons présenté notre projet aux participants en précisant notre principal objectif : pouvoir développer à travers l'utilisation de ces outils multimédia, l'analyse de situations avec à la fois une approche didactique et une approche pédagogique. Par ailleurs, nous souhaitons aussi mener une réflexion sur les notions à enseigner.

Nous avons alors proposé aux participants de donner quelques ébauches de réponse aux questions suivantes :

- Quels sont les aspects didactiques que vous aimeriez voir illustrer par une séance filmée ?
- Quels aspects pédagogiques ?
- Autour de quels contenus mathématiques et dans quel cycle de l'école primaire ?

Suite à une réflexion en petit groupe, la mise en commun a permis d'établir un cahier des charges.

Voici les aspects principaux que les participants ont souhaité retenir concernant ce cahier des charges :

a) Le support (DVD et Cdrom) doit permettre une exploitation en miroir ou en simultané des trois aspects didactique, pédagogique et mathématique. Le montage des séances filmées doit en tenir compte.

Concernant la didactique, les participants souhaiteraient voir apparaître :

- Les différents types de situation : apprentissage, référence, entraînement.
- La démythification de l'enseignement « héroïque » : le rôle des différentes situations dans la gestion des apprentissages mathématiques.
- La dévolution de la situation ;
- L'appropriation de la consigne par les élèves, ce qui va leur permettre d'entrer dans la tâche ;
- Le point de vue du maître, celui des élèves ;
- Ce que dit le maître, ce qu'entendent les élèves : les interactions ;
- Le temps du maître, celui des élèves. Prendre en compte le temps réel de l'apprentissage (présence de l'affichage du temps réel dans le montage) ;
- Le découpage de la séance : enchaînements, interactions, fonction des différents moments : possibilité de « zoom » sur les moments clés ;
- Le traitement de l'erreur ;
- Les différents types d'aides : comment sont ils donnés , sur quels critères ?
- Entretiens a priori, a posteriori ;
- La prise en compte qu'un concept se construit dans la durée ;
- Les limites d'une analyse essentiellement didactique.

Concernant la pédagogie, les participants ont retenu les points suivants :

- La gestion de la différenciation ;
- La gestion des moments de mise en commun ;
- La prise en compte des productions des élèves pour adapter sa progression ;
- Les gestes, les postures et les paroles de l'enseignant ;
- La gestion de la parole dans les moments collectifs, fonction de la parole, relance, circulation de la parole ;
- Le passage de l'écrit privé à l'écrit partagé, exploitation de la parole dans les mises en commun ;
- Les prises d'information par le maître à travers l'observation des élèves, ses prises de décisions ;
- Les limites d'une analyse uniquement pédagogique.

b) Le support DVD doit permettre de mettre en regard les actions de l'enseignant et ceux des élèves en simultané ou en décalé. En utilisant la technologie permise par le support DVD il est plus aisé de mettre en évidence, et assez finement, la gestion des interactions (élèves/élèves ou élèves/maître) dans la classe.

Pour prendre en compte les liens qui existent entre la didactique et la pédagogie et pour amorcer la réflexion sur la reproductibilité d'une situation, les participants ont proposé de filmer la même situation dans des classes différentes.

D'autre part, les participants ont attiré notre attention sur le fait qu'un tel outil ne doit pas uniquement montrer des situations « modèles » mais aussi des situations dont l'analyse critique permet d'avancer dans la réflexion de la gestion des apprentissages mathématiques à l'école primaire.

<u>Les contenus mathématiques que les participants aimeraient voir traités</u> :

- La numération ;
- Des situations de partage ;
- Aires/ grandeurs mesurables ;
- Espace et géométrie ;
- Calcul mental / calcul réfléchi ;
- Introduction des écritures symboliques ;
- Les interactions verbales dans une activité mathématique en maternelle ;
- Le moment de synthèse d'une activité mathématique.

Dans le Cdrom, les participants ont proposé de prendre en compte les points suivants :

- Les mises en perspective historique, épistémologique, théorique des connaissances traitées, la prise en compte de leur spiralité dans la scolarité, et son importance dans la construction du savoir mathématique.
- Le rôle du langage dans l'acquisition des connaissances mathématiques.
- Des productions d'élèves.
- Des progressions.
- Les pré-requis.
- Des alternatives de points de vue, d'approches.
- Des compléments possibles, différents prolongements possibles (jeux, entraînements,…).
- Une bibliographie.

3) Illustration de notre projet et de son avancement autour de la construction du « petit moulin »

Pour affiner les propositions des participants, nous avons choisi de montrer quelques passages de la situation « petit moulin » (Annexe 1) filmés dans une classe de CE1. Cette situation propose un apprentissage de l'utilisation du compas et met l'accent sur la relation entre l'instrument et les objets géométriques qu'il permet de tracer.

A partir de cette séquence d'enseignement, nous voulions montrer qu'une situation-problème n'en était plus une, dès lors que le maître modifiait le support donné aux élèves. Dans notre cas, selon que le centre du cercle est apparent ou non sur les gabarits, la situation va permettre de construire des savoirs différents.

Un petit moulin a été distribué aux participants de l'atelier puis une rapide analyse de l'objet a été réalisée. Ceci a permis une meilleure appropriation de la vidéo.

Ensuite, nous avons donné la programmation des séances filmées dans la classe de CE1 (Annexe 2) et nous avons fourni une autre possibilité de programmation (Annexe 3). Ces deux programmations diffèrent sur la recherche du rayon pour la construction des disque « des ailes du petit moulin ». Dans l'annexe 2, la longueur du rayon est donnée.

Dans l'annexe 3, les élèves doivent retrouver, à partir du gabarit, le centre et le rayon du disque à construire.

A partir de quelques passages de la vidéo, les participants de l'atelier ont fait émerger les points suivants qui pouvaient être développés en formation :

- Favoriser l'utilisation du compas, l'apprentissage à l'utilisation de ce dernier pour construire des cercles et mettre en évidence les relations entre savoirs et savoir-faire : connaissances sur le cercle et correspondance entre ces dernières et les différentes parties du compas. Ceci parce que l'on peut constater qu'en fin de cycle 3 certains élèves ne savent toujours pas utiliser cet outil tant pour tracer des cercles que pour reporter des longueurs.
- Mettre en évidence l'importance des séances d'entraînement (acquérir une maîtrise de l'outil afin de permettre son utilisation et ainsi pouvoir passer à la géométrie instrumentée).
- Montrer différents moments de la séance où les élèves reportent des longueurs ou tracent des cercles.
- Mettre en évidence les difficultés rencontrées par les élèves en motricité fine.
- Mettre en évidence l'importance des moments de langage qui permettent aux élèves de commencer à désigner correctement les objets mathématiques.
- Mettre en évidence les moyens que l'on peut donner aux élèves pour apprendre à valider leur travail: utilisation du calque.

Pour terminer, nous avons présenté quelques documents que nous pensions proposer dans le Cdrom d'accompagnement :

- Les différentes conceptions du cercle ;
- La progression des activités menées avec les objectifs, les tâches , les compétences ;
- L'analyse a priori du petit moulin ;
- Une synthèse d'un article écrit par un chercheur anglais ;
- Une réflexion à propos de la continuité des apprentissages concernant le cercle à l'école primaire ;
- Une banque d'exercices avec les compétences qu'ils permettent de développer.

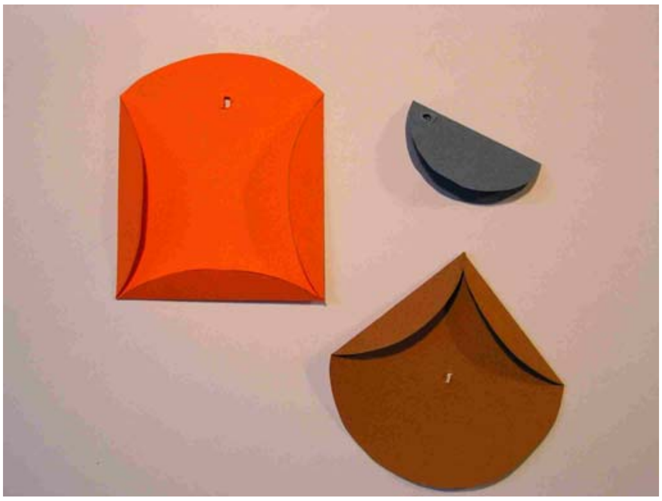
Nous avons aussi évoqué une des difficultés que nous avons rencontrée cette année à propos des situations choisies, construites avec ou par des formateurs : celle, réelle, d'appropriation de ces dernières par les enseignants volontaires pour être filmés dans notre projet. En effet certaines séances n'ont pas abouti en terme d'apprentissage mathématique pour les élèves, car l'enseignant ne s'était pas approprié l'enjeu mathématique de la situation en terme de savoir à construire.

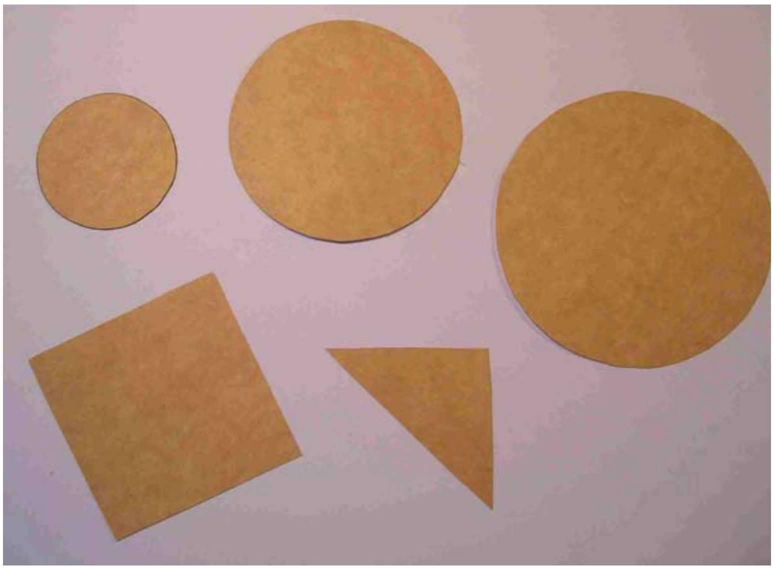
Le travail de l'atelier nous a permis de mieux cerner les conditions qu'il semble nécessaire de prendre en compte pour que les véritables enjeux d'apprentissages d'une situation soient mis en évidence dans l'outil que nous nous proposons de construire : il ne s'agit pas tant d'élaborer des modèles mais de faire apparaître les enjeux, par une analyse critique constructive, de ce qui se passe réellement dans une classe.

Annexe 1

Le petit moulin monté

Les formes(vues de dos) qui permettent de construire le petit moulin.





Les gabarits permettant de reproduire les disques (recherche du centre et de la longueur du rayon) et les gabarits permettant d'obtenir par pliage la forme du mur et du toit à partir du disque.

Annexe 2

Les 5 séances filmées du petit moulin dans une classe de CE1 en janvier 2004

<u>Séance 1</u> : Découverte du petit moulin

Objectif du maître : Permettre la dévolution du problème. La motivation de la construction technologique va permettre de donner du sens à la nécessité de construire des disques donc des cercles.

Tâches de l'élève : Décrire les formes qui constituent ce petit moulin et faire une représentation des différentes pièces avec sa propre méthode.

Institutionnalisation : La nécessité d'avoir un instrument fiable pour construire des cercles de la taille que l'on souhaite : le compas.

<u>Séance 2</u> : Tracer des cercles et définir les termes de « centre » et de « rayon »

Objectifs du maître : Evaluer les compétences des élèves sur les tracés à l'aide du compas.
Mettre en place le vocabulaire géométrique de la figure tracée correspondant à l'action sur l'outil technique (écartement des branches du compas → rayon du cercle, etc.).

Tâches de l'élève : Tracer des cercles quelconques sur une feuille unie puis tracer des cercles concentriques sur une feuille unie. Faire autant d'essais nécessaires afin de réussir.

Institutionnalisation : Présentation d'une affiche à propos du cercle et du vocabulaire associé (centre, rayon, disque).

<u>Séance 3</u> : S'entraîner à tracer différents cercles sans contrainte puis avec contrainte (le centre est donné, le centre et la longueur du rayon sont donnés).

Objectifs du maître : Une séance d'entraînement avec des aides personnalisées.
Donner du sens aux notions de rayon (report d'une longueur) et de centre.

Tâches de l'élève : Tracer de cercles connaissant la longueur du rayon, valider la construction (avec papier calque). Reproduire des figures complexes composées de cercles (pour les élèves les plus performants).

Institutionnalisation : Présentation d'une fiche outil sur le compas.

<u>Séance 4</u> : Commencer la construction du petit moulin

Objectifs du maître : Séance de réinvestissement sur les tracés de cercles avec contraintes pour reproduire des figures géométriques plus complexes (chenille, frise, etc.).

Apprendre à utiliser une fiche technique décrivant les différentes phases de construction du moulin et précisant la longueur du rayon des disques à fabriquer.

Tâches de l'élève : Analyser une figure composée de cercles afin de la reproduire.
Construire les ailes du moulin(4 disques de même taille) en suivant la fiche technique.

<u>Séance 5</u> : Finir la fabrication du petit moulin

Objectif du maître : Poursuivre l'entraînement sur la construction de cercles dont le rayon est donné.

Tâches de l'élève : Construire les disques nécessaires pour la fabrication du toit et du mur du petit moulin, puis découper chaque pièce et assembler.

Annexe 3

<u>Le petit moulin au cycle 2</u>

But de la séquence : reproduire un objet « le petit moulin » uniquement constitué de six disques :

- un grand disque qui permet de construire le mur ;
- un moyen disque qui permet de construire le toit ;
- quatre petits disques superposables qui permettent de construire les ailes.

Les différents éléments sont attachés ensemble à l'aide d'une attache parisienne (Annexe 1).

<u>Objectifs de la séquence</u> :

- introduire le compas pour construire des cercles ;
- se familiariser avec le compas pour apprendre à le manipuler ;
- mettre en évidence les caractéristiques géométriques de l'outil en rapport avec l'objet géométrique cercle : la pointe qui pique avec le centre du cercle et l'écartement entre la pointe et la mine avec le rayon.

<u>Séance 1</u>

Matériel pour deux élèves : un « petit moulin ».
Quelques « petits moulins » qui ne seront pas démontés et qui serviront de référence.
Un grand modèle qui restera affiché au tableau.

Phase 1
Tâche : Les élèves doivent se familiariser avec l'objet en l'observant. Ils peuvent retirer l'attache parisienne. Ils doivent aboutir au fait qu'il est constitué de six disques de différentes tailles.
Les élèves doivent alors dessiner sur une feuille unie les différents morceaux obtenus après démontage du moulin.

Phase 2 : mise en commun.
Certaines productions d'élèves sont alors affichées :

- des productions obtenues en utilisant les différentes formes qui constituent le moulin comme gabarit ;
- des productions où les élèves ont tracé approximativement les cercles à l'aide d'objets ronds disponibles dans la classe et ont indiqué les pliages ;
- des productions à main levée.

Cette mise en commun permet l'analyse des différentes productions et la mise en évidence des différentes manières utilisées pour les obtenir. Les irrégularités des tracés font apparaître la nécessité de trouver des moyens permettant d'être plus précis. Les élèves peuvent proposer l'utilisation de gabarit ou évoquer le compas.
On met en évidence que pour construire le petit moulin, il va falloir construire 6 cercles : un grand pour le mur, un moyen pour le toit et 4 petits pour les ailes.

<u>Séance 2</u>

Objectif : introduire le compas, apprendre à l'utiliser.
Matériel pour chaque élève : un compas, une feuille unie « format A3 ».

Tâche : Les élèves doivent utiliser le compas pour tracer librement des cercles de différentes tailles.

Les différentes productions des élèves sont ensuite affichées et commentées.
L'analyse des productions permet de mettre en évidence les différents éléments du compas : la pointe, l'écartement entre la pointe et la mine, le fait que pour dessiner des petits cercles il faut réduire l'écartement et que pour dessiner des grands cercles, il faut l'augmenter.

Les termes « centre » et « rayon » sont introduits en liaison avec l'instrument.

Remarque : l'apprentissage de la manipulation du compas prend du temps pour les élèves de cycle 2. Il est donc nécessaire de prévoir des séances d'entraînement à cette manipulation.

<u>Séance 3</u> :
Objectif : Réinvestir l'utilisation du compas.
Prendre conscience qu'une fois l'écartement des deux branches du compas fixé, on peut reproduire des cercles de même taille.

Matériel : pour chaque élève des feuilles de papier uni , un compas, un gabarit du disque permettant la construction des ailes. Puis des feuilles de bristol pour la seconde phase. Un petit moulin pour deux élèves ; une enveloppe avec leur prénom pour mettre les différents éléments du moulin au fur à mesure de sa construction, une paire de ciseaux.

Phase 1 :
Tâche : Les élèves doivent trouver un moyen pour reproduire un cercle de la même taille que le gabarit. Le centre du cercle qui a permis la construction du gabarit n'est pas indiqué.
Les élèves doivent arriver à construire le cercle en utilisant le gabarit et le compas ; ils doivent donc gérer leurs essais.

Le fait qu'il s'agisse de construire le cercle permettant d'aboutir à la construction des ailes peut inciter les élèves à trouver le centre par pliage. Une fois l'écartement trouvé, ils doivent prendre conscience qu'ils peuvent tracer d'autres cercles de la même taille.
Une mise en commun recense toutes les procédures des élèves et permet de mettre à nouveau en évidence les propriétés géométriques du cercle en liaison avec le compas.

Phase 2 :
Les élèves tracent alors les quatre cercles qui permettent d'obtenir les ailes.
Il faut prévoir un moment pour découper les disques ainsi construits. Les élèves sont en effet encore maladroits dans la réalisation de cette tâche.

<u>Séance 4</u> :
Matériel P*our chaque élève :* un compas, l'enveloppe à leur nom, des feuilles de papier uni, une feuille de bristol, une paire de ciseaux. Un gabarit du disque permettant la construction du mur du moulin.

Pour deux élèves : un petit moulin.
Quelques gabarits de carré en carton fort permettant d'obtenir la forme du mur en pliant le disque autour.

Tâche : Les élèves doivent reproduire sur la feuille de papier un cercle de la même taille que celui qui a permis d'obtenir le gabarit.
Une fois le cercle correctement tracé, ils peuvent le reproduire sur la fiche bristol puis découper et construire le mur du moulin.

Séance 5 :
Matériel : *Pour chaque élève* : un compas, l'enveloppe à leur nom, des feuilles de papier uni, une feuille de bristol, une paire de ciseaux. Un gabarit du disque permettant la construction du toit du moulin.
Pour deux élèves : un petit moulin.
Quelques gabarits de triangle en carton fort permettant d'obtenir la forme du mur en pliant le disque autour.

Le déroulement est le même que celui de la séance précédente.

Séance 6 :
Matériel : P*our chaque élève :* l'enveloppe contenant tous les éléments du moulin ; une attache parisienne.

Phase 1 : montage du petit moulin.

Phase 2 : institutionnalisation.
On pose la question suivante aux élèves : *« Qu'avez–vous appris en construisant le petit moulin ? »*
On attend à ce que les élèves disent qu'ils ont appris à tracer des cercles en utilisant le compas.
On peut alors construire une affiche avec les différentes parties du compas en liaison avec les propriétés du cercle : *centre* et *rayon*.

Le petit moulin au cycle 3

Objectifs pour le cycle 3 :
- réinvestir l'utilisation du compas et la mettre en liaison avec les propriétés géométriques du cercle ;
- mettre en évidence ou réinvestir les caractéristiques du cercle : centre, rayon, diamètre ;
- approcher la notion de figure inscrite dans un cercle : carré, triangle.

Le déroulement est le même qu'au cycle 2 mais les élèves devront trouver un moyen pour inscrire un carré et un triangle dans un cercle afin de construire le mur et le toit du moulin.
Selon les connaissances visées, le triangle permettant de construire le toit du moulin sera isocèle rectangle, isocèle ou équilatéral.

Comment le jeu mathématique opère t-il sur les apprentissages mathématiques et sur la construction du langage argumentatif ?

Didier Faradji
Concepteur de jeux mathématiques
Intervenant extérieur en formation continue

Durant nos deux séances, nous avons été amenés à présenter trois jeux mathématiques édités par le CRDP de Franche Comté en partenariat avec la Cité des Sciences et de l'Industrie : le ***Magix 34***, le ***Décadex*** et le ***Multiplay*** (cf annexe).

Les participants se sont interrogés sur la place que pouvaient occuper ces jeux dans les apprentissages mathématiques. A cette fin, ils ont dégagé quatre grands domaines des mathématiques qu'ils se sont répartis entre eux : les champs numériques, géométriques, la construction du raisonnement logique et celle du langage argumentatif.
Durant nos deux séances, nous avons joué à chacun de ces jeux. Les participants avaient à charge d'identifier les notions rencontrées en jouant et de les relier au champ mathématique auquel elles paraissaient relever. Le débat portait alors sur l'opportunité d'utiliser le jeu pour introduire ou illustrer cette notion et sur la méthodologie à employer pour la rendre pleinement accessible et maîtrisable.

1- LE CHAMP NUMERIQUE

Les trois jeux se caractérisent par leur dimension numérique fortement affirmée. Ce sont d'abord des outils d'entraînement au calcul mental ; ils peuvent être introduits en classe de primaire (cycles 2 pour le ***Décadex*** et cycle 3 pour le ***Magix 34*** et le ***Multiplay***) et permettre de faire le lien entre la classe de CM2 et le collège (classes de 6^{e} et 5^{e}).
Pour bâtir sa stratégie, le joueur va devoir calculer intensément.
Les participants ont considéré qu'il ne fallait pas faire immédiatement entrer les élèves dans la pratique du jeu. Il convenait, selon eux, de les amener à se familiariser préalablement avec la disposition des nombres figurant sur le plateau. Pour ce faire, il est apparu avantageux d'introduire le jeu en classe en faisant précéder la pratique proprement dite d'une phase de découverte durant laquelle on demande à l'élève de décrire le plateau et d'évoquer ce qu'il observe. Durant cette phase d'observation, l'élève s'imprègne des l'éléments entrant dans la composition du jeu et fait part au groupe du sens qu'il leur accorde. Les points évoqués peuvent être repris et développés par l'enseignant qui fournit à cette occasion des indications sur le but du jeu et sur les éléments constitutifs de la règle. Cette phase descriptive prépare à l'approche des premiers éléments de stratégie.

Une fois cette prise de contact avec le jeu achevée, l'enseignant peut alors distribuer la règle du jeu tout en proposant aux élèves de la lire et de commencer à jouer. Après quoi, il effectue une présentation complète du jeu tout en s'assurant que la règle a bien été comprise de tous.
La classe peut enfin jouer.

Les décompositions additives et soustractives

En jouant au ***Décadex***, l'élève (à partir du CE1) doit totaliser 10 avec ses quatre anneaux en respectant des contraintes de couleurs. Il s'initie aux décompositions additives et soustractives des nombres de 1 à 4 et se familiarise avec les compléments à dix. Il construit par lui même les différentes décompositions de 10 en quatre nombres.

En jouant, au ***Magix 34***, l'élève (à partir de Cycle 3) doit totaliser 34 avec ses quatre anneaux. Il se familiarise avec les décompositions additives de 34 pour ensuite s'ouvrir sur les techniques de la soustraction.
Ne pouvant immédiatement atteindre 34, le joueur obtiendra au départ une somme supérieure ou inférieure à ce nombre. C'est en conjuguant plusieurs déplacements successifs que le joueur parvient à totaliser 34.
Le joueur additionne lorsqu'il fait le compte des valeurs sélectionnées au moyen de ses quatre anneaux au moment de leur pose. Il additionne également lorsqu'il déplace son anneau vers une case d'une valeur plus grande que celle de départ. S'il déplace son anneau du 10 vers le 11 il ajoute 1 à son total. Il soustrait s'il déplace un anneau vers une case d'une valeur plus petite que celle d'origine. Dans le premier cas la somme des anneaux augmente, dans le second elle diminue.
Dans le déroulement du jeu, le joueur s'efforce de mémoriser son total pour n'avoir à calculer que les variations enregistrées par chaque déplacement. Ne parvenant pas à totaliser immédiatement 34, il aura systématiquement un total supérieur ou inférieur à cette somme. S'il obtient par exemple 38, le joueur cherchera à perdre 4 points : il devra réaliser « -4 » qu'il mettra en équation. Il construira ce nombre en combinant, par exemple, deux déplacements successifs de « -2 » ou en réalisant par exemple un premier déplacement de « -7 » puis un autre de « +3 » ce qui lui permettra de construire « -4 ».

La multiplication et la division

En jouant au ***Multiplay***, l'élève aborde les tables de multiplication comme un ensemble cohérent et solidaire. Pour bâtir sa stratégie, il doit créer des liens entre les nombres et examiner les relations arithmétiques qu'ils entretiennent les uns avec les autres. Dans le ***Multiplay***, le joueur doit sélectionner deux nombres et leur produit de sorte que les trois termes puissent constituer une multiplication. Lorsqu'il aborde deux nombres, il se demande systématiquement s'ils sont « premiers entre eux » ou s'ils sont les diviseurs communs d'un même nombre. Ainsi, pour atteindre l'objectif fixé par le jeu, le joueur se mettra toujours en recherche du bon produit, s'il a déjà réunit les deux facteurs ou du facteur manquant s'il détient un produit et un de ses diviseurs. Par exemple si j'ai sélectionné le « 8 », le « 24 » et le « 4 » ; trois stratégies s'offrent à moi : soit abandonner le « 8 » pour rechercher un « 6 » et réaliser $6 \times 4 = 24$; soit abandonner le « 24 » pour rechercher le « 32 » et réaliser $4 \times 8 = 32$; soit enfin abandonner le « 4 » pour rechercher le « 3 » et réaliser $3 \times 8 = 24$.

2- LE CHAMP GEOMETRIQUE

Le joueur de ***Décadex*** découvre vite les différentes figures géométriques gagnantes sur le plateau. Sur les 86 possibilités différentes de décomposer quatre cases pour totaliser 10 avec quatre couleurs différentes ou deux paires de deux couleurs identiques, 80 configurations débouchent sur un quadrilatère particulier. Le joueur rencontrera les différents parallélogrammes dans les différentes situations de jeu et apprendra ainsi à les identifier. Pour construire un parallélogramme gagnant (carré, losange, rectangle…), il suffit de sélectionner avec ses quatre anneaux, deux paires de deux nombres dont la somme est 5 (par exemple 4, 1 et 3, 2 ou 3, 2, et 3, 2 ou 4, 1 et 4, 1) à condition toutefois d'avoir réuni quatre couleurs différentes ou deux ensembles de deux couleurs identiques. Un excellent travail de recherche peut consister, par exemple, à faire lister par l'enfant les carrés qui font dix avec quatre couleurs différentes (il y en a 10) de quatre format différents. Le plateau de ***Décadex*** peut également servir à illustrer certains principes de symétrie axiale. Ainsi, il apparaît que les cases de couleurs sont disposées selon un axe de symétrie verticale et les nombres selon un axe de symétrie horizontale.

