

Devoirs: Guion ex. 260 + 261

Leçons: livrets 2 à 7

Dossier réalisé par Nicolas Perrin

26

Le travail par ateliers au préscolaire

Le travail par ateliers provoque la disparition de l'enseignant. L'élève se retrouve seul confronté au savoir. Or je pense que l'élève ne peut pas (re)découvrir tout tout seul.

Anne Clerc



28

L'usage du matériel en EPS pour gérer une classe difficile

Les objets gymniques offrent, parallèlement à leur fonction d'apprentissage, un potentiel élevé d'activités déviantes pour les élèves: ils les exploitent pour inventer des activités ludiques qui leur procurent des émotions fortes.

Nathalie Gal-Petitfaux



32

Le tableau noir est-il si désuet?

«Lieu de savoir», le tableau noir peut être utilisé comme un «lieu de travail» par les élèves, qui donne à voir un «brouillon public» facilitant la comparaison, les commentaires et les questions réciproques.

Nicolas Perrin et Daniel Martin



Les objets, outils pour enseigner

35

Penser la gestion didactique des artefacts pour faire et faire faire des mathématiques

C'est l'importation des calculatrices dans les classes par les élèves, avec la petitesse des écrans et des claviers compromettant le suivi par le maître des gestes de leurs utilisateurs, qui a rendu indispensable une réflexion sur leur intégration.

Luc Trouche



38

Des élèves «enquêteurs» pour résoudre des problèmes mathématiques...

Que peut faire l'enseignant?

Les attentes de l'enseignant ne sont pas toujours claires: attend-il des élèves une procédure de résolution unique et experte? Attend-il la procédure qu'il a lui-même imaginée avant la séance? Accepte-t-il des procédures plus personnelles?

Philippe Veyrunes



Le travail par ateliers au préscolaire

Les objets structurent l'activité. Le post-it nous incite à faire quelque chose. La disposition des ingrédients sur un plan de travail facilite l'exécution d'une recette. Dans la classe, une disposition des bureaux sous forme d'ateliers suscite certaines interactions entre les élèves et structure leur travail. Cette manière d'organiser l'espace modifie également la manière de travailler de l'enseignant: il se «décharge» sur l'atelier et utilise de différentes façons la liberté ainsi obtenue (pour interagir avec les élèves ou pour mener d'autres tâches liées à son enseignement).

Anne Clerc questionne cette structuration de la classe via les ateliers. Si l'avantage est indéniable au niveau de la gestion de la classe, il n'est pas aussi évident en ce qui concerne les apprentissages.



© Philippe Martin

L'élève ne peut pas, par lui-même, identifier à la fois l'activité et ce qu'il a à apprendre dans cette activité

Au préscolaire, le travail par ateliers est largement répandu. On peut parler d'une forme scolaire. Et pourtant, vous n'y voyez pas seulement des avantages.

Il faut d'abord reconnaître l'utilité des ateliers! Souvent, une classe organisée par ateliers est une classe qui roule. Les enfants sont au travail. L'atmosphère est détendue. L'enseignant n'a pas besoin de stimuler sans cesse les enfants qui décrochent durant le travail collectif.

Pour autant, est-ce que le travail par ateliers aide les élèves à apprendre? Je n'en suis pas certaine. Seuls certains élèves perçoivent les enjeux d'apprentissages qui se cachent derrière les activités proposées. Les autres sont dans l'action, ils font et leurs manières de faire n'évoluent que très peu durant l'année. Plus précisément, je pense qu'on court trois risques à travailler par ateliers.

Premièrement, si les ateliers structurent l'activité des élèves, ils ne mettent pas en évidence ce qu'il y a à apprendre. L'élève se retrouve dans un atelier au nom parfois fantasque (couleurs, animaux...), mais pour quoi? Et pas seulement pour faire quoi, mais pour apprendre quoi?

Deuxièmement, le travail par ateliers provoque la disparition de l'enseignant. L'élève se retrouve seul confronté au savoir. Or je pense que l'élève ne peut pas (re)découvrir tout tout seul. C'est l'enseignant qui maîtrise les outils que notre culture a façonnés et qui peut les mettre en évidence. En m'appuyant sur les travaux de Vygotski, je pense que l'élève ne peut pas, par lui-même, identifier à la fois l'activité et ce qu'il y a à apprendre dans cette activité. C'est à l'enseignant de «pointer du doigt» le savoir en jeu: la structuration du temps, les procédures logiques...

Troisièmement, je pense que certains enfants ont besoin dans la classe d'un lieu qui leur soit propre, notamment lorsqu'ils n'ont pas un tel lieu à la maison. Or, souvent, la structuration de la classe par ateliers supprime la place de l'élève, faute d'espace. En évoquant cela, je pense à la remarque d'une enseignante qui relevait, après avoir réintroduit une place pour chaque enfant, que ça avait apaisé sa classe et sécurisé les élèves.

Vous affirmez que l'élève a de la difficulté à percevoir ce qu'il y a à apprendre derrière ce qu'il y a à faire. En même temps, comme vous le dites, une classe par ateliers, c'est une classe qui roule! Les élèves sont actifs et concentrés.

C'est tout le paradoxe du travail en atelier! Il structure le travail de la classe, la gestion du groupe. Mais en même temps les ateliers constituent un «habillage» qui dissimule ce qu'il y a à apprendre. Les travaux de Sylvie Cèbe ou de l'équipe ESCOL ont montré que le risque de confondre activité et apprentissage est augmenté dans ce type d'organisation du travail.

Prenons quelques exemples. L'atelier «ordinateur» ou l'atelier «jeux», par leur appellation, mettent en avant

le support; les enfants vont «faire de l'ordinateur» ou «jouer». L'atelier «rouge», réservé aux activités mathématiques, n'indique en rien la nature des savoirs visés, son nom aide encore moins l'élève à identifier l'enjeu de l'atelier. Bref, il n'y a pas de logique – ou des logiques différentes – entre le nom de l'atelier et l'objet d'apprentissage. De plus, les propriétés didactiques des activités proposées dans les ateliers ne correspondent pas nécessairement aux objectifs visés.

Je proposerais plutôt de nommer les ateliers en fonction des apprentissages que l'élève doit réaliser. Si l'ambition est de travailler des habiletés, l'atelier pourrait s'appeler «trier» ou «mettre en ordre» ou encore «comment je m'y prends pour». Certes, c'est moins poétique ou moins immédiatement compréhensible pour l'élève. Mais cela forcerait l'enseignant à expliciter l'enjeu d'apprentissage et aiderait l'élève à identifier la nature de la tâche qui est proposée.

Vous affirmez que le travail par ateliers provoque la disparition de l'enseignant. Mais il reste présent, prêt à aider les élèves qui ont de la peine.