Le plateau du ***Magix 34*** est construit à partir d'un carré magique d'ordre 4. Là encore, la très grande majorité des configurations gagnantes (70%) débouchent sur une figure géométrique. Parmi elles, un grand nombre de parallélogrammes offrent un centre de symétrie qui coïncide avec le centre du plateau. Pour les repérer, il convient de sélectionner deux couples de deux nombres dont la somme est 17 au moyen de quatre anneaux. On notera que ces deux nombres dont la somme est 17 sont toujours symétriques par rapport au centre du plateau. Par exemple : 1 et 16 puis 9 et 8.
Ce procédé permettra de mettre en évidence un grand nombre de parallélogrammes.

Le plateau du **Multiplay** donne une illustration intéressante de la construction du symétrique d'un point par rapport au centre du plateau pris comme centre de symétrie. En effet chaque case du plateau est symétrique à une autre case de même couleur et celles-ci offrent ensemble un centre de symétrie qui coïncide avec le centre du plateau.

3 - LA CONSTRUCTION DU RAISONNEMENT : LA RESOLUTION DE PROBLEMES

La pratique de chacun de ces trois jeux, va placer l'élève au devant de situations problèmes pour la résolution desquelles il va devoir s'appuyer sur des notions relevant des domaines numériques et géométriques. Devant l'infini variété et la difficulté croissante des situations auxquelles il est confronté, le joueur élabore peu à peu son approche et progresse dans sa maîtrise du jeu. Ne pouvant se satisfaire d'une stratégie limitée à un pas de raisonnement, il structure sa pensée pour construire un raisonnement qui puisse en comporter deux puis trois. Le jeune joueur apprend ainsi à contrôler les conséquences de ses décisions et fait progressivement la preuve de sa capacité à abstraire pour parvenir à l'objectif fixé par le jeu.

Le ***Décadex*** est un jeu qui permet de bien mettre en évidence l'approfondissement du raisonnement chez le joueur.
L'élève de cycle 2, s'attache à bien exécuter la double contrainte. Il se limite dans un premier temps à un examen superficiel de la situation du joueur adverse. Il est davantage préoccupé par la recherche des possibilités qui lui permettent de faire 10 au prochain coup avec quatre couleurs différentes ou deux groupes de deux couleurs.
Le ***Décadex*** est un outil qui est de nature à aider le jeune joueur à conquérir son autonomie et sa propre rationalité. La compréhension de la règle du jeu est un apprentissage en soi. En jouant, l'élève prend d'abord plaisir à rechercher les différentes façons possibles de configurer correctement une solution. Il s'applique à reproduire des schémas déjà rencontrés et à mener à bien un raisonnement qu'il prendra plaisir à justifier à chaque fois et à réemployer.

Le ***Décadex*** n'appelle pas de stratégie à très long terme. Toutefois, le joueur confirmé va rapidement se mettre en recherche de nouveaux systèmes de résolution. Tout en mettant en

place un raisonnement par étape il s'attache à effectuer mentalement un grand nombre de calculs qui vont l'aider à dégager plusieurs options dont il dégagera celle qui lui parait la plus pertinente.
Peu à peu, il apprendra à évaluer le jeu de l'adversaire avant de délivrer son coup et à parer en priorité toute menace éventuelle. Il se laissera moins surprendre et fera ainsi mieux l'apprentissage de l'anticipation.
Enfin, dans une démarche plus experte, l'élève fera intervenir dans son raisonnement des éléments de géométrie qui l'aideront à pousser plus en avant ses raisonnements. Sachant par exemple que tous les quadrilatères particuliers ayant un centre de symétrie coïncidant avec le centre du plateau sont gagnants, il devient aisé de bâtir une stratégie qui aboutirait à construire une figure possédant ce type de propriété.
Cette richesse dans le jeu est rendue possible par le fait que chaque joueur peut connaître ses possibilités d'action et prévoir l'ensemble des choix des autres joueurs ce qui lui permet de disposer de toutes les informations nécessaires à la résolution de la situation à dénouer. En jouant au ***Décadex***, l'élève, du primaire au collège, apprend à construire un problème, à organiser une démarche raisonnée, à bâtir une argumentation et à contrôler ses résultats.

La stratégie employée dans le ***Magix 34*** s'appuie encore plus clairement sur le calcul mental. Le joueur doit calculer pour décrypter une situation et pour recueillir les informations à partir desquelles il bâtira sa stratégie. C'est de son aptitude à calculer juste et à mémoriser les résultats de ses opérations qu'il parvient à s'assurer de la prédictibilité de ses analyses. Dans le ***Magix 34***, l'objectif est purement arithmétique. Il demeure un support privilégié pour l'argumentation mathématique tant le raisonnement déductif qu'il appelle s'appuie sur une programmation de calculs aux conséquences aisément démontrables.

Le raisonnement utilisé dans le ***Multiplay*** s'appuie, comme nous l'avons vu, sur le mécanisme de la multiplication et le recours à la notion de diviseurs et de multiples communs. Il faut sélectionner trois nombres de sorte que le plus fort corresponde au produit des deux autres. Ce jeu s'appuie sur la relation existant entre le produit de deux nombres inférieurs à dix et leur produit. C'est en recourant à un raisonnement déductif simple que le joueur parviendra à mettre en adéquation ces trois nombres.

4 - LA CONSTRUCTION DU LANGAGE ARGUMENTATIF.

Dans le cadre de la pratique d'un jeu à deux, les élèves recourent souvent à un mode d'expression peu propice, en principe, à la bonne mise en place des éléments du langage mathématique. Afin d'inciter les joueurs à dialoguer entre eux et de les amener à s'interroger sur la démarche à mettre en œuvre, l'enseignant peut initier des pratiques du jeu en situation collaborative. Ce type de pratiques débouche sur la construction du raisonnement, sur sa verbalisation et sur la mise en commun des démarches menées par chacun des joueurs.

L'intérêt des pratiques dites collaboratives

Elles s'effectuent sous la forme d'un jeu à quatre en deux équipes de deux. Les co-équipiers sont disposés en diagonale l'un par rapport à l'autre et collaborent entre eux à voix haute. Les membres d'une même équipe ne sont pas placés l'un à côté de l'autre afin d'éviter toute communication chuchotée. Les stratégies sont donc entendues de tous les joueurs.

Pourquoi inciter l'élève à dévoiler à voix haute son plan à l'adversaire ?

Cette pratique élimine toute stratégie fondée sur l'effet de surprise ou toute victoire due à la faute d'inattention de l'adversaire. Le joueur agit en toute connaissance de cause. Il a vu le coup se préparer et il étudie donc une situation qu'il a lui même vu se construire au coup précédent. A son tour, soit il agit conformément au plan de l'adversaire et il perd la partie, soit il trouve une faille dans le jeu adverse et il lui propose un coup auquel il n'était pas préparé. Cette pratique offre l'avantage de faire évaluer à voix haute chaque coup par l'adversaire. Le joueur ne peut pas dissimuler ses intentions à son partenaire et donc à ses adversaires. Cela permet de créer des pratiques sereines au cours desquelles chacun s'enrichit des commentaires adverses sans chercher à lui tendre des pièges. Celui qui perd s'en prend généralement à lui-même ou à son manque de concertation avec son partenaire et non pas à la malice présupposée de ses adversaires.

Pourquoi inciter l'élève à soumettre sa stratégie à son partenaire ?

En fait, lorsque l'élève joue dans une pratique à deux, il est faiblement incité à analyser sa stratégie. A chaque situation de jeu se présentent en principe plusieurs solutions. Il est souvent tenté de s'emparer de la première stratégie venue et de l'appliquer sans l'avoir véritablement éprouvée au préalable. Il gagnera ou il perdra la partie sans trop savoir pourquoi. Cela aura en définitive peu d'importance pour lui puisqu'il aura toujours la possibilité de refaire une nouvelle partie qui effacera le souvenir de la précédente. En demandant au joueur de communiquer son plan à son partenaire, on l'amène à conceptualiser sa stratégie et à faire l'apprentissage de l'abstraction. Il va devoir ainsi organiser sa pensée pour rendre son plan transférable à son partenaire. La nécessité de verbaliser sa pensée va immanquablement le conduire à approfondir son raisonnement et à construire son argumentation.

Pourquoi inciter l'élève à recueillir l'adhésion de son partenaire ?

Dans le ***Magix 34***, le ***Décadex*** et le ***Multiplay***, à chaque situation de jeu se présente un grand nombre de stratégies possibles. Lorsque le joueur communique sa solution à son partenaire, immanquablement ce dernier lui fait part du plan qu'il souhaiterait également voir mettre en place. Cette situation va conduire les joueurs à défendre chacun leurs positions et à mettre en avant les avantages et les inconvénients relatifs à chaque proposition. Cette mise en débat des solutions va les amener à approfondir leurs analyses, à tester leurs stratégies, à vérifier les résultats jusqu'à ce qu'une décision soit prise d'un commun accord.

Oui mais, n'y a-t-il pas un risque de voir toujours le même joueur décider à la place de l'autre ?

Cela peut être le cas, si les membres d'une même équipe jouent l'un à côté de l'autre. Le joueur le plus confiant peut alors décider de prendre en main la direction des opérations. Son partenaire risque alors de s'installer dans une forme de passivité. En intercalant les joueurs d'une même équipe avec ceux de l'équipe adverse, on réintroduit le dialogue dans le binôme en demandant au joueur dont c'est le tour de jouer, de décider du coup qu'il va choisir. Son partenaire ne doit alors ni jouer à sa place ni lui dicter son coup. Tout au plus il peut le conseiller. C'est donc en passant par le verbe que le joueur va devoir convaincre son

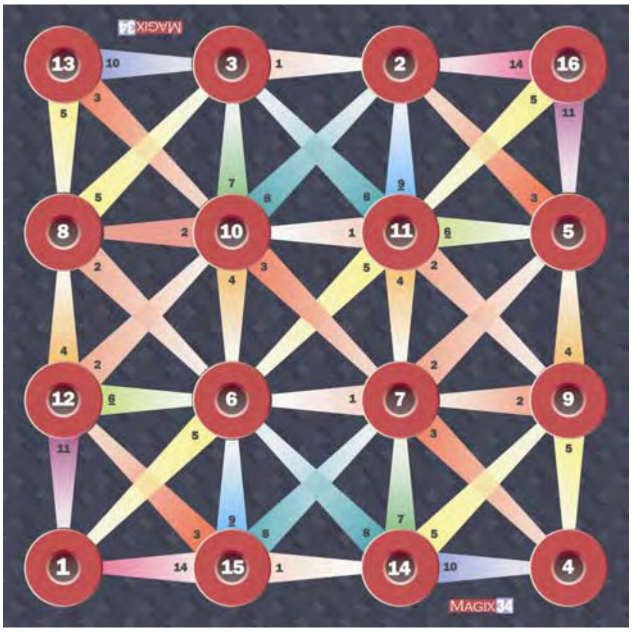
partenaire du bien-fondé de sa stratégie et le cas échéant réfuter son argumentation. En jouant par équipe, l'élève apprend à communiquer et à régler paisiblement les différents points de désaccord qui peuvent surgir dans le binôme. La collaboration dans le jeu commence alors par un exposé du problème posé et par l'évocation des solutions possibles que les partenaires détaillent les unes après les autres. Dans le jeu à quatre, la distribution des rôles change à chaque tour et on devient alternativement acteur et conseiller. Celui qui remplit une mission de conseil pointe les faiblesses du coup proposé et propose une alternative en l'argumentant.
Les pratiques de jeu en situation collaborative font ainsi une place essentielle aux échanges verbaux et favorisent l'implication de tous les élèves dans la phase de recherche de solutions. L'enfant qui a appris à collaborer dans le cadre d'un jeu parviendra plus facilement à s'impliquer ensuite dans un travail en groupe.

Le rôle de l'enseignant

L'enseignant a sa part dans le succès d'un apprentissage collaboratif. Il aide les enfants à verbaliser en les interrogeant sur les objectifs à atteindre et sur les contraintes à respecter. Il intervient dans le fonctionnement d'une paire lorsqu'elle laisse un de ses membres en dehors de l'interaction ou pour tempérer les ardeurs d'un joueur trop impulsif. Dans ce cas, il va exercer son rôle de médiateur en reprenant les propos de l'enfant pour les lui faire clarifier ou expliciter. C'est à force de sollicitations de la part de son enseignant que l'enfant parvient peu à peu à entrer dans le discours et à exprimer les éléments de stratégie qu'il aurait très légitimement préférés garder pour lui.

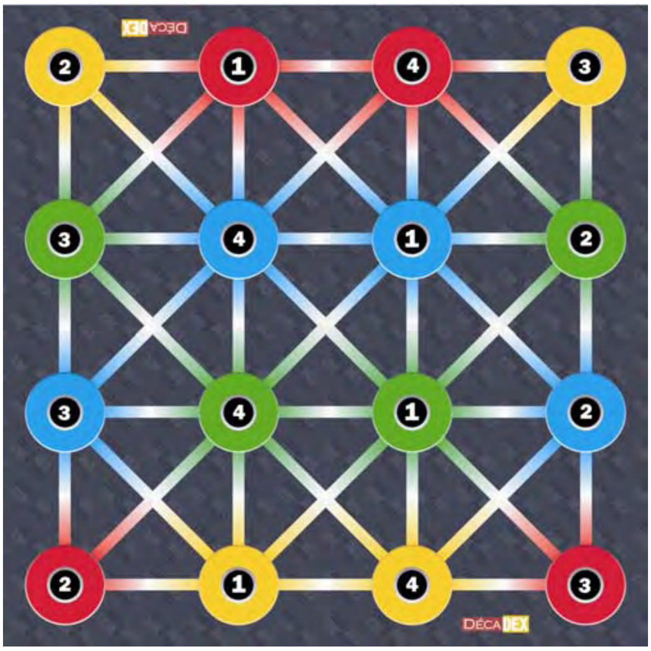
ANNEXES

Présentation simplifiée des règles des jeux présentés



Le MAGIX 34

le plateau se compose de 16 cases numérotées de 1 à 16 configurées en carré magique.
Chaque joueur dispose de quatre anneaux. En posant ses 4 anneaux à tour de rôle sur les cases du plateau, puis en les déplaçant d'une case à l'autre, le joueur gagnant est celui qui le premier totalise 34 points en additionnant les quatre valeurs qu'il aura sélectionnées avec ses 4 anneaux.
Il doit atteindre cet objectif tout en empêchant son adversaire d'y accéder avant lui.



Le DECADEX

Chaque joueur dispose de quatre anneaux. En posant ses anneaux à tour de rôle sur les nombres (de 1 à 4) du plateau, puis en les déplaçant d'une case à l'autre, le joueur gagnant est celui qui le premier totalise 10 en additionnant les valeurs des 4 cases qu'il a sélectionnées avec ses 4 anneaux à condition de réunir 4 couleurs différentes ou deux paires de deux couleurs identiques (deux rouges et deux bleues). Il doit atteindre cet objectif tout en empêchant son adversaire d'y accéder avant lui.

Le MULTIPLAY

Chaque joueur dispose de trois anneaux.
En posant ses anneaux à tour de rôle sur les nombres du plateau, puis en les déplaçant d'une case à l'autre, le joueur gagnant est celui qui réunit en premier, les trois termes d'une multiplication (3, 8 et 24).
Il doit atteindre cet objectif tout en empêchant son adversaire d'y accéder avant lui.

ANALYSES DE PRATIQUES PROFESSIONNELLES EN MATHÉMATIQUES AVEC LES PE2

Teresa Assude
UMR ADEF - IUFM d'Aix-Marseille
Pierre Eysseric
IREM de Marseille - IUFM d'Aix-Marseille

Résumé :

Depuis deux ans, une partie de l'horaire de formation (environ 10 h) de l'ensemble des PE2 est officiellement consacrée aux analyses de pratiques professionnelles en mathématiques (APPM). Dans cet atelier nous avons proposé un échange sur les modalités de mise en œuvre de ces APPM.

Nous avons travaillé ensemble autour de trois de celles utilisées sur le site IUFM d'Aix : la vidéo avec une séance d'Atelier de Recherche en Mathématiques réalisée par un PE2 dans une classe d'application ; l'instruction au sosie (un entretien de 10 minutes entre un formateur et une PE visant à rendre présent un moment de pratique professionnelle pour le soumettre à l'analyse) ; le récit de pratiques professionnelles..

1 - INTRODUCTION

Les « analyses de pratiques professionnelles » (APP) sont préconisées dans les IUFM depuis quelques années. En effet, certains textes officiels notamment le *Référentiel des compétences professionnelles du Professeur des Écoles stagiaire en fin de formation continue* (note de service n°94271 du 16/11/94) indique que :

> « C'est un enjeu fondamental de la formation initiale que de s'attacher à développer chez tous les futurs enseignants à la fois les capacités à analyser et à évaluer sa pratique professionnelle et le goût de poursuivre sa propre formation. Ceci implique que l'acquisition des compétences professionnelles se fasse selon des modalités qui permettent au stagiaire de prendre le recul nécessaire à l'analyse de son activité (analyse de son action, analyse du public destinataire, analyse du contexte dans lequel se situe l'action. (…) [le PE stagiaire] doit avoir été mis en situation d'analyser sa pratique individuellement et collectivement . »

et encore plus récemment le texte « *L'accompagnement de l'entrée dans le métier et formation continue* » (circulaire n°2001-150 du 27/7/01) stipule que :

> « Une démarche à privilégier :
>
> Les ateliers d'analyse de pratiques qui permettent d'identifier et d'analyser des expériences professionnelles avec des collègues et des experts, doivent être privilégiés : études de cas, mise en relation des résultats obtenus et des démarches utilisées, analyse des incidents critiques et des réussites, etc. Ils nécessitent une organisation particulière : étalement dans le temps, groupes restreints et travail de proximité. »

Les IUFM ont mis en place des dispositifs divers d'analyse de pratiques professionnelles depuis plus ou moins longtemps, et l'IUFM d'Aix-Marseille a mis en place depuis seulement deux années un dispositif désigné par APP qui se juxtapose à un autre dispositif qui s'appelle « Groupe de Formation Professionnelle » (GFP[1]) qui est un des éléments essentiels de l'organisation et de l'analyse de la formation des PE2 et des PLC2. Nous n'allons pas ici rentrer dans les détails de ce type d'organisation mais simplement présenter quelques exemples de dispositifs d'APP en ce qui concerne les mathématiques. Cette présentation a débouché dans l'atelier sur une discussion et un échange autour des enjeux des APP, des différents dispositifs de mise en œuvre et des savoirs professionnels construits dans ces APP.

2 - ENJEUX DES APP

Le dispositif APP apparaît d'une manière insistante dans le cadre de la formation professionnelle des enseignants comme l'une des réponses au problème essentiel : comment doit-on organiser la formation professionnelle de manière à articuler au mieux la théorie et la pratique ? La réponse à cette question est sujette à des controverses qui sont toujours d'actualité. Deux positions antagonistes se disputent. D'une part les défenseurs de la primauté de la théorie qui présentent la pratique comme une application de la théorie, d'autre part les défenseurs de la primauté de la pratique et du déni de la théorie. Le premier modèle est celui qui défendent certains universitaires (surtout certains qui ne sont engagés pas dans les formations professionnelles) tandis que le second est celui qui défendent beaucoup d'acteurs du système d'enseignement et de formation (et même plus globalement dans la société) qui pensent que les enseignants n'ont pas vraiment besoin de formation. Cette formation « sur le tas », par la pratique est le déni même du besoin et de l'existence d'une formation professionnelle au sens que celle-ci doit permettre aux stagiaires de se forger des outils pour concevoir, analyser, évaluer leur pratique, des outils qui sont des savoirs professionnels.

La réponse à notre question est multiple : le dispositif APP en est une mais le mémoire professionnel aussi. Et, le même dispositif APP est multiple selon les IUFM, selon les buts, selon les références, selon les mises en œuvre. Comme le dit Patrick Robo[2] (2002), le concept d'APP est polysémique (analyse systémique, institutionnelle, clinique, transactionnelle, didactique, etc.), polymorphe (analyse individuelle ou en groupe, par l'observation, par le sosie, par le récit, etc. ; analyse des tâches, des activités, du groupe, de la discipline, etc.) et il « se traduit en polypratiques ».

Les enjeux des APP sont de permettre par la multiplicité des dispositifs et des références d'articuler la théorie et la pratique. Ces APP doivent permettre au stagiaire de comprendre, d'analyser les pratiques professionnelles qui relèvent du métier auquel il est en train de se former ou même au métier qu'il exerce déjà. En outre, les APP doivent permettre la construction d'un savoir professionnel, l'élaboration d'un « logos » sur une « praxis ». Cet enjeu est essentiel car il va permettre de créer une culture professionnelle : ainsi les APP ont un rôle à jouer dans la formation professionnelle d'un stagiaire mais aussi dans la formation professionnelle d'une profession, d'un métier par la création de savoirs ou de théories qui permettent non seulement de comprendre ce qui existe déjà mais aussi de ce qui pourrait exister.

[1] Voir annexe 3 : Extraits du projet d'établissement 2004-2007de l'IUFM de l'académie d'Aix-Marseille relatifs aux GFP.

[2] Voir actes du séminaire pôle Sud-Est des IUFM à l'adresse http://www.aix-mrs.iufm.fr/pse/Archives/archives_seminaire/Sem_nvx-form_Carry-dec02/Pr%E9sentation-GFAPPRobo_Actes-CARRY-2002.doc

3 - MODALITÉS DE MISE EN ŒUVRE DES APP

Nous avons montré dans l'atelier trois modalités de mises en œuvre des APP en mathématiques que nous avons mises en œuvre dans nos groupes. Le but étant de présenter ces trois dispositifs, de les analyser et ensuite d'essayer d'identifier quelques éléments de savoirs qui peuvent être dégagés des matériaux recueillis. La première modalité tourne autour de l'analyse d'une vidéo correspondant à une séance d'Atelier de Recherche en Mathématiques réalisée par un PE2 dans une classe d'application ; la deuxième modalité concerne l'instruction au sosie (un entretien de 10 minutes entre un formateur et une PE visant à rendre présent un moment de pratique professionnelle pour le soumettre à l'analyse) ; et finalement la troisième concerne les usages des récits de pratiques professionnelles.

3.1 - Analyse de vidéos.

Il s'agit d'une séance préparée par un ou plusieurs PE stagiaires (3 dans le cas de la vidéo présentée au cours de l'atelier) qui a été mise en œuvre dans une classe (ici CE2 d'une école d'application) par l'un d'eux.
4 ou 5 PE assistent à la séance et observent. L'IMF titulaire de la classe et le formateur sont aussi présents. Dans ce cas particulier, les PE observateurs devaient au moment du travail de groupe centrer leur attention sur un groupe d'élèves à l'aide d'une grille construite avec les concepteurs de la séance, afin de pouvoir repérer le fonctionnement de la communication et de l'argumentation au sein des différents groupes.

A l'issue de la séance, formateurs et stagiaires autour d'une table pour une première analyse de la séance suivant le scénario suivant :

- Premières réactions du PE observé ;
- Compte-rendu des observations des PE ;
- Réactions des formateurs ;
- Échanges.

L'ensemble dure environ une heure et permet de dégager les éléments importants (en positif comme en négatif) sur lesquels on pourra revenir avec le groupe complet (environ 25 PE).

Cette analyse de pratique en petit groupe débouche sur trois écrits qui sont ensuite diffusés à l'ensemble du groupe via Internet :

- La fiche de préparation rédigée par le PE avec les modifications éventuelles qu'il envisagerait suite à sa prestation et à l'entretien ;
- Le compte-rendu des observations réalisées par les PE observateurs de la séance ;
- Un compte-rendu de l'entretien rédigé par les PE qui y ont participé.

Lorsque, comme dans le cas présent, la séance est filmée, le PE observé est propriétaire du film : il va le visionner et décider de son utilisation dans le groupe ou de son éventuelle destruction. S'il choisit de l'utiliser avec le groupe, il peut le revoir avec un formateur pour retravailler sur la séance avant l'analyse collective. C'est ensuite lui qui présente le document vidéo au groupe et qui pilote la séance d'Analyse de Pratique Professionnelle (dans ce cas particulier, le travail a été réalisé à 3 car les 3 PE étaient très impliqués dans la préparation de la séance en lien avec leur mémoire professionnel).

Déroulement de la séance d'APP à partir de la vidéo :

1. Présentation du dispositif didactique par les PE : les Ateliers de Recherche en Mathématiques[3], avec quelques compléments apportés par le professeur de mathématiques.
2. Début de la vidéo : le PE arrête après la première consigne donnée aux élèves.
3. Présentation du jeu utilisé dans la séance : un jeu de Nim, variante de celui connu sous le nom de « Course à 20 » ; le groupe prend le temps de jouer et de réagir sur le jeu afin de mieux comprendre l'enjeu de la séance et les interventions des élèves au cours de celle-ci.
4. Vidéo : présentation par l'enseignant du cahier de recherche. Suit dans le groupe une discussion sur sa fonction et sa pertinence.
5. Vidéo : les élèves dans les phases de jeu. Travail sur la prise d'informations relatives à l'activité des élèves par le PE.
6. Vidéo : travail sur la gestion par le PE de la communication et de l'argumentation collective.

L'ensemble s'est déroulé en 3 heures : les 23 PE du GFP étaient présents ainsi que 4 IMF, 1 DEEA, le professeur de mathématiques et le tuteur du GFP ; tous ont participé à l'analyse et à la discussion, le professeur de mathématiques prenant en charge quelques synthèses orales sur les points essentiels à retenir.

3.2 - Instruction au sosie.

Le dispositif

Il s'agit d'une « méthode indirecte » d'analyse de l'activité enseignante qui utilise une technique d'auto-confrontation développée par Clot dans le cadre des enseignements de psychologie du travail du CNAM. F. Saujat a présenté cette méthode dans un article[4] d'une revue publiée par l'IUFM de Toulouse.

Un professionnel reçoit la consigne :

> « Suppose que je sois ton sosie et que demain je me trouve en situation de te remplacer dans ton travail. Quelles sont les instructions que tu devrais me transmettre afin que personne ne s'avise de la substitution ?

L'entretien qui suit utilise le « je » et le « tu » ; on évite le « on » et le « vous » pour éviter de tomber dans un discours généraliste non adressé à une personne particulière. Si le sosie rentre bien dans le jeu et questionne pour avoir tous les détails susceptibles de lui permettre de prendre effectivement la place de l'autre comme sosie dans sans son travail, l'entretien permet à l'enseignant de réaliser :

- ce qu'il a fait ;
- ce qu'il aurait voulu faire ;
- ce qu'il n'a pas pu faire.

F. Saujat utilise cette technique pour des Analyses de Pratiques Professionnelles individuelles à partir d'entretiens relativement longs. Intervenant en formation de formateurs sur ce sujet au sein de l'IUFM de l'académie d'Aix-Marseille, il a permis à un certain nombre de collègues de s'approprier le dispositif et il nous a incité à utiliser celui-ci non plus pour des APP individuelles, mais pour un travail d'APP au sein des groupes de formation.

[3] Voir CONCERTUM Tome 1, pages 137 à 167

[4] Voir F. Saujat, Instruire son « sosie » de son expérience : une « méthode indirecte » d'analyse de l'activité enseignante, dans Les Dossiers des Sciences de l'Éducation, revue de l'IUFM de Toulouse.

Aménagement du dispositif pour un travail d'APP en groupe

1. Présentation au groupe du dispositif :

Pour cela, je choisis de le vivre devant le groupe avec un maître-formateur avant le départ des stagiaires en stage en responsabilité. Deux formules ont été utilisées.

En 2002-03, j'ai dans un premier temps été le sosie d'un IMF que je devais remplacer pour effectuer une visite de PE2, puis un autre IMF était mon sosie et devait me remplacer dans la même fonction. Chacun de ces deux entretiens a duré 10 minutes. Ils ont permis :

- D'une part de découvrir le dispositif et d'annoncer aux PE qu'il serait utilisé avec certains d'entre eux pour une analyse de pratique professionnelle à leur retour de stage.
- D'autre part d'expliciter face aux groupes notre pratique professionnelle de formateurs lors des visites : comment nous les conduisons, ce que nous observons, ce que nous attendons des PE, …

En 2003-04, j'étais le sosie d'un IMF que j'étais sensé devoir remplacer le lendemain dans sa classe pour une séance d'histoire. La fonction de découverte du dispositif était inchangée par rapport à l'année précédente ; par contre, l'entretien de 10 minutes a débouché sur l'analyse d'un moment de pratique professionnelle d'enseignant et non de formateur. Chacun a pu réagir sur cette pratique que le dispositif avait en quelque sorte permis de convoquer devant le groupe et cela a permis d'évoquer la pratique professionnelle de plusieurs stagiaires dans un moment semblable : lancer une séance d'histoire.

2. Repérage au cours du stage en responsabilité et à l'occasion de visites de moments de pratiques professionnelles que j'ai envie d'analyser avec le groupe. En 2003-04, j'en ai retenu 7, dont 2 directement lié aux mathématiques (j'exploite les 5 autres en tant que tuteur du groupe dans des APP plus généralistes).
3. Retour du stage en responsabilité :

Au cours de trois séances du GFP, sept instructions au sosie[5] ont été vécues ; chacun des entretien a duré 10 minutes et a été suivi d'un travail collectif de 30 à 60 minutes piloté par un formateur distinct du « sosie » qui lance le débat en renvoyant les PE2 à ce que la situation évoque par rapport à leur propre pratique professionnelle.

Rôle du dispositif

Il rend très rapidement présent devant le groupe un moment de pratique professionnelle préalablement identifié par le formateur

Ce n'est pas un récit ; le PE ne raconte pas ce qu'il a fait ; en instruisant son « sosie », il reconstruit sa propre pratique.

Ainsi, un travail s'effectue à deux niveaux :

- Avec le PE mis en scène. Ce travail est indissociable de ma visite du PE pendant son stage et de l'entretien long avec lui sur sa pratique professionnelle et en particulier sur les gestes qui sont convoqués devant le groupe via l'instruction au sosie.
- Avec le groupe : comment chacun a géré ou gèrerait des moments semblables. Cela permet de repérer des possibles et de discuter la pertinence de certains gestes.

[5] Voir retranscription de l'une des instructions relatives aux mathématiques en Annexe 1.

3.3 - Usages des récits.

Nous avons décidé d'utiliser les récits pour les analyses de pratiques professionnelles. En suivant Paul Ricœur[6], les fonctions dans notre dispositif sont essentiellement les suivantes. Une première fonction est liée à l'acte même de raconter : « le caractère commun de l'expérience humaine, qui est marqué, articulé, clarifié par l'acte de raconter sous toutes ses formes, c'est son caractère temporel. Tout ce qu'on raconte arrive dans le temps, prend du temps, se déroule temporellement ; et ce qui se déroule dans le temps peut être raconté » (Ricœur 1986 p14) Ainsi raconter ce qu'on a vécu ou ce qu'on a observé est une manière d'ordonner temporellement des événements, de trouver une cohérence temporelle d'un début, d'un milieu, d'une fin. Cette mise en intrigue permet la compréhension de ce qu'on a vécu, de ce qu'on a observé : « On peut montrer de la façon suivante le caractère intelligible de l'intrigue : l'intrigue est l'ensemble des combinaisons par lesquelles des événements sont transformés en histoire ou – corrélativement – une histoire est tirée d'événements. »(Ricœur 1986, p.16) Une deuxième fonction du récit est la possibilité de *configuration* d'une expérience : « entre vivre et raconter, un écart, si infime soit-il, se creuse. La vie est vécue, l'histoire est racontée. » Ricœur considère trois étapes de cette configuration : l'imitation, la reconstruction et la capacité transformatrice de l'expérience. Une troisième fonction est liée au lecteur et à la possibilité que le récit a de pouvoir ouvrir des mondes au lecteur. Le récit est aussi un récit partagé, et c'est dans ce partage avec autrui qu'une culture commune peut se dégager.

Description du dispositif

Le groupe des PE2 est partagé en trois ou quatre groupes de 6 ou 8 selon le nombre d'IMF qui peuvent les recevoir dans leurs classes. Nous avons organisé ce dispositif en plusieurs étapes :

- préparation commune d'une séance ;
- un stagiaire prend la classe et les autres observent et prennent des notes
- analyse à chaud de la séance entre les stagiaires, l'IMF et le formateur (celui-ci n'est pas dans tous les groupes)
- production de récits par les stagiaires
- en groupe entier, reconstitution de 6 groupes où il y a au moins un stagiaire qui a participé ou observé la séance
- le groupe doit lire tous les récits concernant une séance, et poser des questions aux récits (et éventuellement au stagiaire qui était présent)
- est-ce qu'on comprend ce qui s'est passé ? Trouver l'intrigue et les événements de cette intrigue
- quels sont les types de tâches ? les techniques ?
- quelle est la place des élèves ? celle du professeur ?
- quels sont les moments qui auraient pu se passer autrement ? voir les possibles et non seulement le « réel »
- mise en commun sur ces réponses et ensemble on essaie de dégager des éléments qui peuvent être considérés comme des éléments d'un savoir professionnel
- synthèse par le formateur de ces éléments (lorsque le travail le permet).

[6] Ricoeur P (1983) : *Temps et récit,* Seuil Points, Paris, 3 tomes.

Quelques éléments issus de l'analyse des récits :

- refus des élèves de participer
- traitement des erreurs : la non reconnaissance de la couleur (ou du mot-couleur) ; la non prise en compte des deux contraintes
- types de tâches : dénombrer une collection ayant un ou deux éléments, associer cette quantité à une couleur parmi trois couleurs ; produire une collection ayant un ou deux objets d'une certaine couleur
- techniques : utiliser les doigts pour compter une quantité (technique observée puisque explicitée) ; reconnaître globalement une quantité à partir d'une configuration de dés ;
- rôle du maître : donne la consigne, joue le premier jeu (importance de la phrase : « je veux acheter un objet vert » ou « je veux acheter deux objets jaunes ») ; les formulations ne sont pas prises en charge par les élèves : est-ce que les cartons qui ont été pris comme objets symboliques et médiateurs du lancement des dés qui indique ce qu'il faut acheter ne deviens pas un obstacle ? poser des questions, s'assurer que les élèves se posent la question de la validité des réponses ou simplement c'est lui qui valide les réponses ;
- rôle des élèves : implication : sont-ils en train de participer à l'activité ? que font-ils réellement ?
- validation des réponses des élèves

4 - CONCLUSION

Les échanges dans l'atelier ont porté dans un premier temps sur le cadre institutionnel (GFP) dans lequel ont été mis en œuvre les trois dispositifs présentés.

Celui-ci permet à la fois :

- une prise de distance par rapport à la pratique professionnelle par le biais d'une analyse différée ;
- des regards croisés sur une même pratique professionnelle grâce à la présence avec le groupe de PE de plusieurs formateurs ayant des approches différentes du métier d'enseignant (IMF, tuteur, formateur disciplinaire, …).

Dans un deuxième temps, nous avons essayé de faire émerger les savoirs professionnels que les stagiaires peuvent construire dans les APP. Nous pouvons distinguer des savoirs professionnels génériques et des savoirs professionnels spécifiques. Les savoirs professionnels spécifiques sont ceux qui sont propres à la discipline mathématique et les autres sont ceux qui se rencontrent au-delà des spécificités disciplinaires. Par exemple, un savoir générique est le fait qu'un enseignant doit dévoluer le problème à l'élève. Quels sont les gestes pour faire cette dévolution ? L'un des gestes possibles est de lire la consigne, de faire lire la consigne aux élèves et de demander aux élèves de quoi il s'agit. Un autre geste est que le maître joue le jeu avec les élèves pour leur montrer ce qu'il faut faire. Ces gestes génériques dépendent étroitement de la consigne elle-même et en conséquence du problème lui-même : savoir choisir un problème mathématique qui puisse être dévolu aux élèves est un savoir professionnel spécifique.

La discussion a permis de pointer dans les documents proposés divers savoirs professionnels qui peuvent être travaillés avec les PE à l'occasion de ces APP. Par exemple :

- Comment réussir la dévolution de la tâche aux élèves ? La différence entre dévolution et consignes.
- Les décalages entre les propos des élèves et ce que l’enseignant en retient pour la classe.
- Les stratégies de prise d’informations relatives au travail des élèves.
- Le rôle du temps dans les apprentissages.
- (…)

On peut regretter que la durée de l’atelier et le nombre des dispositifs présentés aient un peu limité la confrontation avec les pratiques des participants en matière d’analyse de pratique professionnelle.

<u>Annexe 1 :</u>
Retranscription d'une instruction au sosie.

« Je suis amené à te remplacer demain dans ta classe de CP : tu viens de demander aux 21 élèves de « dessiner leur classe » et tu veux utiliser les 21 dessins réalisés pour faire émerger les représentations des élèves relatives à l'espace de la classe.

Je vais donc essayer de me servir de ton expérience pour recueillir le maximum de conseils, de détails sur ta façon de conduire cette séance… de manière à m'en sortir le mieux possible.

Quelles sont les instructions que tu me donnerais afin que personne ne s'avise de la substitution ?

<u>Note 1 :</u> L'instruction porte donc sur la séance qui suit celle à laquelle j'ai assisté, durant laquelle les 21 dessins ont été produits. Lors de l'entretien le jour de ma visite, nous avions travaillé ensemble sur la séance, puis nous avions regardé les productions des élèves pour essayer de construire cette suite.

<u>Note 2 :</u> Dans la suite C désigne le PE instructeur et S le formateur qui joue le rôle du sosie.

C : En fait les productions ont été plus riches lors de l'exploitation.

S : Alors qu'est-ce que je fais ? Comment est-ce que j'organise ce moment-là ? Concrètement, qu'est-ce que je fais dans la classe ? les productions, c'est moi qui les ai, c'est eux qui les ont ?

C : Ils me les ont rendu donc et tu les ais emportés pour les analyser.

S : Donc, ces productions, je les ai ramassés ; et donc je les ai regardés… C'est la séance d'après qui m'intéresse ; j'aimerai que tu me donnes des instructions…

C : Donc, une fois qu'on a analysé, la séance d'après, on fait venir des enfants pour expliquer ce qu'ils ont mis, les éléments qui sont importants dans leur classe…

S : Concrètement, précisément, comment est-ce que je démarre ? Tu me dis : on fais venir des enfants. Je ne vais pas les faire venir tous à la fois. J'en fais venir un ? Lequel je choisis ? Comment…

C : Déjà, au départ, tu leur rappelles ce qu'on a fait – *inaudible* – tu demandes si certains sont volontaires pour venir au tableau expliquer leur dessin, ce qui est important et ce ne l'est pas. Et si vraiment il n'y a pas de volontaire, tu as analysé les productions et donc tu sauras qui désigner…

S : D'accord ! J'ai des volontaires ; j'en ai un qui vient ; ce n'est pas forcément une des productions les plus intéressantes. Donc, il vient. Son dessin ? Il l'a entre les mains. Où est qu'il est ?

C : Il sera affiché au tableau.

S : D'accord ! Il n'y a que son dessin sur le tableau.

C : Oui !

S : Il n'y a que son dessin affiché au tableau et là, c'est lui qui librement…

C : …c'est lui qui explique ce qu'il a dessiné, et tu lui demandes des explications…

S : Quel genre de question je vais lui poser ?

C : Par exemple, sur son dessin, il n'y a que trois bureaux (et pas la totalité) ; il va expliquer pourquoi il a mis celui-là et pas un autre. Pourquoi il a mis l'armoire et pas autre chose…

S : Je lui pose des questions et les questions que je lui pose, mon but, c'est de l'amener à justifier ses choix, les choix qu'il a fait dans son dessin. Bon ! J'ai des volontaires, mais parmi eux il n'y a pas les productions les plus riches, celle dont moi, j'ai envie de parler. Comment est-ce que je fais ? Est-ce que je censure ?…

C : Non ! On peut proposer à l'élève de venir quand même. – *inaudible* -

S : Je ne fais pas passer tout le monde. Alors comment est-ce que, par rapport aux productions, quelles sont celles que j'ai intérêt à faire exploiter ?

C : On peut faire passer un élève dont la production n'est pas super riche

S : Tu dis : une production qui n'est pas super riche. Mais comment est-ce que je reconnais une production qui n'est pas super riche ?

C : *Rires*. … s'il y a peu d'éléments ; ça peut être intéressant – *inaudible* – mais pas en vue de faire le plan de la classe.

S : Si je comprends bien dans ce que tu me dis, une production qui n'est pas riche, c'est une production où il y a peu d'éléments, qui est incomplète.

C : Pas forcément… ça dépend des éléments qui vont manquer. S'il n'y a que trois éléments et qu'ils sont essentiels…

S : C'est quoi des éléments essentiels ? Comment est-ce qu je vais les reconnaître ?

C : …

S : Je crois me souvenir ; il y en avait un qui avait dessiné trois éléments : il y avait une fenêtre ; il y avait le toit ; il y avait l'arbre dans la cour. C'est une production riche ?

C : Oui ! Il y a des éléments quand même… mais c'est pas un plan de la classe ! C'est sa vision de la classe, mais ce n'est pas vraiment le plan de la classe. Il a une vue d'ensemble. Ce n'est pas uniquement sa classe. – *inaudible* – On voit la fenêtre ; on voit l'arbre ; ce n'est pas l'espace dans la classe.

S : Donc, c'est une production que je choisis ou que je ne choisis pas ?

C : Cela peut être intéressant si tu veux montrer la différence avec ce que t attends ; tu attends la classe fermée et pas l'extérieur. Partir de son erreur … non …, ce n'est pas une erreur, c'est sa production ; partir de cette conception pour arriver à l'espace fermé de la classe.

S : Donc, c'est intéressant si je la montre avec d'autres, avec d'autres productions.

C : Voilà !…

S : Et si… J'essaie de me souvenir des productions que j'ai vues. Il me semble qu'il y en avait une où il y avait simplement la maîtresse qui était dessinée avec son bureau. En très, très gros !

C : Là, il faut lui demander…Il n'y a pas que la maîtresse dans la classe… - *hésitations* -

S : Est-ce que c'est une production que je vais faire exploiter ? Est-ce que je la montre à la classe pour en parler ou est-ce que je la mets de côté.

C : Ce n'est pas l'espace de la classe.

S : Celle-la, je la mets de côté. (*approbation de C)* Les productions comme cela, qui sont un peu atypiques, et que je mets de côté, est-ce que je vais après en reparler avec les élèves. Là, je choisis de ne pas en parler en collectif ; est-ce que je vais en reparler à un autre moment avec les élèves ou est-ce que ce travail-là, ce dessin qui a été fait par l'élève, il va rester sans suite.

C : Non, parce qu'après ce moment collectif et une synthèse des éléments essentiels – *inaudible* - ils vont représenter de nouveau leur classe. A ce moment-là, pourquoi pas comparer les deux pour voir l'évolution et en parler avec eux pour voir s'ils ont compris ce que tu attendais.

S : Donc ces dessins je vais les garder ; il y a un autre moment où ils vont servir ; c'est après…

C : Voilà ! Comparer les deux … voir les différences.

S : Les productions que je n'exploite pas maintenant, elles ne sont pas perdues…

C : Non.

S : …elles vont pouvoir être utilisées après. Une fois que j'ai fait expliquer quelques productions, qu'est-ce que je fais de tout cela ?

C : À ce moment-là, on répartit les éléments qu'on a notés et qui vont sur le plan …

S : On a noté. Qui a noté? …

C : La maîtresse.

S : Ah ! C'est moi qui ai noté.

C : Oui, c'est toi qui va noter au tableau ce que les enfants ont relevés comme éléments qui … soit parce que pour eux ça a une importance … Nous, on … Tu notes les éléments soit qui ont une importance pour nous ou pour eux – *hésitation* – je veux dire par là que tu vas même noter des éléments qui ne font pas partie du plan. Et après on fera un tri.

S : Je les note en vrac. Je fais une liste en fait.

C : Voilà et après, on vérifie … pour dire quels éléments sont importants pour le plan…

S : Ce tri concrètement, comment je le matérialise au tableau. J'efface certains éléments ? J'en réécris certains autres sur une autre partie du tableau ? Comment je … ?

C : *Rires.* En fait je ne l'ai pas fait, je suis passé directement au plan…

Un collègue signale que le temps prévu est écoulé. L'entretien se termine.

S : Merci !

Annexe 2:
Récits relatifs à une séance en Petite Section de Maternelle.
(reproduits tels qu'ils ont été proposés par les PE observateurs)

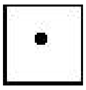
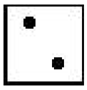
Récit n°1 :

Explication du jeu et des consignes :

Les élèves (7) sont attentifs.

« Nous allons faire un jeu, le jeu de la marchande. On va aller demander des choses à la marchande. Mais on ne va pas lui demander n'importe quoi. Pour savoir ce qu'on va demander, on va utiliser 2 dés. Le premier va nous dire combien d'objets on va demander. »

La maîtresse lance le dé qui comporte seulement 2 constellations :

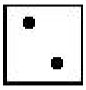
le 1  et le 2 

Le dé tombe sur 2. « Combien de points voit-on ? »

Les élèves regardent et répondent : 2. « Alors on va demander 2 objets à la marchande. »

« Maintenant on va voir la couleur des objets qu'on va lui demander et pour ça on va lancer le dé avec les couleurs. » (le dé comporte 3 couleurs : rouge, bleu, jaune) La maîtresse lance le dé.

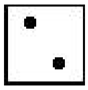
La couleur est bleue. Les élèves confondent un peu le nom des couleurs. Certains disent bleu, d'autres rouge. Après accord sur bleu : « Donc on a dit combien d'objets ? »

Les élèves répondent bien : 2. « On prend l'étiquette correspondante  et on la met dans le panier pour se rappeler ce qu'on va demander à la marchande.

Idem pour la couleur. Certains élèves se trompent encore sur le mot-couleur.

La maîtresse propose à un élève d'être la marchande. L'élève refuse, un autre élève refuse. Un dernier accepte.

La maîtresse place le marchand dans le coin cuisine.

« Bonjour Mr le marchand. Je voudrais 2 objets (elle montre l'étiquette  au marchand et aux élèves) bleus (elle montre l'étiquette bleue…). »

Elle répète, toujours en montrant.

Le marchand lui donne 2 objets jaunes.

La maîtresse revient. « On va vérifier. On voulait quoi ? »

Les élèves montrent 2 avec leurs doigts et s'accordent sur le fait qu'il y a bien 2 objets. Mais ils ne tombent pas d'accord sur la couleur.

La maîtresse demande à un élève d'être le client. Certains élèves refusent. Un élève accepte. Il lance le dé-nombre. La maîtresse interroge les élèves sur le résultat. De même pour le dé-couleur. Il prend les étiquettes et les met dans le panier.

Pendant ce temps, le marchand s'amuse dans le coin cuisine.

L'élève va voir le marchand : « Bonjour … » Il montre les étiquettes mais ne dit rien. Le marchand donne le bon nombre d'objets mais pas la bonne couleur. Le groupe valide la réponse avec la maîtresse mais ne semble pas se préoccuper de l'erreur sur la couleur.

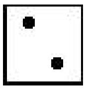
La maîtresse change de marchand.

Elle propose aux élèves d'être le marchand. Un seul élève accepte et va au coin cuisine.

La maîtresse interroge la seule élève qui semble bien connaître les couleurs.

Elle tire le 1er dé, le 2ème, et à la question : « Alors qu'est-ce que tu vas commander à la marchande ? » ne réponds pas et montre qu'elle ne veut plus jouer.

Pendant ce temps, le marchand s'amuse et le groupe commence à ne plus suivre.

Un élève accepte d'être le client, lance le dé-nombre ; le groupe s'accorde sur 2 objets  mais de moins en moins d'élèves donnent la réponse. L'élève lance le dé-couleur et le groupe donne des réponses différentes sur la couleur obtenue.

La maîtresse essaie d'obtenir une réponse juste et unanime sur ce que l'élève doit demander au marchand (qui s'amuse toujours !). Les élèves sont de moins en moins attentifs. L'élève interrogé prend les étiquettes et va voir le marchand qui ne lui donne pas les objets de la bonne couleur.

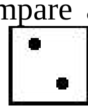
L'élève revient. La maîtresse interroge le groupe sur la validité de ce qu'a donné le marchand, le groupe ne sait pas exactement.

La maîtresse retourne avec l'élève vers le marchand afin d'obtenir au moins une bonne réalisation.

Le marchand donne le bon nombre d'objets mais ne se préoccupe pas de la couleur. Devant le fait que la maîtresse répète « é objets bleus », il se met à donner tous les objets qu'il trouve devant lui. La maîtresse s'aperçoit alors qu'il n'a plus d'objets bleus à portée de main, ou plutôt devant l'élève (c'est un élève qui connaît les couleurs d'habitude).

La maîtresse prend les objets attendus.

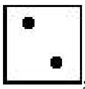
Elle rappelle tout le groupe autour de la table pour valider le résultat.

Elle montre les étiquettes, rappelle ce qu'on devait demander et compare avec la collection obtenue. Il y a donc 2 objets bleus sur la table, une étiquette  et une étiquette bleue.

« Alors est-ce que c'est bon, est-ce qu'on a ce qu'on a demandé ? »

La majorité des élèves répond « Non ».

La maîtresse essaie de comparer nombres et étiquettes avec les objets mais les élèves ne parviennent pas à dire que le résultat est juste et que l'on a ce qu'on a demandé.

Malgré une confusion entre les mots-couleurs, les élèves ont réussi à associer la constellation , le mot-nombre 2 et la réalisation de la collection.

Récit n° 2 :

La séance observée a pour champ disciplinaire les mathématiques.

L'objectif est le suivant :

- reconnaître une quantité et l'associer à la constellation ou au mot-nombre correspondant.
- Constituer une collection ayant le même nombre d'éléments.

Il s'agissait ici des nombres 1 et 2.

C'est par le biais du jeu de la marchande que nous avions l'intention d'atteindre cet objectif.

Deux ateliers en autonomie avaient également pour but de travailler sur le tri de couleurs et de formes géométriques.

9h35 Présentation par C. du premier atelier en autonomie.

Il s'agit d'un tableau à compléter. Pour cela les élèves disposent de 12 jetons constitués de 4 formes géométriques (cercle, carré, rectangle, triangle) et 3 couleurs (bleu, rouge, vert). Avec les jetons, les élèves doivent reconstituer des paires en complétant les cases vides du tableau.

9h45 Présentation du deuxième atelier.

Chaque élève dispose d'une feuille sur laquelle est représenté un cercle divisé en ' parties de couleurs différentes (bleu, vert, rouge, jaune). Les élèves ont pour but de coller des gommettes sur les quarts de cercle correspondants.

9h50 Début du jeu de la marchande.

Ayant aidé à la mise en place des ateliers autonomes, je n'ai pas assisté au début de la consigne (présentation du nom du jeu).

Matériel : é dés à 6 faces. Un avec 3 couleurs (bleu, rouge, jaune) et un avec les constellations 1 et 2. 3 cartons de couleur et 2 cartons avec les constellations.

Déroulement prévu : On lance les 2 dés et on fait lire le résultat.

L'élève interrogé (le « client ») doit trouver les cartons correspondants au nombre et à la couleur trouvés dur les dés.

Il doit ensuite présenter ses cartons à la marchande tout en lui donnant oralement le nombre d'objets souhaité et leur couleur.

Le marchand le sert et une fois le panier ramené, le groupe d'élèves valide ou non le résultat (avec l'aide de la maîtresse si besoin est).

I. : « Qu'est-ce qu'on va demander à la marchande ? »

Élèves : Des objets.

I. : Comment va-t-on choisir les objets ? Avec le 1er dé, on va choisir combien d'objets le marchand va donner. Avec le 2ème dé, on va choisir la couleur de l'objet qu'il va donner. Qu'y a-t-il sur ce dé ?

Un élève : 2

I. : Comment le sais-tu ?

L'élève : J'ai compté.

I. : Montre-nous comment tu as compté.

(L'élève montre sur ses doigts)

(…)

I. : Si je lance le dé et que j'ai 2 (elle désigne la face du dessus), je vais prendre 2 objets.

I. lance le dé de couleur et obtient la face jaune. Les élèves cherchent l'étiquette avec le 2 et celle avec le jaune.

Elle demande à plusieurs élèves s'ils veulent être la marchande et essuie plusieurs refus.