En effet, mais ce que j'interroge, à partir des travaux de Vygotski, c'est le fait que l'enseignant ait besoin d'intervenir «seulement» ponctuellement. Au contraire, l'enseignant doit désigner ce qui est important. C'est lui seul qui peut le faire. L'élève a besoin de l'aide de quelqu'un pour s'approprier ce que l'humanité a mis des siècles à construire. C'est une illusion de penser que l'élève peut miraculeusement tout redécouvrir. Le risque est alors de simplifier à l'extrême les tâches proposées, pour que l'élève puisse les accomplir seul.

Ou alors, il faut s'assurer que les objets à disposition des apprenants leur permettent d'identifier ce qui est important. Reprenons notre exemple de la recette de cuisine. La disposition des ingrédients vous aidera à les ajouter progressivement dans un ordre. Mais elle ne met pas en évidence comment réussir une mayonnaise!

Dans le cadre du travail en atelier, seul le produit du travail de l'élève est vu par l'enseignant. Les essais, les erreurs, les tâtonnements de l'élève restent invisibles. Or, c'est le processus qui est vecteur d'apprentissages et celui-ci n'est pas exploité. A ce sujet, Vygotski nous montre l'importance du collectif. L'enseignant a pour fonction de reconstruire un questionnement au travers des activités du groupe, questionnement qui mobilise les actions mentales à mettre en œuvre pour apprendre. Le collectif, c'est-à-dire les différentes tentatives d'agir, de penser, de résoudre un problème, permet que les questions se nomment, que les outils soient mis en visibilité, que les processus intellectuels soient explicités.

Si je veux travailler le calendrier du matin, il ne s'agit pas seulement de regarder la date et compter les élèves. Ce qui se joue, c'est de s'approprier la mesure du temps, d'identifier les indices de la mesure du temps dans notre culture (la cyclicité, ce qui vient avant ou après, la manière de se positionner dans les

sept jours de la semaine...). De même, l'enjeu de la devinette est de travailler les «questions efficaces» pour déduire l'objet caché et non de laisser les élèves qui ont découvert seuls ou appris à la maison les règles du jeu, gagner durant toute l'année. Une autre façon de travailler ce type de raisonnement serait, au lieu que l'élève apporte un objet qu'il cache derrière son dos, de disposer des cartes devant les élèves et de penser à l'une d'entre elles. Cela permet de visibiliser les tris, d'identifier comment on procède pour poser des questions qui amènent à l'exclusion de certains objets et à une solution. L'enseignant peut ainsi rendre visible comment un élève gagnant procède ou comment lui-même arrive à la bonne solution.

Ce que je questionne, c'est le «tout atelier». Il me semble que le collectif est irremplaçable...

Vous proposez donc de modifier certaines pratiques. Y a-t-il alors des «choses structurantes», comme les ateliers, qui rendent viable la classe... et qui favorisent les apprentissages?

L'essentiel, une fois encore, est de diriger l'attention de l'élève sur la manière de s'y prendre et non seulement sur l'acte. L'enseignant, en s'aidant d'une structuration de l'espace et du temps, doit rendre visible le faire et le comment faire.

Je ne suis pas contre le travail par ateliers. Mais celui-ci ne devrait pas se faire au détriment du travail collectif et devrait permettre l'intervention de l'enseignante. C'est le cas si le travail en atelier favorise les interactions de l'enseignante avec de plus petits groupes. La mise en place d'ateliers, et surtout les activités qui y sont proposées, doit alors faire l'objet d'un questionnement didactique: qu'est-ce que l'élève peut y apprendre, à quelles conditions ces apprentissages sont possibles, de quelles aides aura-t-il besoin, etc.? De plus, pour s'approprier les outils nécessaires à l'apprendre, l'élève doit pouvoir «faire avec», «faire comme». L'enseignant doit pouvoir aussi rendre explicite ce qui est à imiter. Cette tâche ne peut être accomplie par l'élève seul.



Il faut s'assurer que les objets à disposition permettent d'identifier ce qui est important



Comme pour la devinette, où l'enseignant peut aider les élèves à focaliser leur regard sur ce qui est important pour arriver rapidement à la bonne réponse, l'enseignant devrait pouvoir rendre visible dans un atelier «ce qu'il y a à faire» et «ce qu'il y a à apprendre», ce que l'élève pourrait être amené à découvrir dans l'agir des autres élèves. Lorsqu'il se trouve à l'atelier bricolage, doit-il découper ou se questionner? Lorsqu'il fait

un jeu, quelle est la stratégie à identifier pour gagner? Peut-il découvrir cette stratégie dans l'agir d'un autre – élève ou enseignant – et surtout peut-il le faire seul ou faut-il désigner cette stratégie pour qu'il l'identifie et la mette progressivement en œuvre? Ces questions sont centrales, au risque de laisser en rade une partie des élèves!

Quelques pistes...

Si l'atelier est un objet qui structure la classe, qui permet de créer un climat propice à l'engagement des élèves, alors je propose deux objets – deux «post-it» – pour structurer le travail de l'enseignant.

Premièrement, il peut se poser la double question de «ce qu'il y a à faire, comme qui, comme quand le faire» et «ce qu'il y a à apprendre dans cet atelier». Cela l'aidera à identifier les outils (stratégies, habiletés...) que l'élève devra s'approprier, dans une démarche qui consiste à imiter, non pas automa-

tiquement, mais en «faisant avec» avec l'aide d'une «focalisation de l'attention et d'une explicitation».

Deuxièmement, une fois cette clarification faite de l'objet d'apprentissage, il s'agit de le rendre visible pour l'élève. On peut alors imaginer des manières de désigner les ateliers qui mettent en visibilité cet objet, proposer des procédures d'inscription qui en tiennent compte et préparer les interventions de l'enseignant dans les ateliers qui permettent de «pointer du doigt» les savoirs en jeu.

Par exemple, ces questions permettent de clarifier l'usage d'un appareil photo dans un atelier. Il s'agit pour l'élève de «cadrer comme...» et de «reconstituer les étapes comme...» le ferait l'enseignant. En préparant l'atelier, idéalement en faisant lui-même l'atelier, l'enseignant peut identifier ce qui est devenu pour lui évident... mais qui constitue l'objet de l'apprentissage qu'une bonne partie des élèves a de la peine à identifier.

Nathalie Gal-Petitfaux
Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, France
nathalie.gal-petitfaux@univ-bpclermont.fr

L'usage du matériel en EPS pour gérer une classe difficile

Enseigner est considéré comme une tâche complexe d'adaptation à l'interaction sociale. La compétence de l'enseignant vise alors à satisfaire deux fonctions principales: gérer l'ordre dans la classe et instruire les élèves. Notre étude s'intéresse aux pratiques de gestion de classe d'enseignants d'Education physique et sportive (EPS) travaillant dans un contexte spatial et matériel propre à l'enseignement de la gymnastique: les ateliers.

Si l'EPS n'est pas épargnée par les problèmes de gestion de classe, cette dernière apparaît toutefois spécifique au regard des interactions motrices suscitées par le sport (Vors, Gal-Petitfaux et Cizeron, sous presse): configurations spatiales variées (gymnase, piscine, stade...); matériels divers (ballon, tapis, plots...); mobilité des élèves (courir, sauter...) impliquant en continu des contacts physiques; excitation émotionnelle provoquée par le sport. Cette spécificité impose aux enseignants des stratégies particulières pour contrôler l'ordre dans la classe et maintenir les élèves au travail.

Gérer une classe Ambition réussite en France: une épreuve quotidienne pour les enseignants

La gestion de la classe consiste à instaurer, à maintenir ou à restaurer dans la classe des conditions propices à l'enseignement et à l'apprentissage. Dans le contexte

des «milieux difficiles» en France, elle représente une préoccupation constante des enseignants; malgré leurs efforts pour composer avec des pratiques tantôt répressives, tantôt permissives, ils sont en difficulté pour trouver une solution viable face aux incivilités des élèves.

Si l'on convient que toute leçon dispensée à l'école ne peut se dérouler sans le moindre signe de désordre ou d'indiscipline de la part des élèves, ceci n'a pas de commune mesure dans les classes difficiles issues des collèges de quartiers populaires. L'enseignement dispensé dans ces contextes, en particulier dans les Réseaux Ambition réussite représentant les 256 établissements les plus difficiles de France, est un combat permanent face au chahut récurrent en classe et au désordre scolaire (Thin, 2002). Les enseignants sont contraints à un travail incessant d'instauration des règles minimales de la vie en collectivité et de rappel de leur autorité.

Une littérature importante a permis de comprendre les caractéristiques saillantes des élèves accueillis dans ces réseaux (Amigues & Kherroubi, 2003; Gal-Petitfaux et Vors, sous presse; Monfroy, 2002): difficultés importantes d'apprentissage scolaire; incapacité à travailler silencieusement; temps de concentration très courts et forte tendance à décro-

cher des tâches scolaires prescrites; comportement paradoxal en classe, tantôt perturbateur, tantôt passif voire apathique; propension à troubler le déroulement du cours par des incivilités permanentes; résistance aux contraintes scolaires; et conduites individuelles fortement influencées par les pairs. L'instauration d'une activité collective de travail durable dans la classe devient alors un vrai problème pour l'enseignant, occasionnant une dépense d'énergie importante pour obtenir la discipline: «faire tenir un certain nombre d'élèves le temps voulu dans un lieu précis et dans des conditions de communication à peu près acceptables n'est plus alors le point de départ de la situation scolaire mais un de ses objectifs» (Carraud, 2006, p. 39/40).

Les études cherchant à comprendre à quelles conditions les enseignants parviennent à installer une acti-

tivité collective de travail viable dans la classe, montrent que la principale difficulté pour l'enseignant est de concilier la gestion de la classe avec l'instruction des élèves, tout en se préservant eux-mêmes au mieux de la fatigue. Elles révèlent notamment que l'excès de

mesures disciplinaires tend à exacerber les tensions et à accroître les relations conflictuelles avec les élèves; ces derniers se rebellent ou, au contraire, rentrent dans une phase de résignation en attendant au fond de la classe que le cours se termine. D'un autre côté, le défaut de gestion collective de la classe tend à insécuriser les élèves et mène fréquemment les enseignants à perdre davantage le contrôle de leur

groupe. Comment les enseignants en réussite parviennent-ils alors à conjuguer habilement les deux volets de leur mission éducative, gestion de la classe et instruction? Et en quoi la configuration spatiale et matérielle propre aux leçons d'EPS induit-elle des habiletés particulières de gestion de classe?

La gestion de classe dans le contexte particulier de l'Education physique et sportive: une étude dans un collège Ambition réussite

L'étude en question porte sur l'enseignement de la gymnastique à des élèves difficiles de 12 à 15 ans, par trois enseignants d'EPS expérimentés et issus d'un même collège français réseau Ambition réussite, durant un cycle de 6 leçons. Dans ce collège, les enseignants d'EPS adoptent le même fonctionnement. Pour chaque leçon, ils divisent la classe en quatre ateliers de tra-

vail (voler; franchir; se renverser; tourner), représentant chacun un agrès gymnique (figure 1). Ils installent les ateliers en ligne contre le mur, sur toute la longueur

Extrait d'entretien entre un enseignant (EG) et le chercheur (CH):

CH: Pour l'atelier Roulade, ils démarrent depuis le mur, c'est bizarre?

EG 1: Ah, ça c'est pour éviter qu'ils prennent une course d'élan et qu'ils plongent sur le plan incliné. Donc là, ils sont coincés entre le tapis et le mur [...], ça évite aussi les bousculades derrière le plan en mousse, comme ils n'ont pas la place et ils n'y restent pas.

EG 2: Je sépare bien les ateliers... comme ça c'est rangé, les élèves sont bien en place [...]. Si les élèves ne sont pas sur leur atelier, alors j'interviens parce que si je les laisse s'éparpiller, c'est trop long à démarrer et même difficilement récupérable.



Figure 1. Disposition spatiale des agrès gymniques dans l'espace



d'un gymnase de type C (40 m x 20 m). Chaque atelier est composé d'objets gymniques permettant aux élèves de réaliser les acrobaties avec sécurité: tapis en mousse, plinths, plans inclinés, mini-trampoline, saut de cheval, plot. Les enseignants ont préparé deux fiches pour les élèves: l'une, précise pour chaque atelier, les exercices gymniques à travailler; sur l'autre, individuelle, chaque élève doit noter ses résultats après chaque exercice travaillé.

L'étude est conduite en référence au modèle sémiologique du «cours d'action» Theureau (2006), inspiré de la théorie de l'«action située» (Suchman, 1987). Quatre postulats orientent l'étude: a) l'activité est un accomplissement pratique *situé* dans un contexte particulier; la comprendre implique de l'étudier *in situ* et de décrire le déroulement des actions qui la composent; b) l'activité est vécue, au sens où elle est génératrice d'une signification particulière pour l'acteur; c) ce niveau de l'activité qui est significatif pour l'acteur peut être en partie «montrable, racontable et commentable par lui» (Theureau, 2006); d) les objets peuvent devenir un artefact pour l'acteur, à partir du moment où il devient significatif pour lui comme ressource pour agir.

Les comportements et communications en classe des enseignants (équipés d'un micro HF) sont enregistrés à l'aide d'un camescope, puis font l'objet d'une description fine. Lors d'entretiens d'auto-confrontation postleçon (Theureau, 2006), les enseignants sont invités à expliciter leurs significations, plus précisément leurs intentions, perceptions et interprétations dans l'action en classe.

Les observations et entretiens montrent que tous les enseignants réussissent à concilier trois impératifs a priori incompatibles: le maintien du collectif d'élèves au travail, avec des apprentissages qualitatifs en gymnastique et un investissement personnel supportable. Nous allons montrer que la mise en synergie de ces trois fonctions «gestion, instruction, confort» émerge d'une exploitation habile de l'environnement spatial et matériel par les trois enseignants.