I. : Qui veut être la marchande ?

Un élève se porte volontaire et enfile la blouse. I. simule une situation en prenant 2 élèves pour exemple avec une phrase modèle : - Bonjour Mr le marchand, pouvez-vous me donner 2 objets jaunes s'il vous plait ?

Le marchand donne 1 objet bleu et 1 jaune.

I. : Est-ce qu'il y a bien deux objets ?

Les élèves : Oui.

I. : Est-ce qu'ils sont tous les deux jaunes ?

Les élèves : Non.

Un autre élève est interrogé avec le chiffre 1 sur le dé.

I. : Combien vas-tu aller chercher d'objets ?
Élève : …
I. : Tu en as assez ?
Élève : Oui (de la tête) ;
I. : Qui veut aller jouer à la marchande ?

Après avoir changé plusieurs fois de marchands et d'élèves et après l'erreur d'un marchand, I. présente aux élèves le dé en le montrant de face.

I. : Combien d'objets vas-tu demander ?
L'élève : …
I. : 1 ou 2 objets ?

Réponse de tous les élèves.

L'élève part avec le panier mais ne demande rien au marchand. Il lui montre seulement les étiquettes. Le marchand lui donne le bon nombre d'objets mais ne tient pas compte de la couleur.

I. : Je crois que tu n'as rien demandé au marchand et qu'il t'a donné n'importe quoi.

Dans l'ensemble, les élèves ont toujours donné le nombre d'objets mais ils n'ont pas tenu compte, pour la plupart, de la couleur.

Récit n°3 :

C. et I. se sont partagées la séance de mathématiques.

* C. a présenté les 2 ateliers autonomes :

Atelier n°1 : dans un cercle partagé en 4 sections égales de couleurs différentes, les enfants doivent coller des gommettes aux couleurs correspondantes.

Atelier n°2 : 6 formes de couleurs différentes sont dessinés sur une feuille. Les enfants disposent de formes égales dans une petite boîte. Ils doivent faire correspondre les formes prédécoupées et les formes dessinées sur la feuille.

* I. a présenté l'atelier apprentissage : le jeu de la marchande. Les enfants disposent de 2 dés : 1 dé de 3 couleurs (jaune, rouge, bleu) et un dé avec les constellations (• et ••). Les enfants doivent lancer les é dés et prendre 2 petits cartons correspondant à ces dés. Puis le lanceur de dés va avec son panier chez le marchand et demande un (ou 2) objet(s) de la forme demandée.

Cet atelier a commencé à 9h50 et s'est terminé à 10h15.

I. demande aux enfants s'ils veulent être la marchande ; or les 2 premiers ont refusé mettant mal à l'aise I.. Ensuite elle demande : « Qui veut être la marchande ? ». 1 élève se désigne.

Après avoir lancé les dés, I. demande au marchand : « Mr ; le marchand, est-ce que vous pouvez me donner 2 objets jaunes ? ». Elle montre des objets de différentes couleurs et demande : « Est-ce que Mr. le marchand peut me donner cet objet (elle montre un carton rouge) ? et celui-là (elle montre un carton bleu) ? ». Les enfants comprennent que le marchand doit leur donner 2 objets jaunes.

I. continue le jeu mais dit lorsqu'un élève s'est trompé.

Remarques :

- Il ne faut pas attendre les réponses des enfants mais mettre du dynamisme quand les réponses tardent ; il faut donc désigner des élèves pour les tâches.
- Les enfants ont eu du mal à passer de la représentation des 2 dés à la représentation réelle des objets ; il aurait peut-être fallu passer par une phase intermédiaire : faire, sur un même dé, les constellations et les couleurs.

- Quand il y a une activité avec 2 enfants ou plus, si l'un des enfants pense que l'autre a faux, lui demander pourquoi il ne valide pas la réponse.
- I. semble démunie lorsque les enfants ne lui répondent pas ; ils commencent à se lasser du jeu au bout de 15 minutes. (Lorsque la seule élève qui suivait a montré des signes de fatigue).
- Il faut faire remarquer à l'élève qui est le marchand qu'il a une tâche à effectuer et qu'il n'est pas là pour ranger la dînette.

Ce qu'il aurait fallu faire :

- 1ère étape : faire un dé avec 1 point bleu, 2 points bleus, 1 point rouge, é points rouges, 1 point jaune, 2 points jaunes puis les mêmes étiquettes sont données au marchand.
- 2ème étape : faire 2 dés : un dé de couleur, un dé de constellations.

Récit n°4 :

1. Présentation des consignes des ateliers en autonomie.

a) Les enfants sont au coin regroupement. C. leur montre la fiche sur laquelle ils vont travailler et essaie de leur faire reconnaître les figures et leur couleur. La consigne est de reconstituer les paires (rond rouge – carré vert - …) des figures du tableau avec les figures sur les étiquettes.

C. demande à un élève de venir faire l'exercice devant les autres. L'élève se trompe et C. fait rectifier par un autre élève.

b) Les enfants sont toujours au coin regroupement. La démarche pour la consigne est la même que pour le premier atelier : consigne donnée par C. puis reformulée par un enfant.

L'atelier consiste à coller des gommettes dans un rond divisé en 4 couleurs : coller les gommettes d'une couleur sur la même couleur.

Problèmes rencontrés :

- pour le premier atelier, les étiquettes ne sont pas du même rouge que les figures du tableau. Les enfants affirment que c'est du rose.

Solution : trancher en disant qu'effectivement les deux rouges ne sont pas les mêmes (un clair, l'autre plus foncé) mais que c'est quand même du rouge.

- Pour le deuxième atelier, C. a fait semblant de prendre une gommette. Il aurait fallu le faire réellement. En conséquence, les enfants ont collé pour la majorité les gommettes autour du rond et non dans les compartiments de couleur.

2. Atelier dirigé.

I. explique la consigne : il y a un client et un marchand au coin cuisine. Le client lance deux dés. Un dé indique le nombre d'objets qu'il doit demander au marchand, l'autre la couleur de ces objets. Le client va demander au marchand ce qu'il lui faut : « Bonjour monsieur le marchand, je voudrais n objets … (couleur). » I. simule la cliente puis revient faire valider par le reste du groupe.

Chaque élève passe à tour de rôle dans le rôle du marchand et celui du client.

Bilan de l'atelier : solutions proposées aux problèmes rencontrés.

- Imposer les tours de rôle pour le client et le marchand ; ne pas demander aux élèves leur avis. Rythmer l'activité pour que les enfants soient le plus possible sollicités. Donner de l'importance à chaque rôle (client et marchand) pour dynamiser le groupe puisqu'on est en situation d'apprentissage.

- Demander d'abord à l'élève de valider avant de demander au groupe.
- Les difficultés des élèves se sont trouvées au niveau de l'association des 2 contraintes : nombre et couleur. Mais les compétences sur les nombres (objectif de l'atelier) ont été globalement réussies.

Récit n°5

L'activité consistait à permettre aux enfants, au travers du jeu de la marchande, de commencer leur apprentissage du dénombrement jusqu'à 2, voire 3.

Plus concrètement, l'enfant devait lancer deux dés : un dé-couleur et un dé-chiffre. Au résultat conjoint des deux dés lancés, il devait par exemple aller chercher x nombre d'objets de telle ou telle couleur… Le rôle de la marchande n'en était pas moins fondamental pour cette activité dans la mesure où elle devait être capable de donner à l'acheteur l'(es) objet(s) escompté(s). Les réponses étaient validées ou pas par le groupe.

Il s'est avéré que les résultats de cette activité n'étaient pas tout à fait probants : beaucoup d'erreurs plus que de bonnes réponses. Il faut tout de même noter que les enfants étaient en apprentissage et non dans une étape de réinvestissement d'où ce grand nombre d'erreurs.

Cette activité était intéressante dans la mesure où l'enfant était intelligemment sollicité puisqu'il apprenait par le biais du jeu. La mémoire kinesthésique avait tout son rôle et importance.

Il en ressort que cette leçon doit être poursuivie dans l'attente de résultats positifs pour l'apprentissage de l'enfant.

<u>Annexe 3:</u>
Le Groupe de Formation Professionnelle dans le Projet d'établissement 2004-2007 de l'IUFM de l'académie d'Aix-Marseille.

« … I.2.1.4 ANALYSER LES PRATIQUES PROFESSIONNELLES, PREPARER ET EXPLOITER LES STAGES
(75 H)

Le GFP est la structure de référence. Il regroupe une moyenne de 26 stagiaires, encadrés par un tuteur et 3 IMF au moins.

Conçu pour réguler la formation, il est organisé sur un horaire de 75 heures qui se répartissent de la manière suivante :

- Régulation de la formation, des stages (préparation et bilan) : 39heures.
- Suivi dans la méthodologie du mémoire professionnel, harmonisation des travaux des stagiaires et de leur directeur de mémoire : 6 heures.
- Analyses des Pratiques Professionnelles : observations de classes chez les IMF et analyses, analyses de séquences filmées : 30 heures (organisées en deux sous-groupes).

Tout au long de l'année les stagiaires peuvent ainsi observer et exercer dans plusieurs cycles, construire en tutorat des fiches de préparation de séquences, les éprouver in situ, les critiquer ensuite en groupes.

Le GFP permet donc :

- la personnalisation de la formation,
- l'échange des expériences individuelles et le travail en équipe,
- la formation méthodologique et le développement de l'autonomie,
- la liaison entre les différents dispositifs de formation . … »

LE CALCUL PAR LES INSTRUMENTS À CALCULER

Caroline Poisard,[1]

Doctorante à l'Université de Provence, Laboratoire du Cirade

Alain Mercier[2]

UMR ADEF, Université de Provence, INRP, IUFM d'Aix-Marseille

Résumé : Cet atelier s'appuie sur des travaux de thèse. Cette recherche s'intitule : « analyse didactique d'une innovation pédagogique ».

Il s'agit d'étudier l'originalité d'une démarche pédagogique qui consiste à construire et à utiliser des objets mathématiques - boulier chinois ; bâtons à multiplier de Néper et réglettes de Genaille-Lucas ; règle à calcul pour additionner ou soustraire - hors du temps scolaire, dans le contexte d'un centre d'animation scientifique et technique, mais en liaison avec le travail en classe.

1 - INTRODUCTION

L'objectif principal de cet atelier est d'étudier des instruments à calculer. Cette étude ne vise pas seulement à montrer comment enseigner de nouveaux savoirs mais plutôt à se confronter à des œuvres. Le sens du mot œuvre est ici emprunté à Chevallard (2001). En se basant sur le principe que la réponse à une question peut être fournie par le recours à des connaissances et des savoirs, il considère ces connaissances et ces savoirs comme des œuvres, dans le sens où elles créent un milieu de production d'une réponse (pour une certaine institution). Pour illustrer cette remarque l'auteur développe l'exemple des TPE (travaux personnels encadrés) au lycée. Le problème actuel de l'école est le manque des questions et la tendance à fournir directement des réponses ce qui n'engendre qu'une reproduction d'œuvres. L'enjeu des TPE est donc de donner des questions et ainsi de produire des œuvres.

Notre objectif est aussi de produire des œuvres, par l'étude d'instruments de calcul. Les questions que nous proposons pour ce travail sont : Comment ça marche ? Pourquoi ça marche ? A quoi ça sert ? Qui s'en sert ? Pour quoi faire ?

1.1 Projet de recherche

Pour résumer notre sujet de thèse, nous dirons qu'il se bâtit sur une « analyse didactique d'une innovation pédagogique ». L'originalité de la démarche pédagogique étudiée consiste à construire et utiliser des objets mathématiques, à les manier. Une autre

[1] Doctorante à l'Université de Provence, Laboratoire du Cirade avec le soutien financier de la Région Paca. Merci à l'Ardm pour le soutien financier pour la participation à ce colloque. poisard@unimeca.univ-mrs.fr

[2] UMR ADEF, Université de Provence, INRP, IUFM d'Aix-Marseille.

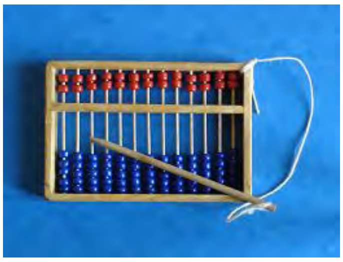
particularité essentielle est que nous ne nous situons pas dans le cadre classique des observations en didactique des mathématiques, celui de la classe intra muros. Nous analysons des situations qui vivent en relation avec le milieu de la classe, mais physiquement dans un autre lieu : un centre d'animation scientifique et technique qui reçoit des scolaires.

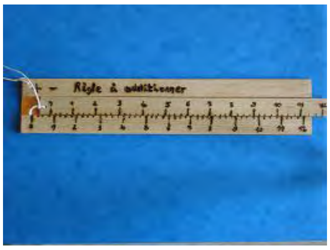
L'enseignement qui nous intéresse est celui des mathématiques, le niveau celui du cycle 3 du primaire. Notre questionnement touche différentes strates et différents acteurs de ces pratiques d'animation, en particulier le temps des animations et leur impact sur l'activité cognitive. Quels sont les moments importants pour l'apprentissage qui se réalisent au centre ? Quand ? Comment ? En mathématiques ou dans un autre domaine, scolaire ou non ? Existe-t-il un lien à faire entre l'école et le centre ? Qui ? Comment ? Quand ?

Quels peuvent être les objets matériels intéressants pour un apprentissage du calcul ? Comment caractériser ces objets ? Quel est leur effet cognitif ? Les contraintes d'utilisation ?

1.2 Observations

Les observations ont porté (d'octobre 2003 à mai 2004) sur quatre classes de CM2 qui sont venues au centre d'animation sur le thème des instruments à calculer (entretiens enfants, instituteurs, animateurs, questionnaires enfants, films des séances au centre, expression écrite en classe après chaque séance). Ce choix a été motivé par les contraintes du centre et par la thématique à aborder : les mathématiques. Chaque classe vient trois journées au centre, celle-ci est divisée en trois, deux groupes sont avec des animateurs pour construire des instruments avec divers outils (scies, perceuses électriques...) et le troisième groupe travaille avec l'instituteur. La réalisation des objets n'inclut pas une phase de réflexion sur la conception comme c'est le cas pour la démarche de projet en technologie au collège. Le double objectif de l'animation scientifique : celui de recherche de plaisir pour les enfants avec une finalité d'apprentissage est un des points délicats à produire dans de bonnes conditions. Une grosse part des explications est laissée volontairement à l'école, la démarche de l'instituteur va donc déterminer l'intérêt didactique des séances. Le thème des instruments à calculer comporte la fabrication et l'étude du boulier chinois, des bâtons à multiplier (Néper et Genaille-Lucas) et de la règle à additionner (règle à calcul pour l'addition et la soustraction). Voici quelques photos d'instruments réalisés par les enfants.


Le boulier chinois


La règle à additionner

Les bâtons de Néper

Les réglettes de Genaille-Lucas

Le temps des animations constitue un moment important de l'apprentissage où les enfants sont fortement valorisés par la réalisation d'une œuvre personnelle. Même si, l'utilisation rapide des objets pendant les animations ne semble pas permettre aux enfants une appropriation des modes de fonctionnement des instruments, ces moments sont décrits par les enfants comme « héroïques » lors des entretiens où chaque détail est mentionné et où le déroulement des séances est repris point par point ce qui montre bien une activité extraordinaire c'est à dire qui sort de l'ordinaire.

Lors des séances avec l'instituteur, nous avons choisi d'étudier les instruments en posant aux enfants la question : Comment ça marche ? Pourquoi ça marche ? L'hypothèse est que l'exploration produit une activité qui s'organise bien autour d'un enseignement de mathématiques. Dans l'atelier, nous mettons au travail les participants autour de ces mêmes questions.

2 -LE BOULIER CHINOIS OU SUAN-PAN

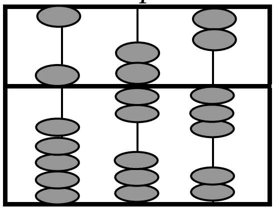
L'usage du boulier remonte au moins au $13^{ème}$ siècle en Asie, sûrement même aux tous premiers siècles après J-C. Il constitue un instrument portatif (à l'inverse des abaques), d'usage simple et efficace pour les opérations élémentaires. Pour nous, le boulier est un support d'activité en mathématiques, l'utilisation que nous montrons ici n'est pas obligatoirement celle d'une utilisation courante, machinale comme c'est le cas lorsqu'on apprend à l'utiliser en Chine ou au Japon depuis l'enfance. Le but est de comprendre pourquoi un tel objet est efficace pour faire des calculs et non pas d'apprendre par cœur les règles de son utilisation.

2.1 Comment ça fonctionne ?

Cette question est posée aux participants avec un boulier pour deux (au moins). Après un temps de réflexion et une mise en commun des résultats, quelques exemples intéressants sont travaillés.

Dans chaque tige le boulier chinois possède deux quinaires (qui valent chacune cinq) et cinq unaires (qui valent chacune un) et chaque tige représente une position du système décimal : unités, dizaines, centaines, etc. en partant de la droite vers la gauche. La position zéro s'obtient lorsque les boules sont vers le cadre extérieur c'est à dire que pour marquer un nombre on ramène les boules vers la barre transversale afin de déplacer les unaires et les quinaires en un seul mouvement.

Regardons cet exemple :



Comment lire ce nombre écrit sur le boulier ? Comment écrire autrement 12 centaines ? Combien de possibilités a-t-on sur le boulier chinois ?

2.2 Remarques importantes

Pour faire vivre une telle séance en classe, il faut anticiper les idées possibles des élèves pour relancer la recherche. Il semble nécessaire de faire une analyse complète du boulier avant de l'étudier en classe car le professeur doit montrer les limites d'utilisation si la proposition de l'élève n'est pas optimale : Comment écris-tu 8 ? Et 26 ? Et 1789 ? Quel est le plus grand nombre que tu peux écrire avec cette méthode ? Peux-tu lire facilement un nombre ? Souvent les enfants séparent le cadre du boulier en deux : les unités (là où il y a le plus de boules) et les dizaines (chaque boule vaut cinq), avec cette méthode, le nombre maximal inscriptible est 195. Mais alors est-il possible qu'un instrument de calcul comme le boulier réputé très efficace ne permette de compter que jusqu'à 195 ? !

En fin de primaire, l'enjeu de l'étude du boulier est de renforcer des notions de base, de les aborder autrement, c'est à dire de réorganiser des connaissances pour s'approprier la théorie dont ils connaissent la pratique. Par exemple faire le lien entre la numération positionnelle et le fait qu'un chiffre n'a pas la même valeur suivant sa position sur le boulier, ou encore retrouver le sens mathématique des additions qu'ils font en papier et crayon. Ces situations pourraient aussi être proposées en début du primaire pour découvrir ces notions.

2.3 L'addition puis la soustraction

Comment réaliser une addition puis une soustraction sur le boulier ? Avec le boulier on voit le passage des retenues car on l'effectue à la main. Il comporte une très bonne gestion de celles-ci car on peut commencer une opération par la gauche pour avoir un ordre de grandeur du résultat, sans avoir de soucis de retenue. Les nombres sont inscrits et cette inscription est dynamique, ce qui est impossible avec papier et crayon. Ce souci du report des retenues a été un point crucial pour la mécanisation des calculs : Quant est-il des retenues pour les multiplications ?

On peut l'écrire de cette manière :

$$\begin{array}{cccc} & 7 & 8 & 5 \\ + & 1 & 6 & 3 \\ \hline & 8 & 12 & 8 \\ \hline & 9 & 2 & 8 \end{array}$$

Ou encore :

$$\begin{array}{cccc} & 7 & 8 & 5 \\ + & 1 & 6 & 3 \\ \hline & & & 8 \\ + & 1 & 2 & 0 \\ + & 8 & 0 & 0 \\ \hline & 9 & 2 & 8 \end{array}$$

Peut-on réaliser 12,56+34,129 ? Oui, il est alors nécessaire d'établir une convention pour placer les unités, par exemple la quatrième tige en partant de la droite, ce qui laisse 3 chiffres inscriptibles après la virgule. On peut donc aussi travailler avec les décimaux sur le boulier.

2.4 La non unicité d'écriture

Pour aborder ce point, nous proposerons aux participants d'inscrire 10 de trois manières différentes et de réfléchir sur la manière la plus économique. Comment et pourquoi la définir ? On rencontre une situation similaire avec les fractions que l'on apprend à écrire de façon irréductible, on a bien plusieurs manières pour écrire un même nombre : 10/2=5 ou 18/12=3/2. Avec les entiers, c'est la même chose : 0,9999…=1.

Enfin, nous effectuerons l'opération 1038-55 afin de montrer que comme en algèbre, sur le boulier il est parfois nécessaire de décomposer une écriture pour arriver au résultat. Par exemple il faut parfois passer par $(a+b)^2=a^2+2ab+b^2$ c'est à dire l'inverse de la factorisation pour trouver un résultat.

Récapitulatif des notions mathématiques

Les savoirs disciplinaires mathématiques mis à jour par l'étude du boulier sont :

La numération de position en base 10 ainsi que la notion d'unicité d'écriture d'un nombre

L'addition et la soustraction avec la recherche de méthodes économiques qui se rapprochent du raisonnement du calcul mental (par exemple la décomposition (-9=-10+1) et la manipulation réelle des retenues

L'écriture et la lecture des grands nombres

La multiplication : par la méthode d'additions successives qui devient rapidement inadaptée aux grands calculs et en connaissant les tables de multiplication avec le décalage du zéro

La division : par la méthode des soustractions successives et en connaissant les tables.

Ces savoirs concernent d'une part la numération et le calcul ; mais aussi le raisonnement, le mode de pensée propre aux mathématiques (Grenier et Payan, 2003), en particulier l'unicité d'écriture et la méthode économique.

3 -TRAVAIL PAR GROUPES DES PARTICIPANTS

3.1 Les questions de recherche

L'ensemble des participants est divisé en quatre groupes avec chacun une question de travail (et environ 30 minutes de réflexion).

Comment réaliser une multiplication avec le boulier chinois ? Par exemple multiplier 27 par 82.

Le boulier chinois : combien peut-on enlever de boules pour pouvoir encore compter ?

Les bâtons de Néper : comment ça marche ? Peut-on les améliorer c'est à dire prendre en charge la retenue ?

Les réglettes de Genaille-Lucas : comment ça marche ? Comment gérer les retenues pour les multiplications ?

3.2 La mise au point

3.2.1 La multiplication avec le boulier

La méthode classique s'écrit sur une feuille :

		3	7
	x		5
	1	8	5

On dit à l'oral ou dans sa tête :
« 5 fois 7 : 35 je pose 5 et je retiens 3. 5 fois 3 15 et 3 : 18 »

		3	7	
	x		5	
		3	5	5x7
+	1	5	0	5x30
	1	8	5	

Avec le boulier le calcul se décompose de telle manière que l'on n'a pas de retenue (le « je retiens 3 » de précédemment). Ce qui est intéressant avec cette méthode c'est que l'on voit mieux le décalage, on remonte au sens mathématique. Pour écrire la seconde ligne, on se place dans la tige de dizaines, on laisse la tige des unités vide car on va multiplier 5 unités par 3 dizaines.

3.2 2 Enlever des boules au suan-pan

La question de départ peut se décliner de deux manières : Combien peut-on enlever de boules au maximum par tige pour pouvoir calculer à la manière traditionnelle ? Ou bien : Peut-on avoir une écriture unique de tous les nombres en base 10 ?

Cette recherche nous fait (re)découvrir le boulier japonais ou soroban qui possède le nombre de boules minimales c'est à dire quatre unaires et une quinaire. Son apprentissage nécessite beaucoup plus de dextérité. Cette amélioration du suan-pan date des années 1950.

En fait si on pousse le raisonnement du nombre minimum de boules, il suffit d'une boule par tige pour pouvoir inscrire n'importe quel nombre en binaire !

On peut aussi explorer d'autres pistes : Quelles valeurs peut-on donner aux boules pour que l'on puisse écrire tous les nombres (toujours en base 10)? Si certaines boules sont collées entre elles, peut-on encore utiliser le boulier ? Sous quelles conditions ?

3.2 3 Les bâtons de Néper

En 1617, le mathématicien écossais John Néper publie *Rhabdologia*, dans lequel il explique le principe de fonctionnement de bâtons pour réaliser des multiplications en ne faisant que des additions. Le principe est le même que celui de la multiplication per gelosia utilisé dès le 13ème siècle et qui sera d'usage en Islam, en Chine et en Europe. Ces bâtons seront utilisés en Europe jusqu'à la moitié du 19ème siècle.

Regardons l'exemple de 246 par 63.

Multiplication per gelosia (additions diagonale par diagonale)

	2	4	6
6	1 / 2	2 / 4	3 / 6
3	0 / 6	1 / 2	1 / 8
15	4	9	8

Décomposition de l'algorithme traditionnel

			2	4	6	
		x		6	3	
				1	8	3x6
+			1	2	0	3x40
+			6	0	0	3x200
+			3	6	0	60x6
+		2	4	0	0	60x40
+	1	2	0	0	0	60x200
	1	5	4	9	8	

3.2 4 Les réglettes de Genaille-Lucas

Edouard Lucas est un mathématicien français qui proposa d’améliorer les bâtons de Néper c’est à dire de rendre automatiques certains calculs. C’est Henri Genaille, un ingénieur français qui donna une réponse en 1885. Ces réglettes qui seront utilisées jusque dans les années 1910, permettent une lecture directe en supprimant les additions intermédiaires. On soulève ici l’étude des retenues lors des multiplications. Quelle est la retenue maximale possible pour une addition de deux nombres ? Et pour une multiplication de deux nombres ?

4- CONCLUSION

Dans l’étude des instruments à calculer, nous pointons bien des savoirs mathématiques visibles. L’enjeu n’est pas de devenir expert du boulier comme le sont par exemple les marchands chinois qui apprennent par cœur dès le plus jeune âge les règles d’utilisation du boulier. Le boulier ne fait pas partie de notre culture, il est le support d’une activité en mathématiques et peut permettre à la classe de se poser de nouveaux problèmes et de revisiter (à la fin du primaire) certaines notions familière depuis plusieurs années que nous pouvons aussi appeler des œuvres.

Ce thème des instruments semble intéressant pour aborder des connaissances sous un autre angle avec la particularité d’avoir un support matériel, comme l’élève doit apprendre à le faire avec une calculatrice. D’ailleurs, c’est dans ce contexte qu’il est intéressant de remonter à la source et d’imaginer une progression qui permette de comprendre pourquoi de nos jours la calculatrice est devenue familière en classe. Comment faisait-on avant ? En commençant par la numération égyptienne, puis par la numération décimale avec le texte de Stévin en continuant sur les abaques, bouliers, réglettes puis sur le problème de la mécanisation des retenues (Pascal, Schickard) et les instruments analogiques (règle à calculs) on arrive jusqu’à l’ordinateur.