La disposition spatiale des ateliers de gymnastique comme palliatif au vagabondage des élèves

L'enseignant a soigneusement réfléchi à la façon d'agencer l'espace de travail pour pouvoir infléchir des interactions entre élèves propices au travail. Il a coincé

les ateliers le long du mur, en les écartant suffisamment sur la longueur du gymnase. Les élèves sont ainsi confinés dans un espace bien délimité: ils peuvent difficilement se croiser, ni contourner les ateliers. La délimitation des espaces de travail par les objets gymniques limite leurs déplacements et favorise leur concentration sur le travail.

En rendant saillante la localisation spatiale des élèves, elle aide l'enseignant à repérer rapidement les élèves qui ne sont pas dans leur espace de travail.

EG 3: Je me place par rapport aux élèves... déjà systématiquement, j'évite d'en avoir derrière parce que ces élèves, dès qu'ils sentent que tu as le dos tourné, ils en profitent. Donc je me place souvent là, à l'extérieur, c'est-à-dire pas trop collé à l'agrès sinon je ne vois plus rien... Ce que je veux, moi, c'est pouvoir observer l'ensemble.

EG 1: C'est difficile quand les élèves travaillent tous sur les ateliers, on peut pas tout voir, alors je fais du cinéma, je leur donne l'impression que je les contrôle (...), je me décale pour qu'ils me voient et je les regarde tous... ou bien je circule aussi entre les ateliers; ça les surprend de me voir arriver, comme ça ils s'appliquent...

EG 2: Quand j'ai levé le nez, j'ai vu Soufiane debout sur le plan incliné alors qu'il fallait partir accroupi... et un peu plus tard, je crois, j'ai vu que le tapis en mousse était couché alors qu'il devrait être droit pour faire l'ATR (l'appui tendu renversé) plat dos. Donc ça, c'est qu'ils ne sont pas dans ce que j'ai demandé.

Une orientation habile du corps par rapport à la disposition matérielle des ateliers

L'espacement des ateliers impose à l'enseignant d'ajuster constamment ses déplacements par rapport aux agrès pour pouvoir concilier la surveillance de la classe et des interventions personnalisées.

Tant que les élèves ne transgressent pas exagérément les règles de travail, l'enseignant exerce une surveillance secrète en adoptant une position reculée et à l'écart des ateliers pour observer.

A d'autres moments, il entre de façon impromptue dans un atelier. Par une proximité spatiale avec les élèves, il peut dissuader plus facilement les plus indisciplinés, tout en aidant ceux qui sont en difficulté. Lorsqu'il aide un élève, il s'oriente toujours de façon à

pouvoir jeter un coup d'œil discret sur les autres ateliers et vérifier que les autres groupes travaillent. S'il remarque un chahut, alors il s'écarte et circule de façon à reprendre une présence visible par tous.

L'emplacement et l'usage des objets par les élèves comme indicateur de leur travail

Pour apprendre, les élèves utilisent des objets variés qui ont une place et une fonction bien définies à

chaque atelier. Or, bon nombre de leurs transgressions ludiques sont générées par un usage détourné des objets ou par un positionnement inadéquat par rapport à eux. Par exemple, ils prennent le plot qui matérialise la zone d'élan à un atelier pour mimer un porte-voix ou un chapeau posé sur la tête; ils bloquent l'accès au tremplin en se tenant immobiles dessus; ils s'élan-

cent et plongent sur un tapis pour qu'il glisse sur le sol. L'enseignant exerce son contrôle de la classe en repêchant ces usages non conformes, qui lui indiquent sur-le-champ si les élèves travaillent ou s'ils s'amusent... Il vérifie régulièrement que le matériel reste correctement positionné, sinon il attire publiquement l'attention des élèves sur son emplacement inadéquat pour les recentrer sur les apprentissages attendus.

L'exploitation des fiches pour vérifier la quantité de travail fournie par les élèves

Ne pouvant contrôler le travail de tous les élèves, l'enseignant se déplace d'atelier en atelier et relève les informations indiquées sur leur fiche individuelle de travail. Il évalue alors la quantité et la qualité des exercices gymniques déjà travaillés, ainsi que ce qui leur reste à faire.

Par les fiches, l'enseignant surveille facilement le travail des élèves, sans leur laisser voir cette activité de contrôle. Cette surveillance en «trompe-l'œil» lui évite les conflits car il sait que ces élèves perçoivent une surveillance trop étroite comme policière et répressive.

Discussion

Cette étude met en évidence la spécificité des compétences de gestion de classe des professeurs d'EPS dans le contexte spécifique de l'enseignement de gymnastique par ateliers, à des élèves difficiles d'un collège Ambition réussite en France. Elle met à jour une dimension essentielle de l'expertise des enseignants: l'usage des objets gymniques pour gérer l'ordre, la discipline et l'investissement des élèves dans la classe. Les observations relevées ont montré que les objets gymniques offrent, parallèlement à leur fonction d'ap-

EG 3: Ce tapis, il n'a rien à faire là, ils jouent avec alors je l'enlève et le plan incliné je le repositionne...

CH: Ça a une importance particulière pour toi, l'organisation matérielle?

EG 3: Ça donne un cadre... ça va cadrer leur comportement, le matériel va leur permettre de savoir ce qu'ils doivent faire... Là par rapport au tapis rouge, ils savent qu'ils doivent passer les bras derrière pour aller chercher le plus loin possible.

EG 2: Je vais voir de temps en temps ce que les élèves ont noté sur leur fiche, ça me donne une idée de ce qu'ils ont fait et aussi de là où ils en sont; c'est un bon indicateur, ça me permet de me rendre compte tout de suite.

EG 1: Avec ce public, si tu es hyper rigide là-dessus, que tu te postes là devant eux et que tu les surveilles, ils vont faire: un passage, deux passages, puis ils vont te dire «ah, M'sieur, c'est barbant, je veux plus rien faire». (...) Des fois aussi, je me mets en retrait pour me faire oublier, car s'ils sentent que tu es tout le temps à les fliquer, ils se mettent à l'écart et c'est fini.

du matériel, et la supervision des traces écrites sur les fiches, il parvient à maintenir une surveillance étroite

de la classe sans donner l'impression aux élèves d'une attitude répressive.

En conclusion, les objets participent à la construction de l'activité collective de travail dans la classe: ils permettent à l'enseignant d'exercer conjointement, avec économie, la gestion de la classe et l'instruction (Doyle, 1977). L'instauration d'une activité collective de travail dans une classe d'EPS est donc supportée par l'organisation spatiale et matérielle dans laquelle les élèves travaillent. En tant qu'artefact (Hutchins, 1995), et par son interface (emplacement des ateliers et des objets), elle aide l'enseignant à reconnaître rapidement les déviations des élèves et elle allège le coût cognitif de sa surveillance de l'environnement. La conception des dispositifs matériels et leur utilisation à des fins de gestion et d'instruction est donc une dimension de l'expertise des enseignants d'EPS.

- R. Amigues & M. Kherroubi (dir.). (2003). Les pratiques de la classe en «milieux difficiles». *Recherche et Formation*, 44, 5-10.
- F. Carraud (2006). Apprendre et enseigner en ZEP. In Centre Alain Savary, *Apprendre et enseigner en «milieux difficiles»* (pp. 31-43). Paris: INRP.
- W. Doyle (1977). Learning the classroom environment: An ecological analysis. *Journal of Teacher Education*, 1977, 28, 51-55.
- N. Gal-Petitfaux et O. Vors (sous presse). Socialiser et transmettre des savoirs en classe d'Education physique: une synergie possible au prix d'une autorité pédagogique conciliante. *Education et Francophonie*.
- E. Hutchins (1995). *Cognition in the wild*. Cambridge, MA: MIT Press.
- B. Monfroy (2002). La définition des élèves en difficulté en ZEP: le discours des enseignants de l'école primaire. *Revue française de pédagogie*, 140, 33-40.
- L. Suchman (1987). *Plans and situated actions: The problem of human-machine communication*. Cambridge, England: CUP.
- J. Theureau (2006). *Le cours d'action. Méthode développée*. Toulouse: Octarès.
- D. Thin (2002). L'autorité pédagogique en question. Le cas des collèges de quartiers populaires, *Revue française de Pédagogie*, 139, p. 21-30.

Le tableau noir est-il si désuet?

La présence du tableau noir semble aller de soi dans la classe. Tout au plus en parle-t-on quand il s'agit de l'abandonner au profit du tableau blanc, supposé beaucoup plus performant... et moins salissant! Nous souhaitons toutefois montrer qu'il peut occuper un rôle pédagogique central si on est attentif à la manière de l'utiliser.

Les études TIMSS Video – qui consistent à comparer des leçons de mathématiques telles qu'elles sont données dans plusieurs pays – mettent en évidence que la manière d'utiliser le tableau noir (au Japon) ou le rétroprojecteur (aux USA) est corrélée avec des résultats frappants: les leçons au Japon visent à presque 75% la compréhension et le développement des concepts, alors qu'aux USA ce même pourcentage de leçons visent l'exécution de procédures et ne font que mentionner des concepts. De plus, les premières sont beaucoup plus cohérentes et moins souvent interrompues que les secondes (Stigler & Hiebert, 1998). L'usage du tableau semble donc un bon révélateur des pratiques pédagogiques.

Plusieurs façons d'utiliser le tableau noir

Certaines manières d'utiliser le tableau noir passent presque inaperçues, tant elles sont généralisées. La lecture d'un texte écrit au tableau, effectuée à tour de rôle par les élèves, est une forme scolaire usuelle liée à

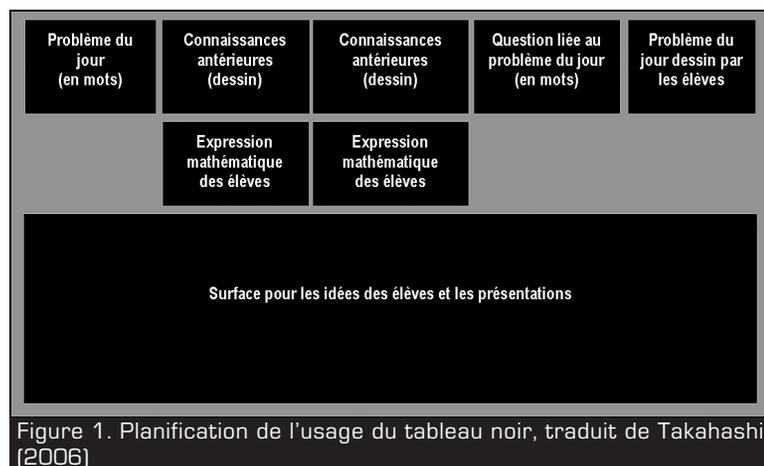
l'apprentissage de la lecture. La correction des exercices en mathématiques l'est vraisemblablement tout autant. De même, les élèves sont habitués à recopier ce qui se trouve au tableau.

L'usage du tableau noir peut viser prioritairement la gestion de la classe. La copie d'un texte écrit par l'enseignant au début de la classe est une stratégie à laquelle recourent certains jeunes enseignants pour faire face à des classes particulièrement difficiles, notamment pour stabiliser l'entrée en classe. Cette manière de faire est en effet plus efficace que d'attendre ou de réclamer le silence dans des classes de ZEP (zone d'éducation prioritaire) (Ria, 2008). La forme scolaire évoquée ci-dessus à propos de l'apprentissage de la lecture est également un moyen utilisé par les enseignants pour maintenir les élèves en activité... même si cette dernière favorise également des activités annexes parce que l'ordre de passage est relativement prévisible par les élèves (Veyrunes, soumis). De leur côté, Robert et Vanderouck (2003) mettent en évidence que dans des classes à niveaux multiples, le tableau est subdivisé de manière à ce que chaque niveau ait son tableau noir.

Certains usages, peut-être moins connus, ont pour but de rendre plus efficace la gestion de la matière. Robert et Vanderouck (2003) soulignent qu'à côté du tableau comme «lieu de savoir» qui donne à voir un produit fini, élaboré par l'enseignant avec le concours plus ou moins important des élèves, le tableau noir peut être utilisé comme un «lieu de travail» pour les élèves, qui donne à voir un «brouillon public» évalué ensuite par l'enseignant. Cette manière de faire n'est pas spécifique aux mathématiques puisqu'elle est également suggérée par Dobbs (1997) pour l'enseignement des langues secondes. Cette auteure présente son expérience où le tableau noir est utilisé comme un espace public d'écriture, qui permet à différents groupes d'étudiants de travailler simultanément. Pour les élèves, cette manière de faire facilite la comparaison, les commentaires et les questions réciproques. Ce faisant, elle évite que des élèves se retrouvent totalement bloqués. Elle favorise également les activités de révision/édition en direct plutôt qu'en différé, en même temps que celles de production, et donc souligne l'interdépendance de ces activités. Pour les enseignants, cette mise en visibilité du travail des élèves via une écriture publique au tableau noir leur permet de mieux identifier les difficultés rencontrées par les élèves et la manière dont ils pensent.

Le bansho: un usage très structuré du tableau noir

Cet usage sous forme de «brouillon public» a été particulièrement développé au Japon sous le nom de *bansho* qui renvoie à un usage très précis du tableau noir (Takahashi, 2006; Yoshida, 2002). Ces auteurs montrent que les enseignants japonais planifient très rigoureusement l'usage de ce support. Le tableau noir 1. est un enregistrement fidèle de la leçon sans que



rien ne soit effacé, 2. permet aux élèves de savoir quoi faire durant la leçon, 3. met en évidence les connexions entre les différentes parties de la leçon et montrer la progression de la leçon, 4. permet la discussion par contraste des idées des élèves, 5. facilite l'organisation de la pensée des élèves en facilitant la catégorisation, 6. modèle la prise de note en montrant une organisation logique.