D’après les instructions officielles, l’usage de la calculette doit donner au calcul posé (technique opératoire) le rôle de renforcer la compréhension. Cette compréhension peut aussi se construire autour du boulier, des bâtons de Néper, des réglettes de Genaille, de la règle à calcul…

D’autre part, ce travail s’inscrit dans une définition des mathématiques comme une science expérimentale qui se construit autour d’expériences, de réalisations matérielles, de manipulations, d’observations et de mesures comme c’est le cas en sciences physiques et en sciences de la vie et de la terre. Notre objectif est de déterminer les contraintes pour qu’un travail expérimental soit aussi un travail mathématique.

Quelques références

AYMÉ, N. (1997). Le boulier chinois. Actes du colloque : L'Océan Indien, au carrefour des mathématiques arabes, chinoises, européennes et indiennes. IUFM de La Réunion. Disponible sur :
http://www.reunion.iufm.fr/dep/mathematiques/Seminaires/ActesKol.html

BARBIN, E. & LE GOFF J.-P. (2000). Si le nombre m'était conté… Paris : Ellipses.

BOSCH, M. & CHEVALLARD Y. (1999). La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs. Recherche en Didactique des Mathématiques, 19, 77-124.

CHABERT, J.-L., BARBIN, E., GUILLEMOT, M., & al (1994). Histoires d'algorithmes : du caillou à la puce. Paris : Belin.

CHEVALLARD, Y., (2004). Enseigner les maths aujourd'hui, Cahiers pédagogiques, 427, 34-36.

CHEVALLARD, Y. (2001). Les TPE comme problème didactique, Actes du Séminaire National de Didactique des mathématiques.
Disponible sur : www.aix-mrs.iufm.fr/formations/filieres/mat/fdf/topos3.html

CUMIN, J., HOSSENLOPP, J. (1994). Le boulier : initiation. Paris : Chiron.

CUMIN, J., HOSSENLOPP, J. (1998). Le boulier : perfectionnement. Paris : Chiron.

Ermel Enseignants, apprentissages numériques en CE1, 1993, INRP, Paris : Hatier.

DEFORGE, Y. (1990). L'oeuvre et le produit. Seyssel : Champ Vallon.

GODIN, F., TIMON, R., WOROBEL, M. (2000). Math CM2, Paris : Hachette.

GRENIER, D. & PAYAN, C. (2003). Situations de recherche en "classe", essai de caractérisation et proposition de modélisation. Les cahiers de laboratoire Leibniz, 92. Disponible sur : www-leibniz.imag.fr/LesCahiers

HÉBERT, E. (Dir.). (2004). Instruments scientifiques à travers l'histoire, Paris : Ellipses.

IFRAH, G. (1981). Histoire universelle des chiffres, Paris : Robert Laffont.

MARGUIN, J. (1994). Histoire des instruments et machines à calculer : trois siècles de mécanique pensante, 1642-1942. Paris : Hermann.

MARTZLOFF, J.-C. (1987). Histoire des mathématiques chinoises. Paris : Masson.

Mathématiques CM2, Paris : Hachette éducation.

MERCIER, A., SALIN, M.-H. (1988). L'analyse a priori, outil pour l'observation. Actes de l'université d'été de didactique des mathématiques. IREM de Bordeaux.

SHÄRLIG, A. (2001). Compter avec des cailloux. Lausanne : Presses Polytechniques Universitaires Romandes.

Sites intéressants

Sur le boulier :

http://www.reunion.iufm.fr/dep/mathematiques/Seminaires/ActesKol.html
http://www-cabri.imag.fr/nathalie/boulier/boulier.htm

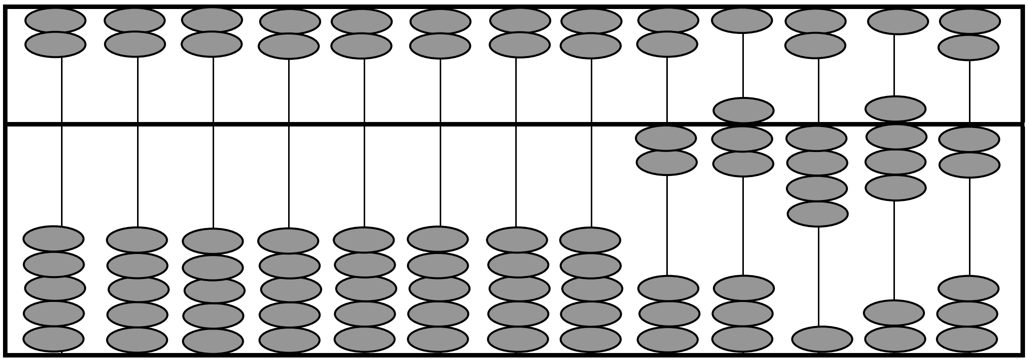
Sur les bâtons :

http://infohost.nmt.edu/~borchers/napier/napier.html : modèles
http://www.animath.fr/UE/Charb/Charb.html#B
http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/maths/apmep/activites/Neper.htm (attention, erreur sur la baguette du 8 du premier dessin pour Genaille)
http://www.arts-et-metiers.net/magic.php?P=183&ID=19&lang=fra&flash=f&s1=&s2= (attention au sens des diagonales)

Annexe : Compléments sur le mode de fonctionnement des instruments

Nous donnons ici quelques compléments mais le but de l'atelier était de donner des questions pour chercher : Comment ça marche ? Pourquoi ça marche ?

- **Le boulier chinois (ou suan-pan)**



Sur ce boulier est inscrit le nombre 27 482 qui se décompose :

$27482 = 2\times10^4 + 7\times10^3 + 4\times10^2 + 8\times10 + 2$

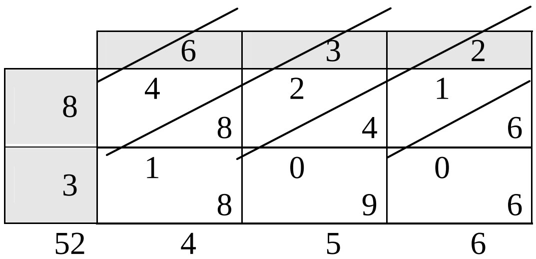
- **Les bâtons à multiplier**

Regardons l'exemple de 632 par 83.

Méthode traditionnelle
(ou de Fibonacci) :
632x83 = 632x3 + 632x80

			6	3	2	
		x		8	3	
		1	8	9	6	3x632
+	5	0	5	6	0	80x632
	5	2	4	5	6	

Multiplication per gelosia
(ou par grillage) :
632x83 = 632x80 + 632x3



Méthode par décomposition :
632x83 = 3x2 + 3x30 + 3x600 + 80x2 + 80x30 + 80x600.

			6	3	2	
			x	8	3	
					6	3x2
+				9	0	3x30
+		1	8	0	0	3x600
+			1	6	0	80x2
+		2	4	0	0	80x30
+	4	8	0	0	0	80x600
	5	2	4	5	6	

Le calcul par les instruments à calculer

Avec les bâtons de Néper :
632 x 83 = (632x8x10) + (632x3) = 50560 + 1896. Attention à ne pas oublier les retenues.

X	**6**	**3**	**2**
1	0/6	0/3	0/2
2	1/2	0/6	0/4
3	1/8	0/9	0/6
4	2/4	1/2	0/8
5	3/0	1/5	1/0
6	3/6	1/8	1/2
7	4/2	2/1	1/4
8	4/8	2/4	1/6
9	5/4	2/7	1/8

		6	3	2
1	0	6	3	2
2	0	2	6	4
	1	3	7	5
3	0	8	9	6
	1	9	0	7
	2	0	1	8
4	0	4	2	8
	1	5	3	9
	2	6	4	0
	3	7	5	1
5	0	0	5	0
	1	1	6	1
	2	2	7	2
	3	3	8	3
	4	4	9	4
6	0	6	8	2
	1	7	9	3
	2	8	0	4
	3	9	1	5
	4	0	2	6
	5	1	3	7
7	0	2	1	4
	1	3	2	5
	2	4	3	6
	3	5	4	7
	4	6	5	8
	5	7	6	9
	6	8	7	0
8	0	8	4	6
	1	9	5	7
	2	0	6	8
	3	1	7	9
	4	2	8	0
	5	3	9	1
	6	4	0	2
	7	5	1	3
9	0	4	7	8
	1	5	8	9
	2	6	9	0
	3	7	0	1
	4	8	1	2
	5	9	2	3
	6	0	3	4
	7	1	4	5
	8	2	5	6

Avec les réglettes de Genaille-Lucas :

632x83 = (632x8x10) + (632x3) = 50560 +1896.

Ici les retenues sont gérées par les réglettes. On commence la lecture par les unités, les triangles noirs indiquent le sens de lecture.

Une proposition pour traiter perpendicularité et parallélisme à partir d'une étude dynamique des formes

Jean-François Grelier
Professeur de Mathématiques, IUFM de Midi-Pyrénées

Comment approcher les concepts d'orthogonalité et de parallélisme ? Doit-on partir des formes polygonales ou du pliage de papier ?
Cet article présente une recherche action, menée dans une école de Toulouse, qui pose les questions précédentes et propose quelques pistes.

1. La recherche-action

Cette présentation est tirée d'une recherche-action menée à l'école Buffon à Toulouse, dans la ZEP du Mirail, et qui s'est conclue par la publication d'un ouvrage au CRDP Midi-Pyrénées : « Apprentissages géométriques aux cycles 2 et 3 ». Ce travail se situe dans le vaste mouvement qui depuis une vingtaine d'années vise à faire passer l'école d'une pédagogie de la restitution à une pédagogie de la compréhension. De ce point de vue, les progrès ont été spectaculaires dans le domaine numérique, en particulier grâce aux travaux de l'équipe Ermel. Mais ça n'a pas été le cas en géométrie, faute d'un travail systématique de recherche et de production d'outils didactiques. C'est donc parce qu'il leur manquait les activités permettant de vraies manipulations en géométrie que les auteurs ont engagé depuis septembre 98 une recherche-action pour produire ces activités d'abord pour leur propre usage.

Il faut dire un mot de la méthode employée. L'attitude classique des chercheurs est de commencer par éclaircir le champ théorique, et d'en déduire dans un second temps les conséquences pratiques, ici les activités de classe : recherche fondamentale, puis recherche appliquée. Au contraire, la démarche s'est voulu (faussement ?) naïve : prendre les programmes de géométrie au sérieux, en cherchant à construire les compétences exigées, avec les méthodes actives qui ont fait leurs preuves dans le domaine numérique. Parce que c'est en faisant qu'on apprend, les problèmes théoriques ont été traités au fur et à mesure qu'ils se posaient, et dans les termes où ils se posaient, avec le critère pratique de la réussite des élèves.

Et c'est donc progressivement que la compréhension théorique s'est enrichie, en construisant une cohérence globale au travail. Et cette cohérence s'est formalisée dans l'ultime étape, dans le travail d'organisation des activités dans des progressions par niveau respectant les programmes.

2. La problématique proposée à l'atelier

a) Comment articuler les apprentissages de la géométrie et de la spatialité ?

Les programmes insistent aujourd'hui sur la nécessaire distinction entre l'appréhension de la spatialité et la construction des compétences géométriques. Cela est souvent compris par les enseignants comme la formalisation d'un nouveau domaine géométrique qui doit précéder la

géométrie traditionnelle, et qui s'appellerait spatialité ou espace. Un domaine qui serait un développement réfléchi des activités de repérage que l'on faisait traditionnellement au cycle 1.
Dans ce cas, les nouvelles instructions seraient comprises comme le rajout d'un nouveau domaine, et non comme une refonte de toutes les activités géométriques. Comme si l'enseignement traditionnel qui s'organise autour de l'apprentissage des formes fonctionnait, alors que l'apprentissage des relations - orientation, alignement, orthogonalité et parallélisme, devait être réformé, et qu'il peut l'être en étant pris en main autrement, et plus tôt.
Au delà de ce qui n'est peut-être qu'une incompréhension locale sans beaucoup de conséquences, reste le problème de savoir comment on articule l'enseignement des formes et des relations. Comme pour la question de l'ordre dans lequel on doit organiser les enseignements de l'espace et du plan, la réponse n'est jamais tout l'un ou tout l'autre. Il ne s'agit pas d'aller des formes vers les relations ou de travailler d'abord les relations pour aborder dans un second temps les formes. Il faut réfléchir à leurs apprentissages conjoints.

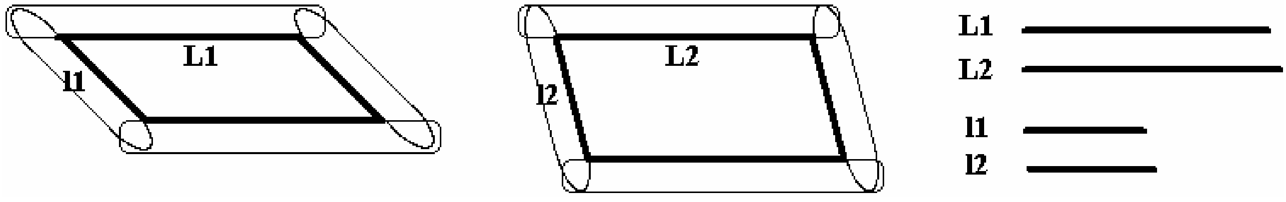
b) L'hypothèse à questionner

Il semble incontestable que l'étude traditionnelle des formes prépare mal aux apprentissages géométriques, mais n'était-ce pas en grande partie parce qu'elles sont présentées statiquement, et en général sur papier ? Commençons par réfléchir à ce que pourrait être un travail innovant sur des formes dynamiques, et voyons en quoi cela permet de mieux construire les concepts liés aux formes, mais en quoi cela facilite aussi l'apprentissage des relations.
On peut certes déplacer et déformer des formes sur ordinateur, mais cela demande déjà une certaine expertise. Nous avons donc recherché et mis au point un matériel beaucoup plus simple qui permet aux élèves de manipuler directement des objets qui sont des passages vers le concept.
Construire des polygones articulés permet d'engendrer des familles de polygones, et à chaque fois de recenser ressemblances et différences. Pour les polygones à quatre côtés égaux par exemple, cela construit les solidarités entre les losanges et le carré, mais fait apparaître aussi des critères pour les différencier. En déformant un carré, on voit ce qu'il conserve et ce qu'il perd.

3 - La mise au point du matériel dans la recherche-action

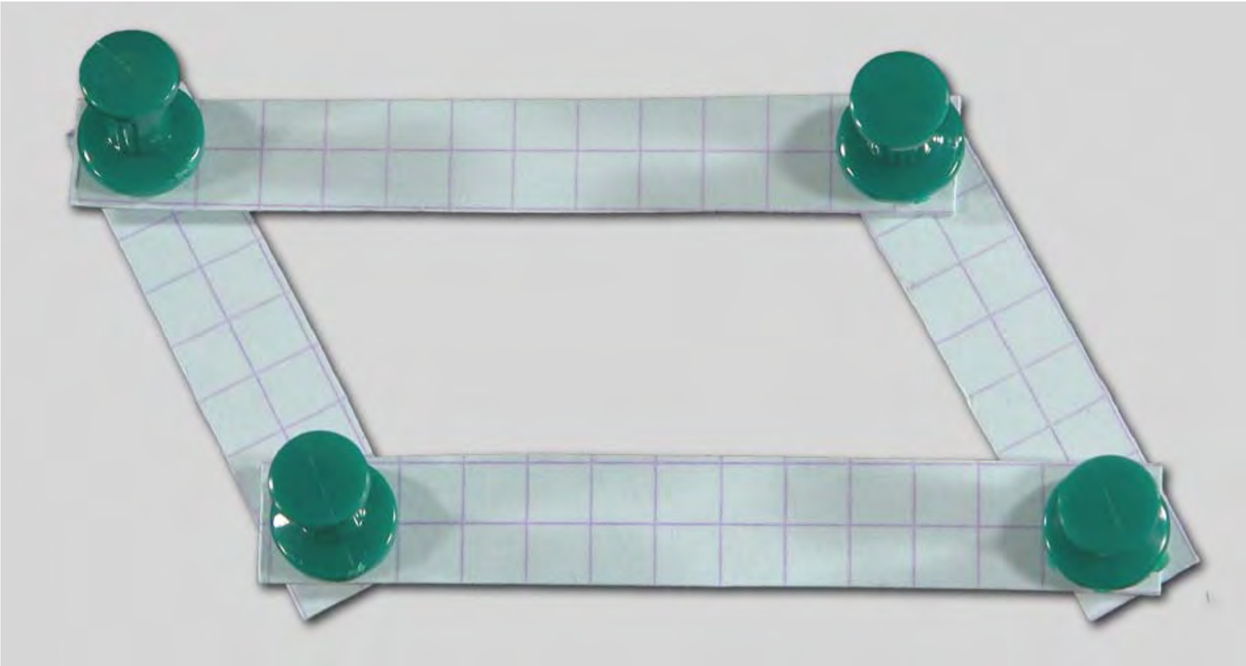
C'est dans ce but que nous avons donc cherché à produire des polygones articulés. Une première idée est d'utiliser un matériel de type « mécano ». Il présente l'intérêt de pouvoir articuler les côtés des polygones, mais présente des difficultés pour passer à la représentation. En effet quand on utilise ce matériel comme gabarit pour représenter, modifier les angles modifie aussi les longueurs des côtés.

Matériel abandonné

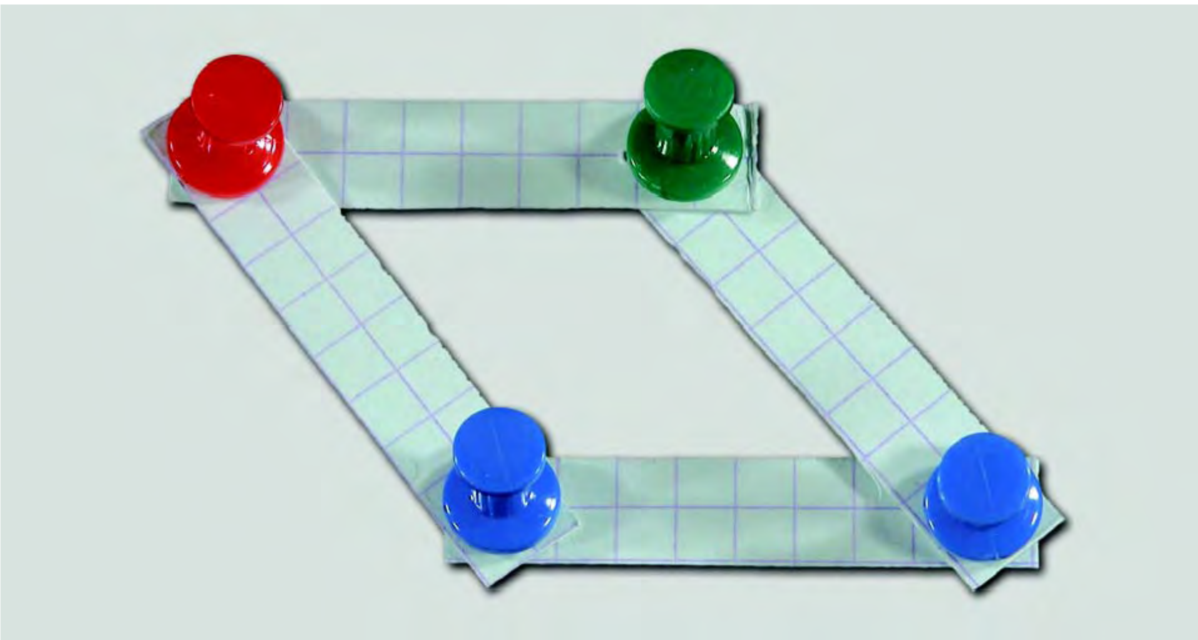


Finalement ce matériel n'a été conservé que comme traceur de parallèle, et après beaucoup de tâtonnements, une meilleure solution a été trouvée.
Pour ce faire, on fabrique des réglettes de papier de 1 cm de large dans du bristol quadrillé et plastifié. On forme le polygone en plantant des punaises aux deux avant-derniers nœuds de ces bandes, et on intercale, entre le montage articulé et le support carton (ou moquette), une feuille de papier qui va donc être également trouée par les punaises aux emplacements des sommets.

Quadrilatères formé avec deux fois deux réglettes



Quadrilatères formé avec quatre réglettes égales



On obtient ainsi très naturellement une représentation du polygone en reliant au crayon à papier les trous des punaises, et cette représentation conserve la longueur des côtés. Son gros avantage est de permettre un passage immédiat à la représentation.
Dans notre recherche, nous avons eu le souci permanent d'organiser le passage de la manipulation à une représentation où on traite le problème sans manipuler, car sans ce transfert, on ne fait pas de mathématiques, on bloque la conceptualisation. Cela a même été le principal critère de sélection du matériel : aussi gratifiant qu'il soit, un matériel qui ne permet pas un passage rapide à la représentation ne peut être exploité mathématiquement.
Ce matériel nous semble un bon compromis entre plusieurs contraintes : il permet d'engendrer tous les polygones de mêmes côtés, il est de faible coût et facile à réaliser, et surtout il permet un passage immédiat à la représentation.
Les élèves ont ainsi dès le cycle 3 des figures de très bonne qualité, sur lesquelles un travail multiforme pourra être mené.
Dans une première séquence (Po1)[1] d'appropriation du matériel, les élèves apprennent à monter des polygones articulés, à engendrer plusieurs formes de la même famille, et à les représenter sur une feuille blanche en rejoignant les trous laissés par les punaises. Une des modalités peut être un jeu de la marchande, où les élèves commandent les réglettes et les punaises nécessaires pour construire un polygone de leur choix.
Dans une deuxième séquence (Po2), les élèves vont travailler avec quatre réglettes de même longueur. Par groupe de deux, ils vont produire trois polygones différents, et les représenter. Puis ils vont devoir trier ces quadrilatères. Deux catégories s'imposent à tous : les carrés et les losanges. Mais il n'est pas toujours facile de décider à quelle catégorie appartiennent certains « quasi-carrés ». Un critère incontestable est nécessaire. Les angles droits sont difficile à vérifier, aussi un autre critère émerge, la longueur des diagonales, et c'est induit par le matériel qui se déforme de carré à losange quand on tire sur une diagonale. Et quand on tire sur une diagonale en l'agrandissant, visiblement l'autre diagonale diminue. Et on peut vérifier cette conjecture immédiatement en mesurant à la règle graduée. Il faudra se mettre d'accord sur la marge d'appréciation.
Les élèves vont alors formuler par écrit les ressemblances et les différences entre les deux catégories, les carrés et les rectangles, et la classe pourra ainsi recenser après confrontation et bilan collectif les propriétés de ces deux quadrilatères.
Dans une autre séquence (Po4), les élèves travailleront avec deux fois deux réglettes égales. Dans une démarche analogue, ils découvriront les propriétés des rectangles, des parallélogrammes et des cerfs-volants.
Chacune de ces séquences pourra se diviser en deux, trois ou quatre séances de 45 minutes.

4. Présentation de la proposition

Il nous semble que la plupart des manuels usuels présente l'orthogonalité à partir d'une réflexion sur les droites, hors situation fonctionnelle. L'utilisation de la technique du pli sur pli pour produire un gabarit d'angle droit donne l'alibi de la manipulation pour faire « passer en contrebande » le caractère ostensif de la démarche. Ici au contraire on propose d'essayer de structurer cette notion en situation. Dans la séquence précédente, les élèves ont engendré la famille des quadrilatères à quatre côtés égaux. Ils ont trié les carrés des losanges, et ont cherché des critères objectifs permettant de les différencier. L'angle droit est un critère, mais l'équerre s'avère être un piètre outil de discrimination, pour des raisons pratiques. Comme on

[1] Voir annexe

vient de le voir, un deuxième critère beaucoup plus fonctionnel apparaît alors : le carré a ses deux diagonales égales, et le losange non.
Et surtout on a là de quoi construire une image mentale très forte, avec ces deux droites qui bougent au cœur de la figure tout en restant perpendiculaires.

Et c'est là qu'intervient l'activité Po3 dont voici le descriptif :

1. *Classe entière :* on reprend les quadrilatères articulés à côtés égaux. On les décrit collectivement. Les élèves proposent des formulations des propriétés communes à tous ces quadrilatères (ressemblances et différences).
2. *Groupe de deux :* on cherche les symétries par pliage exact. On obtient un angle droit que l'on va utiliser comme critère. On se construit une équerre personnelle sur ce modèle.
3. *Groupe de deux :* on écrit une phrase pour expliquer les propriétés des diagonales.
4. *Classe entière :* bilan et écriture dans le mémento de géométrie. On vise la définition des droites perpendiculaires : (par exemple « deux droites qui se coupent en formant des angles droits »)

Pour peu que l'on fasse tracer les diagonales en rouge, leurs positions « en croix », renforcées par le fait qu'elles sont médiatrices l'une de l'autre, fait de cette situation –commune au carré et aux losanges de la famille- une image mentale emblématique de la situation de perpendicularité. Le gabarit d'angle droit, est ici introduit par le pliage d'un losange en liaison avec la reconnaissance de symétries, donc en liaison avec le sens.

De même le parallélisme peut se construire avec les séquences Po4 et Po5, par les quadrilatères que l'on engendre avec deux fois deux bandes égales. Ici, c'est le parallélogramme qui offre une situation de référence par le parallélisme qu'il montre sur ces deux grands côtés. Et un critère permettant de vérifier le parallélisme de deux droites pourra apparaître : les segments découpés par les perpendiculaires communes aux deux parallèles sont égaux, et ce critère pourra aussi servir de définition pour le parallélisme de deux droites.

5. Discussion, conclusion et pistes de recherche

Après avoir testé le matériel et produit des polygones, les participants de l'atelier ont lancé une discussion qui s'est articulée autour de ces thèmes :

- Faut-il partir des formes et tout tirer des formes ? C'est-à-dire comprendre les relations dans les formes et donc traiter la perpendicularité et le parallélisme à partir des formes.

- Ou faut-il envisager une approche des notions de perpendicularité et de parallélisme sans prendre appui sur les formes ? On peut par exemple mener des activités autour de :
    - la perpendicularité observée et définie à partir d'activités de pliage (notion de droite, d'intersection, de partage du plan en 4 parties superposables)
    - la perpendicularité observée et définie à partir du monde physique (horizontalité et verticalité, descendre une droite sur une oblique comme un fil à plomb sur une horizontale)

- Peut-on sortir d'un enseignement ostensif de ces relations ?