Cette codification très rigoureuse de l'usage du tableau noir peut paraître surprenante. Elle l'est moins quand on comprend la manière d'enseigner les mathématiques adoptée dans ce pays. Les études TIMSS Video montrent que pour un enseignant japonais, l'enseignement des mathématiques consiste avant tout à aider les élèves à construire une relation entre des concepts, des faits et des procédures, et non à rechercher le seul usage efficace des procédures comme aux États-Unis (Stigler & Hiebert, 1998). L'usage du tableau noir s'inscrit alors dans un plan de leçon très cohérent. Les enseignants japonais demandent d'abord à leurs élèves de résoudre des problèmes mathématiques, de manière individuelle avec leurs propres moyens, puis de participer à des discussions sur la manière de les résoudre afin de construire des connexions entre les méthodes de résolution et les problèmes. Pour eux, il est utile d'examiner tant les stratégies que les erreurs dans une discussion des différentes méthodes présentées par les élèves au tableau noir. Ce dernier rend visible les buts de la leçon ainsi que les connaissances antérieures et fonctionne comme un enregistrement visuel des différentes démarches mises en œuvre par les élèves. Il permet ainsi de revenir sur des événements passés et de faire des liens entre les différentes parties de la leçon de manière à mettre en évidence ces relations entre les faits, concepts et procédures. Il est alors peu étonnant que le tableau noir recouvre la presque totalité d'un mur de la classe et que son usage soit rigoureusement planifié comme le montre la figure ci-dessous.

Cette conception de l'apprentissage des mathématiques explique pourquoi les enseignants japonais préfèrent le tableau noir au projecteur vidéo: les contraintes techniques liées à ce dernier ne permettent pas de rendre visible, d'un seul coup d'œil, l'ensemble du processus de la leçon afin de comparer ce qui a été fait et de le mettre en regard des objectifs ou des concepts. Le projecteur vidéo², utilisé aux États-Unis – et de plus en plus souvent visible dans nos classes, notamment au gymnase – est quant à lui adapté à un enseignement qui vise presque exclusivement l'acquisition de procédures au travers d'exercices successifs, après avoir présenté le contenu de la leçon (Stigler & Hiebert, 1998).

Des gestes pédagogiques plutôt que technologiques

Au moment où le remplacement du tableau noir par le tableau blanc semble aller de soi ou ne se réduit qu'à une question de moyens financiers, il est important de

bien comprendre comment le tableau noir permet de structurer les interactions en classe.

Si l'enjeu scolaire consiste à favoriser la compréhension et non la simple transmission d'informations, il nous semble que certains paramètres doivent retenir notre attention. Premièrement, il faut bien saisir comment fonctionne **la complémentarité entre l'oral et l'écrit dans la classe**. Comme le montrent certaines recherches (Nonnon, 2000; Robert & Vandebrouck, 2003), l'écriture au tableau noir 1. permet de ponctuer l'activité, 2. est plus facile à réviser que la parole (elle permet donc la confrontation ou la prise de conscience), 3. gomme les ambiguïtés du langage oral et soulève de ce fait des questions intéressantes induites par une réorganisation de l'écrit et une mise en évidence des distinctions et des regroupements, bref, en contraignant à une catégorisation plus rigoureuse des éléments traités (concepts, procédures, réflexions...). En effet, l'écrit – notamment la transcription effectuée par l'enseignant de ce que dit l'élève – peut «imposer» une distinction là où l'élève voit les choses de manière plus nuancée ou mettre en lumière une organisation insuffisante de ce qui a été dit. L'élève est alors obligé de compléter ce qui n'est pas (encore) transcrit dans l'écrit et ainsi doit préciser sa pensée ou la manière de l'exprimer. Pour que cette complémentarité fonctionne, l'écriture doit pouvoir s'adapter aux mouvements de l'argumentation. Or certains moyens techniques – notamment les PowerPoint – ne favorisent pas ce travail interactif entre l'oral et l'écrit.

Deuxièmement, il faut comprendre la **complémentarité qui existe entre la nature de l'enseignement et l'usage du tableau noir**. Et ce que nous avons montré n'est vraisemblablement pas propre aux mathématiques. À titre d'exemple, la rédaction d'un paragraphe introductif en français peut certainement être travaillée au tableau noir de manière à rendre visible les différentes stratégies des élèves, à expliciter les processus de production d'un texte, voire à contraster les contraintes liées aux différents genres de textes. L'enjeu est une nouvelle fois de pouvoir comparer des productions d'élèves et de les mettre en regard d'éléments théoriques. Ceci est toutefois plus facilement réalisable avec certains moyens techniques qu'avec d'autres. Un grand tableau noir permet la présentation côte à côte de certaines parties de la leçon afin de les comparer.

Il nous semble donc important de réaliser que l'usage du tableau noir s'inscrit dans un système complexe reliant la nature de ce qu'il y a à apprendre, les habitudes de travail que les élèves ont construites durant leur scolarité et les gestes que les enseignants ont élaborés pour à la fois tenir la classe et favoriser la construction des apprentissages. Le tableau noir, objet a priori désuet, permet de stabiliser, et donc rendre possible, une forme d'enseignement (Veyrunes, soumis) particulièrement intéressante dans la mesure où

© Philippe Martin



Le tableau noir peut faciliter la structure et l'intégration des apprentissages. Son remplacement est susceptible de perturber tout un équilibre

Quelques suggestions pour un usage réfléchi du tableau noir

Au sein de notre culture scolaire, un des enjeux consiste à aider les élèves à construire des compétences, ce qui passe notamment par l'apprentissage de stratégies (démarches de résolution de problèmes, stratégies pour rédiger un texte...). Dans cette perspective, nous suggérons à l'enseignant de planifier l'usage du tableau noir en se donnant pour contrainte de **ne rien effacer durant toute la leçon**. Ceci permet 1. de rendre visible sa manière de s'y prendre, y compris ses hésitations, donc d'accéder à ses stratégies, 2. d'éviter d'utiliser le tableau comme seul « bloc-notes » qui ne fait que ponctuer certaines phases collectives de la leçon et ne permet pas de rendre visible le processus d'apprentissage ou d'utilisation des connaissances. Cette manière de travailler avec les élèves impliquera une période d'appropriation et n'est possible que si une cohérence peut être progressivement construite entre les objectifs d'apprentissage, la forme scolaire privilégiée dans la classe et l'usage, planifié, du tableau noir.

Plus modestement, avant d'adopter le PowerPoint comme outil, il convient de réfléchir à la nature des gestes pédagogiques qu'il permet effectivement. Si l'enjeu est de **pouvoir signifier des distinctions et de comparer des méthodes, il vaudra peut-être mieux en rester au tableau noir...** ou maîtriser de manière subtile l'usage des TICE! Le tableau blanc interactif peut y contribuer.

Le **«brouillon public»**, effectué au tableau noir, peut être un bon moyen – pour l'enseignant – de réguler son activité d'enseignement et de rendre visible le travail des élèves.

elle facilite la structuration et l'intégration des apprentissages. Stigler et Hiebert (1998) soulignent également l'intrication qui existe entre l'usage du tableau noir et les pratiques enseignantes. Ils restent très dubitatifs face aux réformes éducatives qui ne prennent pas en compte ces équilibres. Or, le remplacement du tableau noir, si anodin à première vue, est susceptible de perturber tout un équilibre, voire d'induire ou de favoriser de manière sournoise certaines conceptions et pratiques de l'enseignement qui ne sont pas nécessairement efficaces.

¹ Si ces résultats montrent que les supports utilisés dans ces pays sont différents – tableau noir, rétroprojecteur ou tableau blanc – nous utilisons dans cet article de manière générique le terme «tableau noir» pour souligner que l'essentiel de notre réflexion n'est pas lié à la technologie, mais porte sur la manière d'utiliser ce type d'objet dans les pratiques enseignantes.

² Le rétroprojecteur, utilisé de plus en plus souvent à l'école primaire, impose aussi des contraintes techniques qui le place à mi-chemin entre le tableau noir et le projecteur vidéo.

J. Dobbs (1997). The Blackboard as an Active/Interactive Language Teaching Tool. *College ESL*, 7 (2), 39-52.

E. Nonnon (2000). Le tableau noir de l'enseignant, entre écrit et oral. *Repères*, 22, 83-119.

L. Ria (2008, 19-21 novembre). *L'efficacité professionnelle en milieu difficile au cœur des enjeux de la formation initiale des enseignants du second degré en France*. Équité & Efficacité en Education. Colloque international de Rennes, Rennes.

A. Robert & R. Vandebrouck (2003). Des utilisations du tableau par des professeurs de mathématiques en classe de seconde. *Recherches en didactique des mathématiques*, 23 (3), 389-424.

J. Stigler & J. Hiebert (1998). Teaching Is a Cultural Activity. *American Educator*, 22 (4), 4-11.

A. Takahashi (2006, January 15th - 20th). *Characteristics of Japanese mathematics lessons*. APEC-Tsukuba International Conference, Tokyo.

P. Veyrunes (soumis). Les objets à l'école primaire dans l'activité individuelle et collective: l'exemple du «tableau noir». In D. Adé & I. de Saint Georges (Eds.), *Les objets dans la formation et l'apprentissage*. Toulouse: Octarès.

M. Yoshida (2002, November 20-22). *Developing Effective Use of the Blackboard through Lesson Study*. Lesson Study Conference 2002 – Lesson Study: Collaborative Teacher-Led Professional Development Focused on Student Thinking, Stamford.

Penser la gestion didactique des artefacts pour faire et faire faire des mathématiques

Intégrer l'usage d'une calculatrice dans la classe est un processus complexe. Au travers de cet exemple, cet article présente la genèse d'une approche théorique, depuis une réflexion sur la gestion didactique des artefacts dans la classe jusqu'à l'étude des éléments organisateurs de l'activité de l'enseignant qui pilotent la mise en œuvre de ses différentes ressources.

Cet article retrace l'histoire d'un cheminement intellectuel.

Le fait que les artefacts ont un impact fort sur la cognition humaine (Norman 1993) est largement reconnu dans les communautés qui s'intéressent aux questions d'enseignement et d'apprentissage. La gestion didactique des artefacts est cependant longtemps restée un point aveugle dans les recherches sur l'enseignement, en particulier des mathématiques. C'est l'importation des calculatrices dans les classes par les élèves, avec la petitesse des écrans et des claviers compromettant le suivi par le maître des gestes de leurs utilisateurs, qui a rendu indispensable une réflexion sur leur intégration. Dans la dynamique de cette réflexion, de nouvelles approches, pratiques et théoriques (Trouche 2007) ont émergé. Nous donnons ici notre vision des principales étapes de cette genèse.

1. Penser l'agencement des artefacts dans l'espace de la classe

Une triple nécessité (*suivre* pour l'enseignant ce que font les élèves sur leurs petites machines, le *rendre visible* pour la classe et pouvoir *influencer* sur cette activité instrumentée) a abouti à la proposition de nouvelles configurations de l'espace de la classe. La configuration dite de *l'élève sherpa*, par exemple, bouleverse l'organisation traditionnelle de la classe: ce n'est plus l'enseignant qui est le seul maître de l'espace commun; ce que fait l'élève sherpa sur sa calculatrice (figure 1), qui est rétroprojetée sur un écran, y participe aussi.

La mise en œuvre de cette configuration, dans de nombreux contextes, met en évidence la grande variété de ses *modes d'exploitation*: le choix de l'élève sherpa («fort» ou «faible» en mathématiques, habile ou non avec la calculatrice) comme le type de conduite que l'enseignant adopte à son égard (suivre et commenter

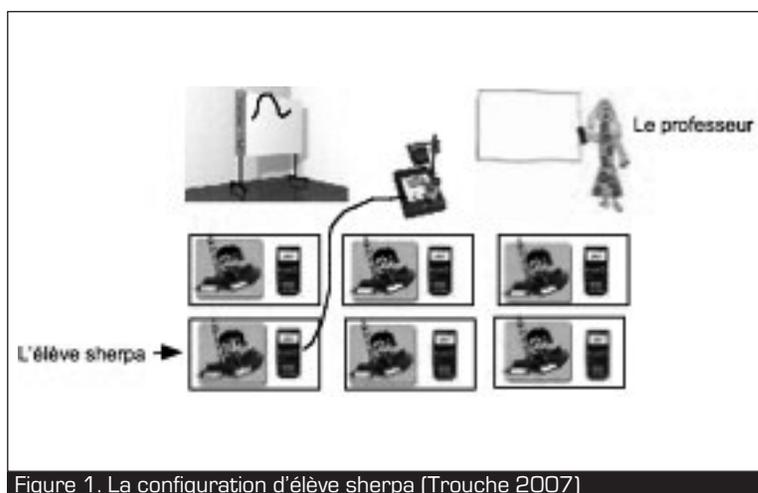


Figure 1. La configuration d'élève sherpa (Trouche 2007)

les techniques que le sherpa met en œuvre, ou lui dicter les commandes à réaliser), peuvent modifier profondément les effets didactiques de cette configuration. Réflexion sur les configurations et réflexion sur leurs modes d'exploitation apparaissent dès lors liées, avec une diversité d'applications rendue possible par l'évolution des environnements: calculatrices en réseau, espaces web, clés USB donnent de nouvelles possibilités pour l'échange de fichiers entre élèves et professeurs, pour la préparation du cours, ou la collecte de narrations de recherche (Sauter et al. 2008).