- Faut-il ou non travailler l'inclusion des familles de figures géométriques à l'école primaire ? Si les points de vues divergent, il y a unanimité pour reconnaître la nécessité de travailler le changement de point de vue et de faire percevoir la notion de propriété commune comme critère de classification.

- Il faut une vraie réflexion pour choisir, suggérer, s'appuyer sur des images mentales, car il faut des référents communs et / ou personnels. On est donc amené à faire des choix sur les images mentales à faire construire et les situations fondamentales qui les feront émerger.

Si cet atelier n'a pas pu répondre définitivement à ces questions, au moins a-t-il eu le mérite de les poser publiquement, et de proposer des pistes de réponses.

Cet article a été rédigé avec l'aide de Danièle Arhel qui a écrit le compte-rendu de l'atelier.

Annexe

Proposition de progression

Po1 Découverte des polygones articulés (CE2) Découverte et appropriation du matériel. Apprentissage de la représentation. Réalisation de polygones par la commande de réglettes de punaises.
Po2 Carrés et losanges (CE2) Produire les quadrilatères articulés à quatre côtés égaux, trois par groupe. Les découper et les afficher au tableau. Les trier en deux familles. Trouver un critère rigoureux. Bilan et écriture dans le mémento de géométrie de la définition du carré.
Po3 Droites perpendiculaires (CE2) Rechercher les caractéristiques communes des losanges et des carrés. Recenser oralement les différences et les ressemblances. Faire émerger la propriété des diagonales.
Po4 Rectangles et parallélogrammes (CM1) Fabriquer des quadrilatères à côtés égaux deux à deux. Dessiner trois quadrilatères différents par polygone articulé. Trier ces quadrilatères : les rectangles, les cerfs-volants et les parallélogrammes. Recenser les différences et les ressemblances. Bilan et écriture dans le mémento de géométrie.
Po5 Droites parallèles (CM1) Rechercher les caractéristiques communes aux rectangles et aux parallélogrammes. Faire émerger la propriété des côtés opposés. Recenser les situations éclairant différentes conceptions du parallélisme.
Po6 Traceur de parallèles (CM1) Reprendre le polygone articulé aux côtés opposés égaux. Fixer un des côtés et tracer plusieurs polygones. En déduire une méthode pour tracer la parallèle à une droite par un point.
Po7 Périmètre sur polygones articulés (CM1) Construire des polygones admettant un périmètre donné. Comparer leurs aires.
Po8 Quadrilatères articulés par le squelette (CM2) Apprendre comment on peut tracer des quadrilatères avec deux bandes qui se croisent. Structuration du procédé de fabrication. Recherche des quadrilatères particuliers : on les obtient si les diagonales se coupent en leur milieu.
Po9 Quadrilatères à diagonales égales (CM2) Produire des quadrilatères dont les diagonales se coupent en leur milieu : les trier. On obtient les carrés et les rectangles. Ecrire sur des bandelettes des propriétés de ces figures, et les afficher au tableau. Faire un bilan dans le mémento.
Po10 Quadrilatères à diagonales quelconques (CM2) Produire des quadrilatères dont les diagonales se coupent en leur milieu : les trier. On obtient les losanges et les parallélogrammes. Ecrire sur des bandelettes des propriétés de ces figures, et les afficher au tableau. Faire un bilan dans le mémento.
Po11 Bandes sécantes et parallélisme On commence par définir les bandes. Puis on cherche à identifier l'intersection de deux d'entre elles. On en déduit de nouvelles propriétés des quadrilatères.

ÉCHANGES AUTOUR D'ACTIVITÉS DE FORMATION À PARTIR D'UN SUPPORT VIDÉO.

Gérard Tournier, formateur
IUFM Midi-Pyrénées site d'Albi

L'objectif de l'atelier est de présenter des vidéos, d'échanger à propos de leurs contenus et d'envisager leur utilisation en formation initiale ou continue des professeurs des écoles.

Deux vidéos ont été projetées.

La première, « au pays des animaux », montre la mise en œuvre d'une activité de résolution de problème en petite section de maternelle. La situation proposée vise à construire le concept de « marquage-désignation »

La deuxième, « étoile», montre une séquence de géométrie en CE1 portant sur la bonne utilisation des outils de tracé et sur l'acquisition d'un langage géométrique. C'est une situation de communication avec production d'un programme de construction justifiant l'acquisition de ce langage.

La vidéo du « banquier cheval », les parties 1,2 et 3 traitant de la numération ont seulement été évoquées.

« AU PAYS DES ANIMAUX» : UNE VIDÉO POUR LA PS

I - Présentation de la vidéo

Pourquoi ce document vidéo ?

Bien que de nombreuses pratiques rituelles (marquage des portemanteaux, appartenance à un groupe, etc.) utilisent la désignation il est nécessaire de proposer, en petite section, des activités aidant à construire cette notion.

Quand on propose "LA MOUFLE " extrait des pages 7 à 16 du numéro 60 de Grand IN à des professeurs des écoles en formation initiale ou continue on a parfois des difficultés à faire bien percevoir l'objectif de cette situation (présenter une activité de résolution de problème pour aider à construire le concept de marquage-désignation), à convaincre de la simplicité du matériel employé. L'utilisation de ce document vidéo permet d'en voir une mise en œuvre et d'échanger à son propos.

L'objectif de cette activité est que *les élèves découvrent la trace (empreinte d'un animal sur de la glaise) comme système de désignation pour résoudre un problème (faire retrouver leur maison à des animaux).*

<u>Résumé de l'activité :</u>

- le matériel : de la terre glaise, formant un disque, humidifiée, étalée sur une plaque de bois ; autour de ce disque sont posées des boîtes couvercles identiques contenant chacune deux animaux identiques ; un sac est au centre du disque ; les animaux sont choisis de telle sorte que la trace de leurs pattes soient facilement identifiables et différentes de l'un à l'autre.

- le déroulement : un animal sort de la boîte en laissant une empreinte de sa patte devant sa maison (son jumeau reste dans la boîte), il se cache dans le sac, il y a une tempête, la maîtresse pendant la tempête fait tourner le dispositif, l'animal ressort du sac et doit retrouver sa maison, le jumeau permet une validation de la proposition faite par les élèves.

Conditions dans lesquelles le tournage a été effectué :

La maîtresse, Renée, a pris connaissance du document décrivant la situation trois semaines avant le tournage. Elle met donc en œuvre pour la première fois ce dispositif.

Les élèves ont travaillé, avec des objets autres que ceux employés ici, sur l'empreinte avec de la pâte à sel.

L'activité est conduite avec deux groupes d'élèves d'âges différents.

Les impératifs liés à la disponibilité du matériel de tournage ont conduit à filmer trois séances, la première de 45 minutes et les deux autres de 30 minutes,

L'un des groupes a été filmé pendant les trois séances, l'autre groupe seulement lors de la dernière séance.

Utilisations possibles de la vidéo :

Il est envisagé, a priori, trois possibilités de lecture :

- présentation de la situation avec les difficultés rencontrées et l'évolution des compétences des élèves ;
- interventions successives de la maîtresse ;
- observation des arguments et comportements d'élèves (Valentin, Etienne, Inès, Benjamin, Fabien).

II - Commentaires sur le contenu de la vidéo pendant la projection :

Ces commentaires ont pour but de mettre en exergue le rôle de la maîtresse, les interactions entre les élèves, entre les élèves et la maîtresse, le raisonnement des élèves.

1ère séance :

Quand il s'agit de faire retrouver leur maison aux animaux, la maîtresse dit à Inès "Tu le poses sur la maison, pas dans la maison ! Montre comment tu vas faire !" Cette intervention de Renée conduit Inès à poser alors l'ours sur la maison devant elle mais elle ne croit pas que ce soit sa maison. Elle va placer l'ours sur la boîte qui se trouve à l'emplacement occupé par la maison des ours avant rotation en disant " c'est le même !". On peut remarquer que l'ours a été le dernier à entrer dans la cachette et le premier à en ressortir, Inès a en mémoire la place de la boîte d'où est sorti l'ours et elle le remet à la même place sans tenir compte de la modification apportée par le déplacement des maisons, les autres animaux sont positionnés suivant le même principe (leur maison est toujours au même endroit !), la vérification montre aux élèves que leurs propositions sont erronées, *cette première fois permet une découverte du problème à résoudre.*

Au cours du deuxième jeu, Renée indique "Je refais la maison des animaux" et attire l'attention des élèves par la phrase : "il faut bien regarder".

Au cours de ce jeu on entend Benjamin dire :"Tu as fait la marque" lorsque Renée sort le coq.

Lorsqu'il s'agit de faire retrouver la maison au coq, Benjamin récuse le choix de Valentin, il ne sait pas dire pourquoi mais il indique la bonne maison et insiste pour changer le coq de place.

Lorsque Renée demande comment Valentin a fait pour trouver la bonne maison, Inès dit : "il a pensé que la bonne maison était là-bas !". Inès parle, ne sait pas pourquoi Valentin a choisi cette boîte et ne cherche pas à savoir ce qu'il a pensé.

Valentin lors de la vérification est content d'avoir gagné et quand on lui demande pourquoi il a gagné, il répond "parce qu'il y avait l'autre dedans", la validation se faisant en constatant que le deuxième coq est là fait que Valentin justifie son choix mais ne dit pas pourquoi il a fait ce choix et on entend Benjamin qui dit "c'était celui-là", mais Renée ne l'entend pas et ne lui demande pas pourquoi il était sûr de cet emplacement.

Fabien pour justifier la bonne maison du mouton dit "celui-la est sorti en premier et celui-la en deuxième !", Fabien parle mais n'argumente pas, ce qui l'intéresse c'est de toucher les animaux.

Au troisième jeu, Renée modifie la règle du jeu, maintenant devant une boîte on demande de dire l'animal qu'il faut sortir.

La maison du mouton est vite identifiée, l'empreinte du mouton (trois traits) ayant été repérée.

Au cours de ce troisième jeu, Renée a changé la question en espérant que cela permettrait une prise en compte des traces, ce qui n'était pas le cas jusqu'alors ; l'intervention de Renée permet aux élèves de travailler sur le bon problème.

2ème séance :

Une semaine plus tard le jeu est repris.

La maison du mouton est trouvée. Renée interroge de nouveau : "comment savait-on que c'était la bonne maison ?". Cette question amène les réponses suivantes :

- parce qu'il y a l'autre dedans
- parce qu'il y avait la trace (Valentin)

Inès dit "c'était la bonne maison parce que j'ai réfléchi bien comme ça parce que j'avais beaucoup de force ".

La nature des arguments proposés montre les avancées différentes dans la compréhension du problème pour ces élèves. Inès continue à parler avec aplomb mais sans fournir d'argument, Valentin par contre a pris en compte la trace

Renée a le souci d'amener les élèves à prendre en compte les traces. Elle donne des animaux et les élèves font des traces. Renée attire l'attention sur la trace que fait chaque animal, Fabien appuie très fort mais ne semble pas se soucier de la nature de la trace, l'important pour lui est encore la manipulation des animaux mais il ne perçoit pas le problème posé par la rotation du plateau. La maîtresse demande ensuite aux élèves d'anticiper sur la nature de la trace que fait le canard, le lapin.

Léo doit poser le coq mais Valentin récuse la place choisie parce qu'il y a la trace du lapin, Léo cherche alors et place le coq dans sa trace avant de le poser sur la boîte.

Inès doit placer la poule mais Etienne et Valentin récusent la place choisie car c'est la maison du "nours".

Benjamin après avoir eu des indications de Valentin et Etienne mettent eux aussi l'ours dans son empreinte.

Fabien fait des marques avec le mouton pour l'aider à retrouver sa maison et dit "on va voir s'il est dedans ?"

Inès remarque la différence de couleur des ours. Inès, 3 ans et demi, ne sait pas comment résoudre le problème posé et continue à donner un avis sur la situation sans que cela apporte un élément de réponse. Les interventions de Renée pour amener à la découverte de la solution sont très fortes et pourtant … Fabien et Inès n'ont guère progressé, Léo a besoin de s'assurer que la marque est la bonne, seuls Etienne et Valentin semblent assurés du bien fondé de la prise en compte de la trace.

3ème séance :

Lors de la troisième séance Renée demande à Valentin de faire sortir les animaux mais les marques du canard et du lapin sont mal placées, Valentin n'ayant pas quitté sa place a fait les marques où il pouvait.

Renée demande à Léo ce qu'il faut regarder. Valentin dit : "il faut regarder les traces."

Les maisons des trois autres sont bien trouvées mais il y a erreur pour le canard et le lapin, Renée insiste et demande "qu'est-ce qui manque ?"

Conclusion :

Pour ce groupe d'élèves de trois ans et demi le problème est loin d'être résolu, certains ont perçu l'importance des marques, pour d'autres cela ne semble évident.

Par contre pour le groupe d'élèves de quatre ans qui a suivi exactement le même nombre de séances, la situation est parfaitement maîtrisée et il n'y a plus de problème.

Les difficultés rencontrées par les élèves justifient la proposition d'activités permettant de construire la notion de désignation.

Dès la petite section les élèves doivent être confrontés à des situations relevant de la résolution de problème.

III - Remarques effectuées par les participants de l'atelier après la projection :

Les échanges entre les participants de l'atelier peuvent ainsi se résumer :

Les participants de l'atelier se sont interrogés sur le dispositif

- choix du matériel (boîtes fermées ou simplement retournées) les boîtes fermées empêchant les élèves d'aller voir qui était encore dans la maison alors qu'avec des boîtes retournées Renée a été obligée d'arrêter les élèves, Fabien surtout, qui avaient vite fait de regarder qui est encore dans la boîte;
- ordre de sortie des éléments, il est certainement nécessaire de remuer le sac où sont cachés les animaux afin que le premier qui ressort ne soit pas le dernier entré ;
- faut-il faire sortir tous les animaux ou seulement trois, ici tous les animaux doivent retrouver leur maison, pour le dernier il n'y a pas de choix possible puisqu'il ne reste qu'une maison possible alors que la recherche de la maison pour trois animaux seulement laisse un choix à faire pour chacun d'eux ;

Des remarques également sur la conduite de la classe :

- l'obligation de justifier son choix avant la vérification oblige les élèves à argumenter ;
- la participation des enfants (doit-on les interroger ? ont-ils le droit de ne pas savoir ?);
- la place du hasard dans la situation telle qu'elle est présentée (quand on passe du hasard à la raison pour laquelle on a gagné alors on "fait des maths").

A la fin de la séquence des trois séances avec les petits, certains semblent avoir compris mais ne le formulent pas, certains formulent ce qu'ils ont compris, d'autres utilisent les marques sur incitation mais, ont-ils compris la symbolique de la trace ?…. Il est évident que l'apprentissage se fait sur le long terme.

Cette situation permet une discussion sur ce qu'est une situation d'apprentissage, il faut qu'il y ait une difficulté à surmonter dans un problème dans lequel les élèves vont s'investir, ici on peut voir que les acquisitions ne se font pas pour tous en même temps. Une autre réflexion peut être menée sur le rôle de l'enseignant : forte incitation de l'enseignante du film, avec les petits (au risque de marteler ce qu'elle veut leur faire acquérir), mise en retrait avec les 4 ans lorsqu'ils savent faire mais peu de verbalisations par les enfants.

Autre réflexion sur l'échec qui semble :

- du côté du maître en maternelle (on refait jusqu'à ce que l'élève y arrive, on ne présente que des travaux réussis)
- du côté de l'élève à partir du CP (les traces de l'élève sont laissées, qu'elles soient ou non réussies)

ÉTOILE, UNE VIDÉO POUR LE CE1

I - Présentation de la vidéo

La situation proposée est celle de "l'étoile" tirée d'un article de J.F Favrat paru dans Grand N, n°49.

Pourquoi cette vidéo ?

Cette situation de géométrie en cycle 2 a pour objectif de montrer comment des élèves peuvent passer du langage courant à l'utilisation d'un vocabulaire géométrique d'une part et d'autre part de présenter une situation de communication.

Conditions dans lesquelles cette vidéo a été tournée.

Elle a été filmée avec des élèves de CE1 d'une école de ville.
Les quatre séances ont duré de 30 à 40 minutes.
La maîtresse, Marie-José, avait déjà expérimenté les années précédentes cette situation.

II - Description des séances filmées

Toutes les activités se font à partir d'une même figure " l'étoile ", voir en annexe, c'est une figure à compléter.

Objectifs de l'activité :

L'élève doit observer, inventer, imaginer ; les instruments lui servent pour contrôler ses propositions, le langage géométrique à les communiquer.

***1ère** séance (durée vidéo 7 min):*

Matériel : Chaque élève reçoit une feuille avec « l'étoile », une feuille avec « l'étoile » agrandie au tableau.

Consigne 1 :

" Regarde ce qui est tracé sur ta feuille et écris ce que tu vois."

La mise en commun permet d'introduire le terme de segment.

Consigne 2 :

"Ecris ce que tu pourrais construire en utilisant tes instruments."

Ce sont des objets de la vie de tous les jours qui sont "vus" et l'imagination des élèves est fertile. (Un soleil, une boussole, un tournesol, une soucoupe volante…)

Le terme « extrémité » qui est inconnu des élèves est défini, par la maîtresse comme étant « le bout du segment. »

Consigne 3 :

"Réalise une des formes qui vient d'être proposée."

La mise en commun des réalisations permet d'attirer l'attention sur le tracé d'un segment.

Il faut :

- relier les points qui sont les extrémités du segment et non pas les lettres qui les désignent
- soigner la qualité du tracé : tenir la règle au milieu sans qu'elle pivote et tracer de l'autre main sans être gêné par la première ;
- tracer sans à coups ;
- avoir un crayon appointé…

2ème séance (durée vidéo 4 min) :

Construire une figure ne comportant que des segments. Les consignes sont orales puis écrites au tableau.

Après un rappel sur la manière de tracer un segment, les élèves doivent utiliser les consignes écrites au tableau les unes après les autres pour construire la figure choisie par la maîtresse (une étoile à 5 branches). Les consignes demandent de construire des segments désignés par l'énoncé de leurs extrémités (AB par exemple).

3ème séance (durée vidéo 3 min) :

Construire une figure comportant des figures simples (carré, triangle, rectangle) avec des consignes dites et écrites au tableau

Matériel : quatre "étoiles" par élèves et des figures construites avec des carrés, des rectangles ou des triangles par le maître, à partir de « l'étoile » grande taille, pour être visibles de loin lors de la mise en commun.

La désignation d'un carré, d'un triangle, d'un rectangle par l'énoncé de leurs sommets (carré ABCD par exemple) est donnée par la maîtresse.

Les élèves doivent ensuite exécuter les consignes :

- *Trace avec ton stylo rouge le carré OIKM*
- *Trace avec ton stylo vert….*

La mise en commun permettra d'identifier les erreurs (le carré n'est pas fermé, seuls deux côtés opposés du carré sont tracés, idem pour les rectangles).

Le carré n'est pas fermé car les élèves ont suivi un chemin qui commence à la première lettre et s'arrête à la dernière après être passé par les autres lettres.

Deux côtés seulement sont tracés car l'élève a vu dans ABCD deux segments AB et CD.

4ème séance (durée de la vidéo 10min) :

Activité de communication

Matériel :

Une feuille par élève avec deux "étoiles". L'une sera ensuite recouverte par une feuille sur laquelle l'émetteur aura rédigé le programme de construction, l'autre sera utilisée par le récepteur pour réaliser le programme de construction.

Activité :

Les élèves sont par groupes de deux.

Chaque élève doit construire une figure et en écrire le programme de construction sur une feuille qui, scotchée, viendra cacher leur figure.

Les élèves deux par deux échangent leur feuille et exécutent le programme de construction qui leur est proposé.

La validation se fera en comparant la figure de l'émetteur et celle du récepteur.

Cette activité de communication justifie l'acquisition d'un langage géométrique.

III - Remarques effectuées par les participants de l'atelier après la projection

A partir de l'expression de ce que les élèves ont dessiné (point de vue figuratif, les élèves ont représenté des objets de la vie courante, ils arrivent au vocabulaire géométrique (par exemple : carré, segment…)

En formation de professeur es écoles, un formateur peut :

- travailler sur la façon de délivrer les consignes : ici il est à remarquer la qualité de l'expression tant orale qu'écrite de la maîtresse qui délivre clairement les consignes.

- à partir des erreurs produites par les élèves dans ce jeu d'émission-réception montrer la représentation faite des objets géométriques à partir de leur désignation, le segment AB est assimilé à la trace du crayon qui va de A à B, le carré ABCD est dessiné avec deux segments AB et CD ou bien c'est la trace qui va de A à B à C à D et l'élève s'arrête à D.
- aller plus loin dans ce travail sur le message : peut-on retirer une instruction et construire la même figure ? Peut-on formuler autrement la construction d'une figure ?

Un débat a porté sur la pertinence de certaines exigences de désignations en CE1, les désignations par des lettres (segment AB, carré ABCD) sont-elles à proposer à des élèves de CE1 ?

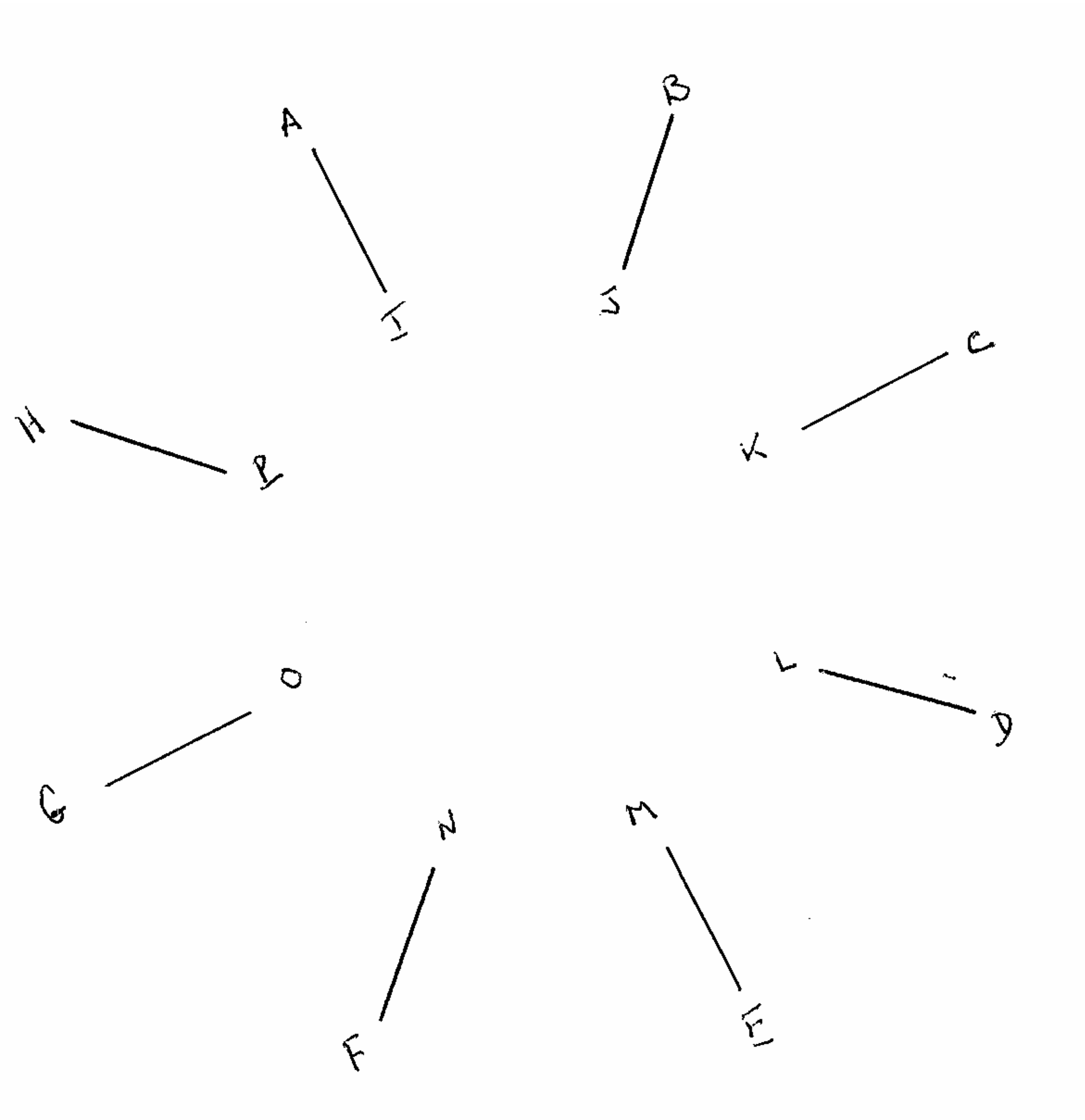
Ce type de séance dans lequel les élèves ont à imaginer, produire et décrire des figures permet sans doute d'acquérir et de mettre en œuvre des connaissances géométriques.

La confrontation des productions conduit à l'identification des erreurs et de leurs causes.

CONCLUSION :

"Étoile" montre qu'avec un support peu compliqué il est possible de construire une séquence de géométrie au cours de laquelle les élèves ont à effectuer des tracés précis, à utiliser le langage géométrique dans une situation de communication qui validera le bon usage des nouvelles désignations.

ANNEXE



Analyse de l'usage des logiciels en formation PE

en prenant en compte différents logiciels référencés dans les programmes de mathématiques de l'école.

Laurent SOUCHARD
IUFM Paris

Résumé :
Découverte, utilisation et analyse de trois logiciels selon une grille d'analyse proposée.

PRÉSENTATION DE L'ATELIER

Les logiciels d'entraînement ou logiciels tuteurs fermés font maintenant partie des programmes de mathématiques de l'enseignement élémentaire : « L'enseignement des mathématiques doit intégrer et exploiter les possibilités apportées par les technologies de l'information et de la communication : calculatrices, logiciels de géométrie dynamique, logiciels d'entraînement, toile (pour la documentation ou les échanges entre classes), rétroprojecteur (pour les moments de travail collectif). »1 Comment ces produits doivent ils être utilisés par les enseignants dans les écoles ? Comment analyser ces logiciels ? Quelle formation organiser autour de ces produits ?
L'atelier a été organisé autour de la découverte, la comparaison et l'utilisation de trois logiciels tutoriels fermés : Smao CE2, CM1 et CM2 de chez Chrysis[2] à Poitiers, LiliMini[3] de l'IREM de Lille, Les maths c'est facile CE2, CM1, CM2 de chez Génération 5[4] à Chambéry. Plusieurs thèmes mathématiques ont été abordés : les nombres décimaux, le calcul et les opérations et la géométrie. Ce dernier thème nous a donné l'occasion de transposer certains exercices de géométrie pris dans ces logiciels dans un logiciel de géométrie dynamique, Geonext de l'Université de Bayreuth, libre et gratuit, qui a été distribué aux participants, et ainsi d'aborder la notion de scénario d'usage ou d'apprentissage (pour plus de détail sur la notion de scénario d'apprentissage voir les travaux de Jean-Philippe Pernin[5]). Sept équipes de deux ou trois participants ont travaillé pendant deux heures sur un, deux ou trois logiciels. Avoir une opinion sur ce type d'outil n'est pas très difficile et nous voyons régulièrement depuis une vingtaine d'année des enseignants donner leur avis sur un logiciel. De nombreux sites Internet[6] permettent à chacun de donner son avis sur tel ou tel produit mais l'analyse d'un logiciel dédié à l'apprentissage est un travail complexe difficilement comparable à l'apprentissage dans un environnement papier/crayon. Nous avons voulu proposer aux participant de l'atelier une première approche de cette complexité en commençant par la présentation de notre cadre théorique. Celui-ci propose avant tout de différencier l'usage du logiciel par l'élève et par l'enseignant : d'où le nom de Logiciel Tuteur, pour l'élève, Fermé, pour l'enseignant[7]. Le but n'était bien entendu pas d'arriver à une description précise et détaillée des trois logiciels au point de vue informatique, ergonomique, pédagogique, didactique et mathématique car trois heures de travail ne peuvent suffire à une telle entreprise. Nous voulions avant tout permettre aux participants de prendre conscience de l'interopérabilité de tous ces cadres d'analyse. Une fois la présentation théorique faite, chaque groupe s'est lancé dans l'analyse dans le thème de son choix en essayant de prendre à son compte l'idée de départ que cette analyse se place dans le cadre d'une comparaison de logiciel que les élèves utilisent. La question n'était donc pas de savoir s'il fallait ou non faire utiliser tel logiciel à tel élève mais bien, grâce à son analyse, comment l'utiliser.

CADRE THÉORIQUE

Analyse des ressources de Logiciels Tuteurs Fermés

- Définition de l'expression :

  Logiciel Tuteur Fermé

- Analyse et comparaison des ressources :

  Informatique
  Ergonomique
  Pédagogique
  Didactique

1

Vocabulaire

- Didacticiel, EIAH, EIA …
  - logiciel pour l'éducation, pour l'école, pour l'apprentissage …
- Deux classifications :
  - Ouvert/Fermé : axe de l'enseignant
  - Tuteur/Micromonde : axe de l'élève

L'axe ouvert/fermé

fermé ⟷ ouvert

- Les logiciels ouverts
  - s'il permet à l'enseignant de mettre en place sa propre pédagogie
- Les logiciels fermés
  - un logiciel est fermé si la structure du programme ne laissent au professeur que peu de place à l'expression de sa propre pédagogie

L'axe tuteur/micromonde

Système tuteur ⟷ micromonde

coach

- Système tuteur
  - il se base sur le dialogue tutoriel sous la forme d'un accompagnement directif qui ne tolère pas les erreurs.
- Les micromondes
  - ce système laisse toute l'initiative à l'élève
- Le coaching
  - il laisse une liberté apparente

Les logiciels

- Smao CM2 de chez Chrysis
- LiliMini de l'IREM de Lille
- Les Maths c'est facile de chez Génération 5

Tableau de comparaison des trois logiciels

Proposition d'organisation de l'analyse

- Analyse Informatique et ergonomique
  - Interactions homme/machine
  - Gestion informatique …
- Analyse pédagogique
  - Entrée dans le logiciel
  - Aides
  - Évaluation …
- Analyse didactique
  - Organisation mathématique
  - Organisation didactique

7

La création de scénario

- Scénario d'usage pour l'élève
- Scénario d'usage pour l'enseignant

DÉROULEMENT DE L'ATELIER

Nous reproduisons sans transformation les bilans des différents groupes qui ont, finalement, travaillé sur les logiciels SMAO CM2 de chez Chrysis à Poitiers, Les Maths c'est facile, CM2, de chez Génération 5 à Chambéry et LiliMini de l'IREM de Lille. Nous présentons ensuite une analyse de ces productions en se centrant avant tout sur la diversité des thèmes d'analyse dans chaque groupe.

PRODUCTION DES GROUPES

Groupe 1 : L'aide dans le logiciel SMAO CM2

Description du module : Ecriture des nombres entiers

- Découverte
  - ✓ pas d'aide
  - ✓ évaluation des réponses pas fine
  - ✓ consigne ambiguë
- Leçon
  - ✓ Des exemples et des exercices avec évaluation
  - ✓ La leçon comme aide « globale » ?
  - ✓ Les exemples donnés dans la leçon recouvrent-ils les tâches des exercices proposés dans les autres modules ?
- Entraînement
  - ✓ Le tableau de numération est-il une aide (directive) ? ou une contrainte supplémentaire ?
- Jeux
  - ✓ Consigne pas claire
  - ✓ Erreurs d'orthographe et de grammaire et de vocabulaire qui risquent d'empêcher de comprendre ce qu'il faut faire.

L'organisation mathématique

- Globalement : il y a 4 rubriques que l'on peut associer à des « moments » : découverte, leçon, entraînement, jeux. On peut accéder à ces rubriques dans l'ordre que l'on veut.

  Est-ce que ça correspond vraiment à des moments ?
- Pour le thème : Place des opérations 2. « Division d'entiers » ie division euclidienne

Découverte : problèmes non ouverts qui dirigent vers la division posée, pas de travail sur le sens de la division, problèmes peu variés (problèmes d'équipes à constituer, on peut faire varier le type d'équipe (volley, basket, foot) et le nombre total de joueurs à distribuer dans les équipes (nombre multiple de 5)

Leçon : exposé de la technique, pas d'explication au niveau du sens, explication « étroite »

Entraînement : limité à division posée avec des nombres qui sont imposés

Groupe 2 : Génération5, CM2

Gestion de l'élève :

- « Décalage » entre le discours « institutionnel » du maître et les « rappels du cours » du logiciel : Vocabulaire, forme des énoncés, …

- En conséquence, possibilité d'utiliser ces « décalages » en classe ? Repérer les différences et corrections pour l'enfant, pour le maître, repérer les « obstacles » créés par ces « décalages » pour la compréhension des notions en jeu.
- Même problème avec les énoncés et la réponse juste proposée, cf. Géométrie, Translations sur un quadrillage.
- Connaissances de résultats par les élèves : tableau de progression et moyennes (absolues ou pondérées ?), avec un clic, apparition d'un personnage qui explicite et commente les résultats.

Groupe 3 : Generation5

Points positifs

- entrée dans le logiciel facile ;
- niveau de difficulté graduel ;
- présence d'une aide ergonomique claire ;

Points négatifs

- présence de deux points d'interrogation sur l'écran ;
- aucune aide mathématique pour trouver la réponse (le logiciel fournit la bonne réponse après deux tentatives erronées, mais ce n'est pas clair) ;
- la validation se fait parfois par la souris parfois au clavier.

On peut se demander quel est l'intérêt d'un tel logiciel dit « multimédia ». Il n'apporte rien par rapport à une fiche papier, on ne peut que le regretter.

Concernant la variété des problèmes multiplicatifs présentés :
On a rencontré les problèmes de type rectangulaire, de vocabulaire, de multiples, de calcul, de proportionnalité, de multiplication à trou ;
Dans l'ensemble, c'est assez varié.

Groupe 4 : Le cours dans Génération5, LiliMini et Smao

Les Maths c'est facile (Génération 5) :

Analyse globale

Présence d'un cours – complet (historique et présentation, savoirs, savoir-faire) accessible par une icône (livre) uniquement sur la page de menu, et pas lorsqu'on est à l'intérieur d'un exercice.
Pas d'interactivité – mots « importants » écrits en rouge

Exemple : thème math choisi : la numération entière

Contenu du cours :
Préambule historique
Vocabulaire (nombre – chiffre, pair – impair, unité dizaine centaine, double – moitié)
Comparer (algorithme – vocabulaire : autant que, moins que)

Lilimini

Analyse globale

Pas de cours ou d'apport mathématique autre.

SMAO

Analyse globale
Les activités sont présentées dans l'ordre « classique » : découverte, leçon, exercices, jeu.
La leçon est linéaire et propose une interactivité faible : manipulation et observation dont la conclusion est a priori laissée à la charge de l'élève.

Exemple : thème math choisi : la numération entière
Contenu du cours :
Dans le sous-thème lecture et écriture des entiers
Vocabulaire : nombre, chiffre, position
Présentation de l'écriture en lettre du nombre, puis du tableau de numération
Plusieurs animations successives et répétitives : conversion lettres – chiffres puis le nombre est rentré dans le tableau automatiquement de la droite vers la gauche.

Groupe 5 : Génération5 et SmaoCM2 en géométrie

Logiciel	Chapitre	Exercice	Place du cours	Contenu
Génération 5	Géométrie	Triangles	Inaccessible depuis l'exercice en cours ; obligation de le consulter avant le choix du domaine travaillé. Suite de pages, sans recherche possible par mot clé, absence de sommaire permettant un choix. (Non conforme au programme de C3 sur certains domaines…)	Questions (souvent sans figure) sur la connaissance des propriétés des triangles ; un problème de dénombrement de triangles sous-figures dans un carré ; …pas vu la suite !
SMAO CM2	Géométrie	Triangles	Accessible depuis l'exercice en cours ; définitions en animation	Reconnaissance de triangles ; «fabrication à la main» de triangles particuliers, en réalisant les propriétés suffisantes « à vue »

Groupe 6 : Aides dans LiliMini

Analyse des aides dans le LiliMini, menu fraction :

- Aucune aide sur les aspects mathématiques
- Sinon deux types d'aides :
  - Le bouton aide qui ne fait que donner la consigne quand elle est absente ou sinon une reformulation et une indication sur le fonctionnement
  - En cas manipulation interdite, on obtient un rappel du protocole

- L’aide sur la manipulation du logiciel est aussi insuffisante.
- Le fonctionnement étant assez simple, une explication rapide du maître peut suffire.

Analyse didactique, diversité des situations proposées de Lilimini, petits problèmes, sens des opérations, multiplier par 4

- Peu de diversité : partage équilibre sous-entendu ou situation basée sur « fois plus ou fois », avec nombres qui représentent des quantités
- la solution en une étape est une division ou une multiplication
- beaucoup de problèmes sont peu réalistes ou peu compréhensibles ou ambigus

Groupe 7

Premières impressions

1. <u>Smao</u> : ″ins″ pour inscription :
   - Entrée facile pour avoir accès aux différents thèmes, on doit les faire défiler, on n’a pas la liste globale accessible directement.
   - Découverte : pas d’utilisation en autonomie, il faut un accompagnement de l’enseignant
   - Leçon : plusieurs exemples (définition d’un nombre décimal étonnante : nombre à virgule)
   - Exercices : correction sans explications, sans conseils, sans aides (validation par un pourcentage de réussite) ;
   - Jeu : aucune relation avec le thème traité.
   - Sortie facile par la porte, comme pour les jeux pour enfants

   Il n’y a pas d’aide dans les exercices.
2. <u>Lilimini</u> : taper n’importe quel code pour accéder à l’inscription qui est demandée ensuite.
   - Page d’accueil pas ludique mais menu varié
   - Propositions de sous menus sous une forme très informatique
   - Abréviations des intitulés : ″suiv″ pour suivant, ″prec″ pour précédent
   - Aide en deux parties, non différenciées, une adressée à l’élève (niveau adapté ?) et une qui correspond à des descriptifs pour l’enseignant (objectifs,…)
   - On entre dans les exercices directement
   - Tant qu’il y a une erreur sur la page, on ne peut pas passer à la page suivante
   - Une porte pour quitter le logiciel.
3. <u>Les maths c’est facile</u>
   - Page d’accueil sympa, ce n’est clairement pas un jeu
   - Il y a diversité des thèmes
   - Manipulation en parallèle de la souris et du clavier (pas très pratique)
   - Affichage de la « phrase du jour » au bout d’un certain nombre d’exercices
   - Au moment de quitter, la blague du jour, qu’on est obligé de lire, mais c’est plutôt sympa.

Analyse d'un point de l'analyse globale : Gestion des élèves

1. Smao :
2. Lilimini : cliquer lili, accessible par l'enseignant et par l'élève
   - A propos : explications du logiciel
   - Mise à jour : **utilisation** ?? environnement informatique et pas du tout ergonomique (pas convivial) : chemin du zip ?? Nom du zip ? On finit par comprendre !!
   - Gestion des scores : (pas des élèves ?)
     - Aide : décrit le contenu de la gestion. Premières impressions : FTP paraît intéressant, cela pourrait permettre un bon suivi de l'élève.

- FTP : utilisation obscure.
  - On souhaite inscrire des élèves : on n'a pas trouvé comment faire ? Comment identifier une classe ? (cas de 2 CM2 par exemple)
  - On souhaite faire travailler des élèves sur un thème : comment leur bloquer l'accès au reste ? on n'a pas trouvé (on n'est pas très douées !!)
- Evaluer : on arrive sur la liste des élèves inscrits
  - Intérêt du tri ?
  - Scores : donne le pourcentage de réussite par élève et par thème
  - Définir : sert à quoi ? A choisir parmi les thèmes déjà travaillés par l'élève ceux pour lesquels on veut observer les scores ?

3. Maths, c'est facile : analyse non fournie

Analyse d'un thème mathématique : Les décimaux

1. Smao : **rue des nombres, les décimaux.**
   - Découverte :
   - Leçon : définition d'un nombre décimal étonnante : nombre à virgule. Problème : la virgule occupe la même disposition qu'un chiffre du nombre
   - Exercices : il n'y a pas d'aide, la réponse correcte est donnée au bout de trois essais infructueux, sans justification.
   - Jeu : aucune relation avec le thème traité.

2. Lilimini : **Nombres à virgule, décimales**
   - Il est dit où il y a une erreur dans la page,
   - Une aide est accessible à tout moment : elle redonne des définitions de vocabulaire, disposition très étonnante par rapport au nom des chiffres d'un nombre (en colonne par rapport à l'écriture classique en ligne)
   - Le premier exercice proposé a un énoncé compliqué par rapport aux connaissances évaluées.

3. Les maths c'est facile **: numération, lire et écrire des nombres décimaux**
   - On arrive directement sur les exercices
   - Lorsqu'on se trompe, il y a une aide qu'on peut aller chercher, mais quand ? Il semble que cela n'est pas possible tout le temps, pas sur tous les exercices (Un exercice sur 2 ?)
   - On ne peut pas conserver l'aide visible en répondant.
   - Au bout de trois essais, la réponse correcte est donnée.
   - Une note sur 20 s'affiche au fur et à mesure.

REMARQUES SUR LES PRODUCTIONS DES GROUPES

Groupe	Logiciel	Thème	Chapitre	Enseignant	Elève	Organisation Informatique	Organisation Ergonomique	Organisation Pédagogique	Organisation Didactique	Organisation Mathématique	Scénario	Total
1	Smao CM2 1	Aide	Ecriture des nombres et division		**1**		**1**	**1**	**1**	**3**		*7*
2	Géné CM2 2	Gestion des élèves	Géométrie		**1**			**2**				*5*
3	Géné CM2 3	Navigation dans le logiciel	problèmes multiplicatifs		**1**	**1**	**3**	**1**	**1**	**1**		*8*
4	Smao CM2 4	Cours	Numération entière		**1**		**1**		**1**			*3*
4	LiliMini 4	Cours			**1**							*1*
4	Géné CM2 4	Cours	Numération entière		**1**		**1**	**1**		**1**		*4*
5	Smao CM2 5	Cours	Géométrie		**1**	**1**	**1**			**1**		*4*
5	Géné CM2 5	Cours	Géométrie		**1**	**1**	**1**	**1**		**1**		*5*
6	LiliMini 6	Aides	Petits problèmes, opérations		**1**	**1**			**1**	**1**		*5*
7	Smao CM2 7	Première impression	Décimaux		**1**		**2**	**1**	**1**	**1**		*7*
7	LiliMini 7	Première impression	Décimaux		**1**		**2**	**1**	**1**			*6*
7	Géné CM2 7	Première impression	Décimaux		**1**		**2**					*3*
7	LiliMini 7	Gestion des élèves			**1**	**1**	**1**	**1**				*5*
7	Smao CM2 7	Thème mathématique	Les décimaux		**1**				**1**	**1**		*3*
7	LiliMini 7	Thème mathématique	Les décimaux		**1**		**1**	**1**	**2**	**1**		*6*
7	Géné CM2 7	Thème mathématique	Les décimaux		**1**		**2**	**1**	**1**			*5*
					16	*5*	*18*	*11*	*10*	*11*		*77*
Groupe	**Logiciel**	**Thème**	**Chapitre**	**Enseignant**	**Elève**	**Organisation Informatique**	**Organisation Ergonomie**	**Organisation Pédagogie**	**Organisation Didactique**	**Organisation Mathématique**	**Scénario**	**Total**

Figure 1 : Tableau de répartition des remarques des groupes

Le tableau de répartition des remarques a été rempli en commençant par répertorier les remarques concernant les usages des logiciels par les élèves ou par les enseignants. Nous constatons que très peu de remarques des groupes concernent les enseignants : 3 remarques concernent les enseignants et 16 les élèves. L'usage de ces Logiciels Tuteurs Fermés est avant tout centré sur les élèves et c'est donc bien le « temps élève » qui est pris en compte ; le « temps enseignant » a beaucoup de difficulté à émerger. C'est pourtant celui-là qui permet un usage raisonné de ces outils : l'usage d'un tel logiciel par un enseignant pour l'apprentissage de ces élève passe par une prise de conscience que cet outil lui apporte autre chose, lui fait gagner du temps, lui permet de voir autrement ces élèves, par exemple.

La deuxième catégorisation concerne l'analyse des LTF proprement dite en prenant en compte les multiples aspects de l'utilisation d'un logiciel. Nous avions insisté lors de la présentation théorique sur la nécessité de définir le cadre dans lequel il est nécessaire de se poser telle ou telle question. Par exemple, l'analyse de l'aide proposée à un exercice peut concerner différents aspects.

- Selon le moment de l'aide, celle-ci peut représenter un apport ou un obstacle au niveau de l'organisation didactique : l'aide peut effectivement perturber les différents moments de l'étude.
- La simplicité ou la complexité de l'accès à l'aide peut concerner l'aspect informatique : fenêtre, encadré, pop-up, bulle …
- La difficulté de lecture où les abréviations concernent l'aspect ergonomique et plus particulièrement la lecture des informations.
- Le sens de l'aide après une erreur peut concerner l'organisation mathématique car il peut influencer sur le choix des techniques à utiliser.

Nous avons donc essayé de lire les productions des groupes en reliant les remarques à un des aspects de l'analyse :

- Organisation informatique
- Organisation ergonomique
- Organisation pédagogique
- Organisation didactique
- Organisation mathématique

La notion de scénario d'usage ou d'apprentissage est avant tout la capacité de prise de conscience d'un enseignant à s'adapter au produit et à adapter le produit à l'utilisation du logiciel par l'élève pour son apprentissage. Nous envisageons d'utiliser la définition de Jean-Philippe Pernin pour poursuivre notre construction théorique de cette notion : « **Scénario pédagogique** : description du déroulement d'une situation d'apprentissage en termes de rôles, d'activités et d'environnement nécessaire à sa mise en œuvre, mais aussi en termes de connaissances manipulées »[8].

La diversité des thèmes d'analyse dans chaque travail de chaque groupe montre avant tout qu'il est très difficile de se centrer sur un thème au cours de l'analyse même si celui-ci a été clairement déterminé au départ. Aucun groupe n'a réussi à rester dans un thème. Nous avions précisé au début de l'atelier que le but de l'analyse était avant tout de penser à la création de scénario d'usage ou d'apprentissage : seul trois groupes ont fait apparaître cette notion dans leurs remarques et, sauf une fois, la notion de scénario n'est pas explicite.

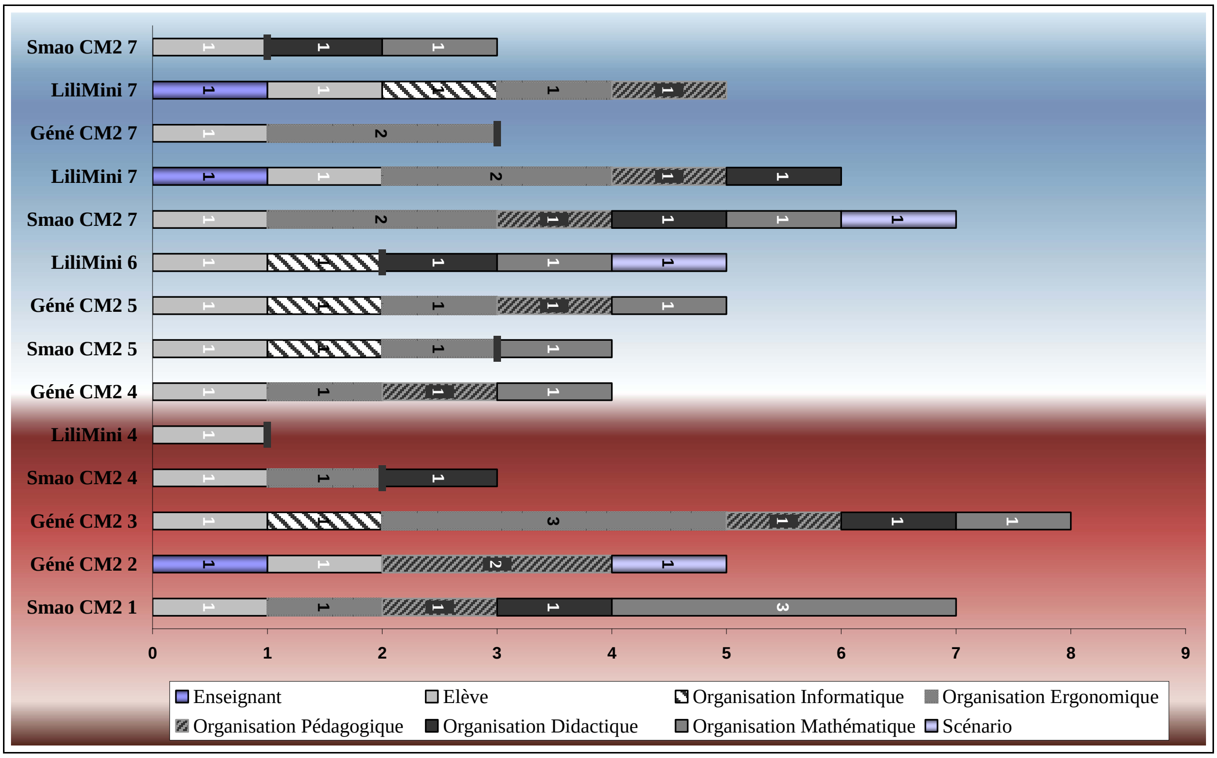


Figure 2 : Diversité des remarques par groupe de travail et par logiciel

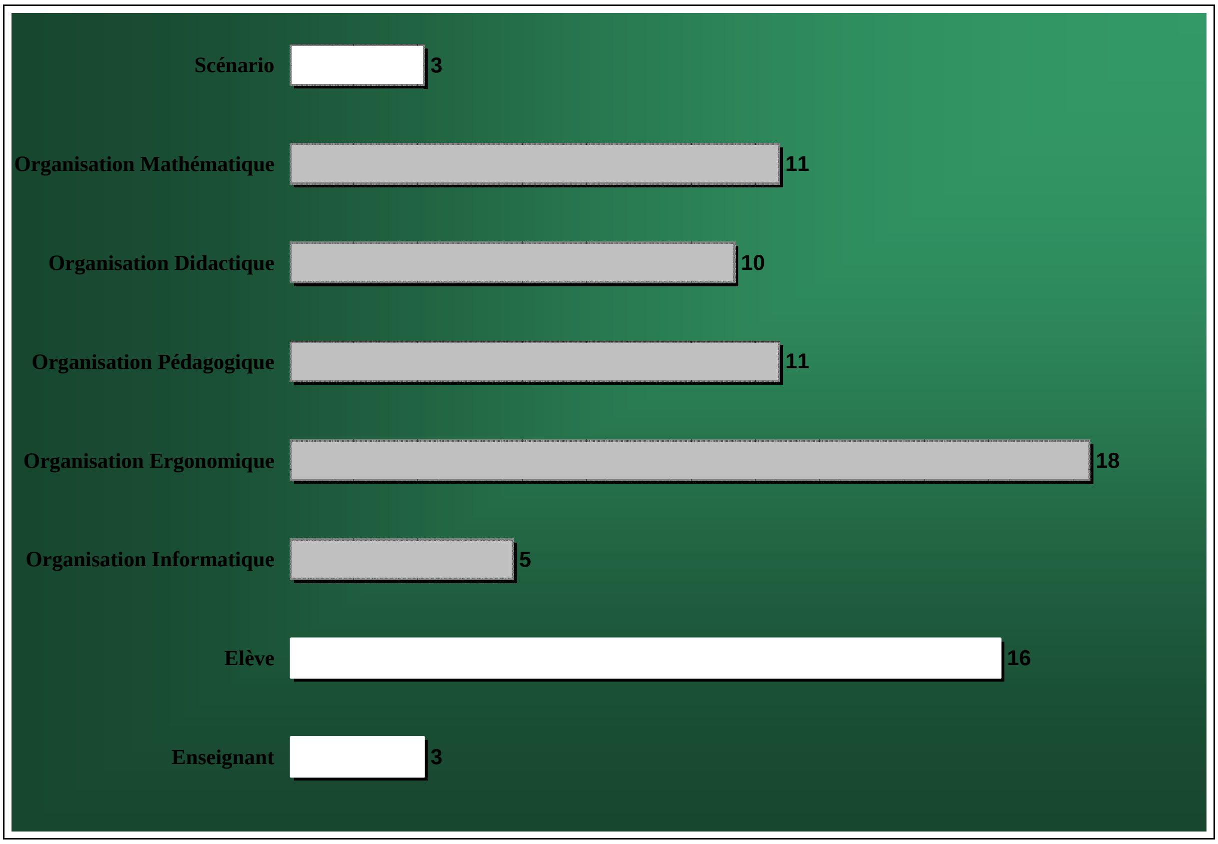


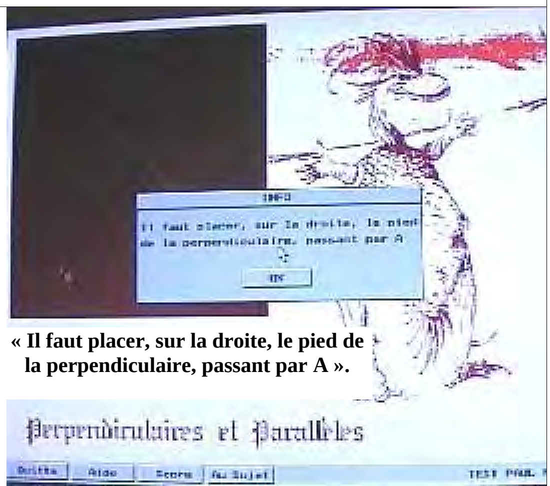
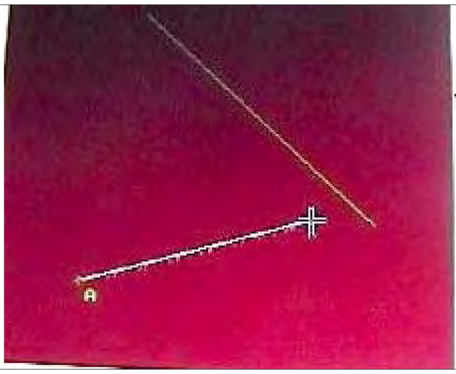
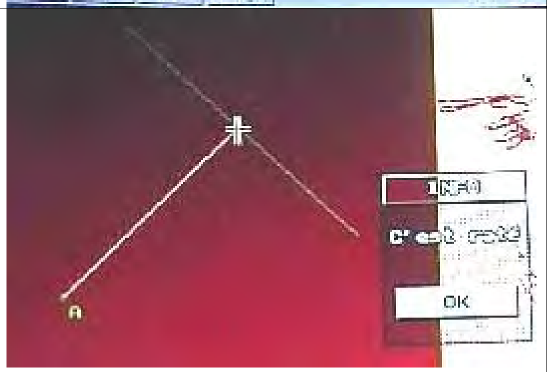
Figure 3 : Nombre de remarques par thème

Malgré la diversité des thèmes d'analyse, tous les groupes ont essayé de prendre en compte d'autres thèmes que ceux directement liés à l'apprentissage. Il est tout à fait intéressant de constater le nombre élevé de remarques concernant l'organisation ergonomique du produit.

Cela est le signe que la prise de conscience de la nécessité de multiplier les cadres d'analyse est bien réelle. Le peu de remarques concernant l'organisation informatique des différents produits confirme qu'il est très délicat de rentrer dans la conception informatique et de comprendre la structure informatique d'un logiciel. Il n'y a que les concepteurs des produits qui pourraient permettre cette vision informatique d'un LTF. Malgré la présentation de l'atelier dans laquelle nous avons insisté sur la nécessité de travailler à la réalisation de scénarios d'usage, très peu de participants sont arrivés à ce niveau. Trois groupes ont fait une remarque concernant l'adaptation de l'enseignant à l'utilisation du logiciel ; seule une des remarques peut être considérée comme un scénario.

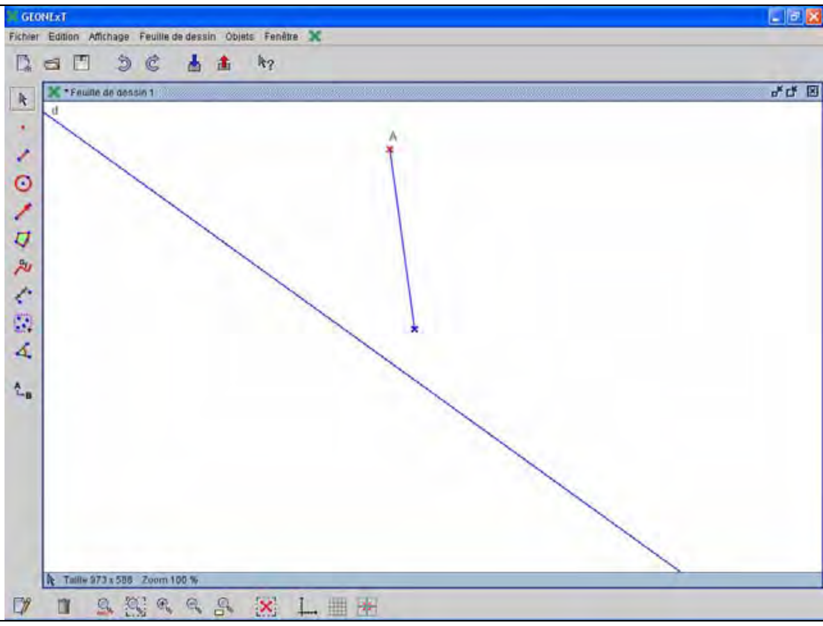
CONCLUSION

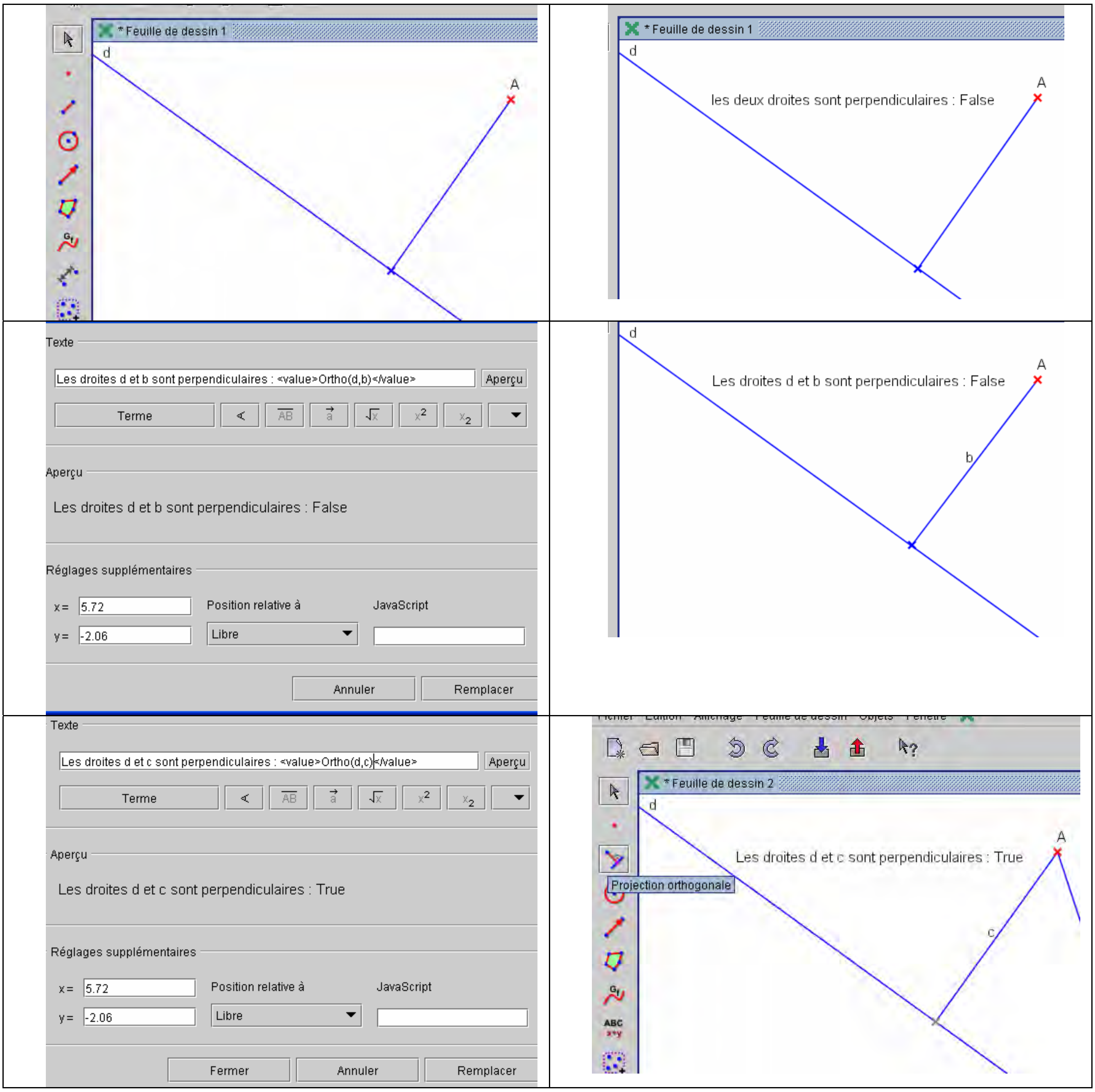
Pour conclure notre atelier, nous avons voulu donner un exemple de scénario d'apprentissage à partir d'un exercice de LiliMini dans la partie Dessins géométriques, le chapitre Perpendiculaires et parallèles. Voilà le déroulement de l'exercice :

TRAVAIL GÉOMÉTRIQUE DANS LE CADRE DU LTF LILIMINI	
	 « Il faut placer, sur la droite, le pied de la perpendiculaire, passant par A ».
	

Nous ne ferons pas une analyse détaillée de tout l’exercice mais nous allons juste nous centrer sur la tâche qui consiste à tracer une perpendiculaire à une droite. L’élève dans cet exercice, une fois qu’il a compris la consigne, et ce n’est pas vraiment évident en fin d’école élémentaire, doit placer avec la souris l’extrémité du segment de telle sorte qu’il obtienne deux droites perpendiculaires. Entre le succès et la réussite, la différence est plus que minime. Cet exercice, dans cet environnement, fait croire à l’élève que c’est son habileté qui va lui permettre de réussir. Une partie du travail d’apprentissage de la géométrie de l’école élémentaire consiste à emmener les élèves vers une géométrie de moins en moins basée sur « je vois », par exemple avec l’introduction d’outil de vérification comme l’équerre ou de l’utilisation de logiciel de géométrie dynamique. Dans cet exercice aucun outil de vérification n’est utilisable et l’élève est conforté dans l’utilisation exclusive de ses capacités visuelles subjectives. L’introduction d’un logiciel de géométrie dynamique peut permettre à l’élève de prendre conscience des différents cadres du travail géométrique. Si nous transposons cet exercice de LiliMini dans Geonext[9], l’élève constate que ses droites ne sont jamais parallèles tant qu’il n’a pas utilisé un outil propre au logiciel de géométrie dynamique pour construire deux droites parallèles ou le pied de la perpendiculaire.

TRAVAIL GÉOMÉTRIQUE DANS LE CADRE DU LOGICIEL DE GÉOMÉTRIE DYNAMIQUE GEONEXT





La notion de scénario pédagogique concerne quatre pôles. Dans notre exemple :

- rôle : permettre à l'élève de différencier deux cadres de travail géométrique avec un logiciel de géométrie dynamique et un Logiciel Tuteur Fermé ;
- Activité : elle est décrite ci-dessus en 4.1 et 4.2 ;
- environnement : un Logiciel Tuteur Fermé et un Logiciel de Géométrie Dynamique ;
- connaissances : la notion de droites perpendiculaires.

L'enseignant peut aussi mettre en œuvre ce scénario en ajoutant une réflexion sur le papier crayon. L'analyse de l'exercice de LiliMini débouche donc sur un scénario qui peut permettre à l'enseignant d'avoir un outil supplémentaire pour que l'élève poursuivre son apprentissage géométrique. Alors qu'une analyse exclusivement didactique aurait eu de grande chance de conclure à ne pas demander à des élèves d'exécuter cet exercice, notre démarche justifie son usage par l'élève.

Notre atelier nous a permis de démarrer une réflexion entre formateur qui ont bien conscience de la généralisation rapide de ce type de produit : les Logiciels Tuteurs Fermés. Nous avons aussi constaté que le travail d'analyse de ses logiciels demande beaucoup de collaboration entre de nombreux acteurs. La création de scénarios d'apprentissage permettant aux enseignants d'optimiser l'usage de ces logiciels ne peut pas être laissée à la charge exclusive des enseignants utilisateurs. La généralisation de groupe de travail comme celui de notre atelier est, nous le pensons, une des conditions de réussite de l'usage positifs de ces outils bien souvent maintenant directement utilisable en ligne.

TABLES DES MATIÈRES

MEMBRES DU GROUPE

Richard Cabassut	richard.cabassut@alsace.iufm.fr
Magali Hersant	magali.hersant@paysdelaloire.iufm.fr
Patrick Wieruszewski	patrick.wieruszewski@orleans-tours.iufm.fr
Michel Clinard,	michel.clinard@aquitaine.iufm.fr
Sophie Malecki, IUFM Nancy,	Sophie.malecki@laposte.net
Hervé Depecker, IUFM Toulouse	depecker.h@wanadoo.fr
Pierre Danos, IUFM d'Auch	pierre.danos@toulouse.iufm.fr
Typhaine Lemehaute	typhaine.lemehaute@wanadoo.fr
Ghislaine Gueudet,	Ghislaine.Gueudet@bretagne.iufm.fr
Jean-Claude Fenice	jcfenice@wanadoo.fr
C. Voldoire	cvoldoire@auvergne.iufm.fr
Nivose Bouleau	nivose.bouleau@iufm-martinique.fr
Bernard Lacase	bernard.lacase@versailles.iufm.fr
Hélène Hili	helene.hili@bretagne.iufm.fr
Sabine Giros	sabine.giros@bretagne.iufm.fr
Laurent Souchard	laurent.souchard@paris.iufm.fr

NOTES

[1] CNDP, 2002, Qu'apprend-on à l'école élémentaire, p. 226.
[2] www.chrysis.com
[3] http://lilimath.free.fr/lilimini/
[4] http://www.generation5.fr/
[5] Pernin J-P., Lejeune A., 2004, Dispositifs d'apprentissage instrumentés par les technologies : vers une ingénierie centrée sur les scénarios, Actes du colloque TICE 2004.
[6] Le site : http://c-rdi.qc.ca/ par exemple, consulté en septembre 2004.
[7] Souchard L., 2003, Actes du colloque ITEM de Reims, http://www.reims.iufm.fr/Recherche/ereca/itemcom/co43th4.pdf consulté en septembre 2004.
[8] Pernin J-P., Lejeune A., 2003, Séminaire Hypermédias, Education et Formation, Conception, exploitation et réutilisation de scénarios pédagogiques, (IMAG-CLIPS, Université de Grenoble).
[9] Logiciel libre et gratuit téléchargeable sur le site : www.geonext.de

A PROPOS DE L'ENSEIGNEMENT DES SOLIDES : QUELLES MATHÉMATIQUES FAIRE VIVRE A L'ÉCOLE ? QUELS OUTILS POUR LA FORMATION DES MAÎTRES ?

Jean-Claude Aubertin
Yves Girmens
Claude Maurin
Louis Roye
Formateurs en IUFM, Membres de la Copirelem

Résumé

L'atelier a pour objectif d'obtenir la contribution des participants à une réflexion commune amorcée par les membres de la Copirelem.
La problématique générale qui guide cette réflexion est : « Quelles mathématiques faire vivre à l'école ? Quels outils pour la formation des maîtres ? ».
L'atelier se propose d'enrichir cette réflexion en prenant l'exemple de l'enseignement sur les solides à l'école primaire.

1 - CADRE

C'est la question du sens qui guide nos interrogations sur la nature et le statut des savoirs mathématiques à enseigner aux élèves : les connaissances mathématiques acquises par les élèves doivent être porteuses de signification réelle pour eux.

Il s'agit à plus long terme d'identifier des repères pour définir la place et le statut des savoirs mathématiques dans la formation de la personne adulte que l'enfant est appelé à devenir.

Cela renvoie à la question de la place des connaissances mathématiques dans la construction de l'enfant.

Cette réflexion vise à permettre :

- D'affiner les raisons d'être de l'enseignement des mathématiques à l'école pour soi-même, en tant que formateur et dans la perspective d'alimenter un argumentaire utile pour les débats auxquels tout formateur est amené à prendre part.

- De mieux cerner les enjeux de l'enseignement des mathématiques.

- D'identifier les situations et les activités d'apprentissage en relation avec ces enjeux.

- De réfléchir à des stratégies, outils et situations pour la formation des maîtres.

La réflexion initiale menée par la Copirelem a permis de mettre en évidence que les finalités d'un enseignement donné à l'élève dans la perspective de son accession au stade d'adulte s'inscrivent dans trois domaines :

- La rationalité et le raisonnement.
- Un apprentissage culturel.
- L'intégration sociale et l'apprentissage à la citoyenneté.

L'atelier se propose de commencer à étudier de quelle manière l'apprentissage des mathématiques, à propos des solides, peut contribuer, à la fois de façon spécifique mais aussi universelle, à développer des compétences relevant de ces trois domaines.

2 – PLAN DE L'ATELIER

L'atelier s'est déroulé en trois temps :

Premier temps : Les participants doivent identifier les composantes en matière d'apprentissage, rattachées à ces trois domaines et essaient donc de clarifier ce que représente pour eux chacun de ces trois domaines.

La consigne qui leur était donnée était : « Pour chacun des domaines précédents, rechercher et inventorier tous les aspects relatifs aux apprentissages qui s'y rattachent ? »

Deuxième temps : Présentation par les animateurs d'un inventaire élaboré par la Copirelem lors de la réflexion initiale.

Troisième temps : En prenant appui sur les programmes et leurs documents d'application, il est demandé aux participants d'essayer de spécifier et de développer tous les aspects qui ont été identifiés dans les trois domaines, concernant l'enseignement sur les solides.
Il est convenu d'illustrer ces divers aspects en décrivant des types de situations d'apprentissage et en soulevant des questions concernant l'organisation des savoirs.

3 – PREMIÈRE ÉTAPE : TROIS DOMAINES D'APPRENTISSAGE

Le point de départ proposé est le postulat que les apprentissages mathématiques s'inscrivent dans trois domaines

- La rationalité et le raisonnement.
- L'apprentissage culturel
- L'intégration sociale et l'apprentissage à la citoyenneté.

En groupes, les participants ont essayé d'identifier quels aspects d'apprentissage ils rattachent à ces différents domaines.

Le terme « aspects » désigne aussi bien des pratiques, des situations, des savoir-faire, des activités, des types de démarche…propres à caractériser un apprentissage.
L'objectif est d'impulser une démarche d'analyse commune qui permettra par la suite de s'accorder sur des référents communs.

À l'issue de ce temps de réflexion, une mise en commun des productions a mis en évidence les éléments suivants:

- À propos de la rationalité et du raisonnement

-les décodage et réalisation de représentations planes d'un solide,
-l'élaboration de raisonnements en vue de réaliser une tâche, de résoudre un problème (par exemple : réaliser un solide, trouver le lien entre le nombre d'arêtes, de faces…),
-la mise en œuvre de débats,
-le travail autour de la preuve : sa nature et sa nécessité,
-l'apprentissage de l'observation, de la prise d'indices, de la recherche d'indicateurs pertinents,
-le fonctionnement de la langue d'usage, sa différenciation avec le langage mathématique,
-les activités d'apprentissage qui favorisent la déduction et qui nécessitent la recherche de moyens de contrôle.

- Concernant l'apprentissage culturel

- Apprendre à parler « mathématiques » (il ne s'agit pas là d'un langage formel mais d'un langage qui développe une « lecture mathématique » du monde),
- Acquisition des mathématiques utiles dans la vie courante,
- La fréquentation de connaissances « historiques » (par exemple : les solides de Platon, des représentations figuratives…).

- Concernant l'intégration sociale et l'apprentissage de la citoyenneté

-Les échanges et les confrontations avec des pairs, dans un but d'établir des éléments de vérité reconnus et validés par le groupe,
-La pratique du débat scientifique (et la différenciation avec le débat démocratique),
- Le développement de l'attitude de chercher à comprendre,
- L'insistance sur l'apprentissage des outils pour aider à comprendre,
- L'apprentissage des conventions (pour la représentation des solides).

La mise en commun des conclusions a permis aux participants d'explorer les divers apprentissages rattachés aux grands domaines définis au préalable, de débattre de certains choix, de certaines interprétations et de s'entendre sur des objets communs.
Afin de permettre la poursuite du travail à partir d'une base commune, les animateurs ont proposé ensuite aux participants une grille d'analyse élaborée par les membres de la Copirelem lors d'un séminaire de réflexion initiale.

Le travail dans ce cadre vise, d'une part, à faire partager aux participants le travail déjà amorcé par la Copirelem et d'autre part, à mettre en place un référent de travail commun pour la suite de l'atelier.

4 – DEUXIÈME TEMPS : TRAVAIL À PARTIR D'UN RÉFÉRENT COMMUN

La grille d'analyse suivante est présentée et explicitée.
Dans la colonne de droite figurent, pour chacun des trois grands domaines d'apprentissage, les aspects, exprimés en terme de champs d'activités, d'objectifs, d'axes de travail...que les membres de la Copirelem ont retenu dans leur réflexion initiale.

Domaines d'apprentissages	Types d'apprentissages
1) Rationalité et Raisonnement	Apprentissage de raisonnement. Apprentissage de modèles. Apprentissage de méthodes.
2) Culture	Apprentissage de référents culturels mathématiques. Acquisition d'une culture commune. Acquisition d'une compréhension du monde. Développement du plaisir de chercher, de la capacité à produire des efforts.
3) Intégration sociale et formation du citoyen	Apprentissage de l'argumentation avec des pairs. Développement de l'esprit critique et apprentissage au discernement. Construction d'outils. Acquisition de méthodes pragmatiques.

Les participants sont invités, à utiliser ce cadre pour, en groupes, tenter de préciser et d'expliciter des contenus, des savoir-faire, des situations, des types de travaux s'inscrivant dans les différents champs d'apprentissage identifiés pour chaque domaine.

A l'issue du travail de groupes, la mise en commun permet de dégager les remarques suivantes :

Dans le *domaine de la rationalité et du raisonnement*, l'apprentissage de formes de raisonnements, de modèles et de méthodes sont liés. Le raisonnement contribue à l'acquisition de modèles.

L'apprentissage de l'espace favorise divers types de raisonnements qu'il serait intéressant et important d'identifier.

Enfin, l'espace offre des situations qui permettent à l'élève de raisonner simultanément dans le domaine sensible et sur le plan abstrait.

Dans le *domaine de la culture*, une finalité essentielle des mathématiques semble être de développer certaines postures telles qu'accepter de réfléchir avant d'agir, accepter de chercher pour trouver.

En revanche, le développement du plaisir à chercher comme objectif du travail sur les solides mérite d'être interrogé car il s'agit peut-être d'un « a priori » de l'expert en mathématiques.

L'apprentissage des modes de raisonnement peut être considéré comme partie intégrante de la culture : en effet, le pouvoir de trouver ne contribue-t-il pas à faire naître et à développer le plaisir de chercher ?

De plus, l'acquisition d'éléments culturels (dans les domaines des mathématiques et de l'art, des mathématiques et de l'architecture) est un facteur de développement personnel de l'enfant.

Sur le plan de *l'intégration sociale,* l'enjeu principal est le développement de postures et d'attitudes du futur citoyen concernant par exemple le respect des règles et des conventions.

Par exemple, lire des représentations planes de solides exige la connaissance et la prise en compte de normes et de conventions sociales.

La pratique du débat en mathématique doit avoir comme objectif de faire saisir aux élèves de quelle nature sont les arguments sur lesquels on s'appuie pour valider un résultat en mathématiques, et de marquer la différence avec une argumentation classique.

La fonction sociale des mathématiques se développe par l'acquisition d'outils spécifiques de résolution et d'analyse et, comme pour d'autres disciplines, par le pouvoir que confèrent la réussite et la connaissance.

Enfin, l'apprentissage des solides, parce qu'il rend capable de distinguer le réel du perçu et de choisir une représentation pertinente pour une situation donnée contribue au développement du discernement.

L'éducation à la citoyenneté se construit simultanément par l'apprentissage de normes communes et par celui du droit à la différence (pour les autres et pour soi).

Qu'est-ce qui peut, dans les apprentissages sur les solides, relever de l'apprentissage du droit à la différence et de l'apprentissage de lois communes ?

On relève, dans les conclusions des divers groupes quelques éléments illustrant les divers champs d'apprentissage :

- Pour l'apprentissage du raisonnement : en permettant le passage de propriétés perçues à des propriétés vérifiées à l'aide d'instruments ou attestées par des informations connues, le travail autour des solides favorise la démarche : émission d'hypothèses, vérification, argumentation.
- Pour l'apprentissage de modèles et de méthodes sont évoquées la compréhension des divers modes de représentation d'un objet de l'espace et la capacité à choisir la représentation adaptée à une situation donnée.
- Concernant les référents culturels mathématiques, il s'agit des savoirs décrits dans le programme : les objets géométriques, les différents types de représentations, les conventions, les relations entre les objets.
- Pour la compréhension du monde, l'accent est mis sur l'aptitude à mettre en relation divers points de vue sur un même objet et sur la reconnaissance de propriétés s'appuyant sur ces points de vue.
- À propos du développement du plaisir de chercher, il est relevé que, par exemple, des situations comme le jeu du portrait, les constructions à partir de message peuvent y contribuer.
- Pour l'acquisition d'éléments culturels, sont évoqués des travaux mettant en relation mathématiques et art ou mathématiques et architecture.
- Au sujet de l'apprentissage de l'argumentation avec des pairs, il est souligné que les types de tâches, reproduire, construire, comparer, ….permettent de s'interroger sur la nature des éléments sur lesquels on s'appuie pour valider une production.
- Enfin, par rapport par rapport à l'apprentissage de l'esprit critique et du discernement, sont mis en avant les travaux qui nécessitent de distinguer les propriétés réelles des propriétés perçues et ceux qui exigent de savoir reconnaître les représentations pertinentes d'un solide en fonction d'une situation donnée.

EN GUISE DE CONCLUSION

Ce premier travail fournit quelques repères pour répondre à la question « quelles mathématiques faire vivre à l'école ? », concernant l'apprentissage des solides.
La poursuite de la réflexion pourrait être, dans un premier temps, d'analyser très précisément des situations de classe, en tentant de mettre en évidence à quels types d'apprentissage elles contribuent puis, dans un deuxième temps, de proposer des enchaînements de situations, permettant de mettre en place des organisations de savoirs satisfaisantes.
Enfin, pour mieux identifier et spécifier les diverses formes d'apprentissage, en relation avec des situations retenues, il serait opportun d'obtenir la collaboration de philosophes, de psychologues cognitivistes, d'épistémologues….