2. De l'agencement des artefacts à l'orchestration des situations mathématiques

Le choix d'une configuration donnée répond à des objectifs généraux de l'enseignant (par exemple, pour la configuration de l'élève sherpa, la socialisation par-

tielle des processus d'appropriation des calculatrices), mais il doit nécessairement être pensé en relation avec le type de situation mathématique que l'enseignant veut traiter. C'est cette nécessité qui a suscité l'émergence du concept d'*orchestration instrumentale* (Trouche, ibidem). Une orchestration instrumentale, c'est l'organisation systématique des artefacts disponibles dans un environnement donné, pour la mise en œuvre d'une activité mathématique donnée. Une activité mathématique peut passer par plusieurs phases: découverte du problème, recherche individuelle, travail en groupe, mise en commun, retour réflexif sur l'activité... Définir une orchestration suppose ainsi de penser plusieurs configurations et plusieurs modes d'exploitations, ajustés à ces différentes phases.

3. Concevoir dans un même mouvement la musique et la contribution des instruments

Cette première vision des orchestrations, séparant, d'un côté, la gestion des phases des situations et, de l'autre côté, la gestion didactique des artefacts, comme une mise en musique d'une partition déjà écrite, est certainement incomplète, comme le souligne Kieran (2008). Je définirai aujourd'hui une orchestration instrumentale comme une *explicitation d'un projet didactique* dans un environnement technologique donné (figure 2). Pour mettre en œuvre une situation mathématique, l'enseignant construit un projet didactique, il pense l'intégration des artefacts dans un *continuum*: dès la conception du problème mathématique, jusqu'aux solutions possibles, aux apprentissages mathématiques qu'elles supposent et aux techniques qu'elles sollicitent; c'est dans ce mouvement que les configurations et leurs modes d'exploitations sont envisagés.

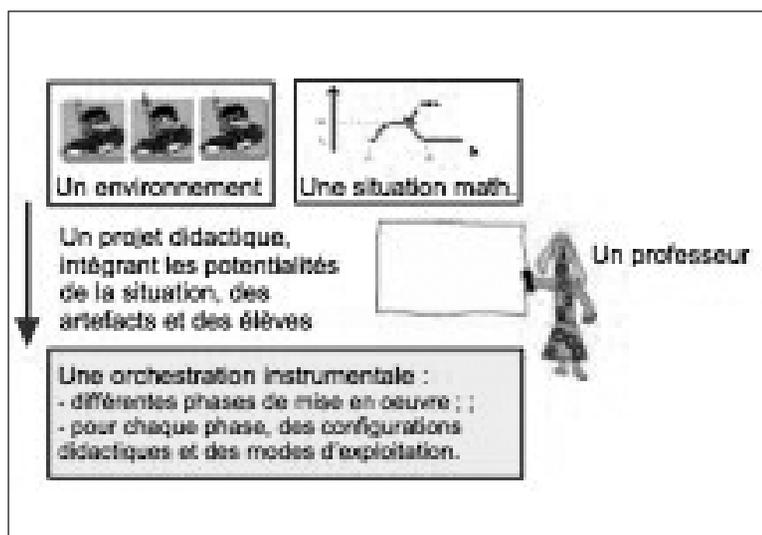


Figure 2. Une orchestration instrumentale, explicitation d'un projet didactique

4. Conception et mise en œuvre des orchestrations, différents états de développement

La conception et la mise en œuvre des orchestrations peuvent être abordées selon deux points de vue. Si on adopte le premier, celui de la littérature de recherche, on trouve fort peu d'exemples d'orchestration, comme le notent Drijvers et al. (soumis). Tout au plus peut-on en trouver quelques éléments descriptifs (par exemple dans Hivon et al. 2007). Cela amène sans doute à préciser la fonctionnalité de ce concept. Les orchestrations instrumentales doivent, selon moi, être pensées comme un outil du chercheur, de l'ingénieur didactique (qui conçoit des situations d'enseignement) ou du formateur: penser les orchestrations pousse alors à penser la contribution des artefacts à tous les niveaux de la situation d'apprentissage. On peut aussi, comme le suggèrent Drijvers et al. (ibidem), étendre le concept d'orchestration en considérant non seulement le niveau de projet, mais aussi le niveau de *mise en œuvre*: on aurait alors au-delà des configurations et des modes d'exploitations possibles, un niveau de mise en actes, dans lequel interviennent nécessairement les *ajustements* continus de l'enseignant, les interactions des élèves, les accidents didactiques, etc. Si on adopte le deuxième point de vue, celui du travail de l'enseignant, on peut repérer, dans son projet de séance de classe, des germes d'orchestration instrumentale (par exemple «faire travailler pendant 10 mn les élèves par deux avec leurs calculatrices, puis discuter collectivement les résultats») dans lesquels les configurations sont décrites sommairement, et en général ne sont pas mises en relation avec les variables de la situation d'enseignement. De nombreuses études (par exemple Guin et Trouche 2008) ont montré l'intérêt, en formation, d'un travail sur ces germes, appelés *scénarios*, ou *synopsis*: le travail collaboratif, au sein de groupes de formation, pousse à l'explicitation de ces scénarios; leur mise en œuvre, puis la réflexion individuelle et commune (figure 3) permettent un enrichissement didactique de ces scénarios, tendant vers des orchestrations instrumentales.

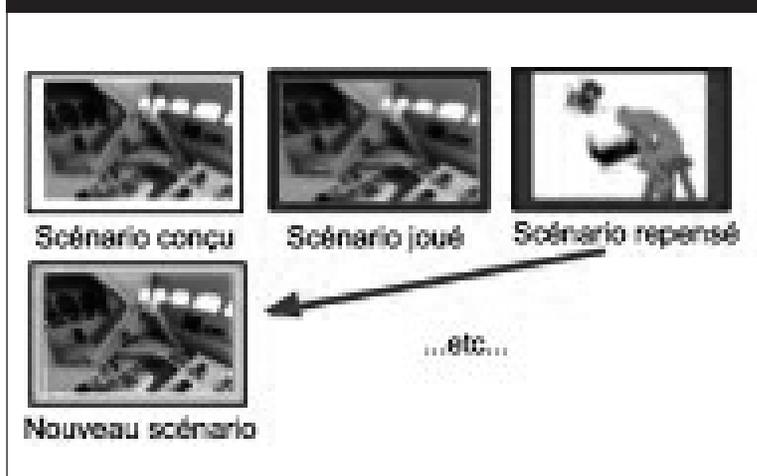
Cet enrichissement n'est pas un processus naturel. Guin et Trouche (ibidem) mettent en évidence l'intérêt d'*assistants méthodologiques* pour accompagner l'évolution des scénarios. Ces assistants sont de différentes natures: ils peuvent être des propositions de *parcours* pour la conception de ressources (explorer des ressources existantes, définir ses objectifs, mettre en œuvre, réfléchir sur les effets obtenus, échanger avec d'autres, réviser) ou des *outils spécifiques* attachés à chaque ressource. Parmi ces outils, le CV (curriculum vitae) d'une ressource apparaît particulièrement utile: il manifeste le caractère vivant d'une ressource, il garde la mémoire de ses évolutions successives, il permet à chaque nouvel utilisateur d'y laisser sa trace. Cette trace est décisive, tant il est vrai que pour faire sien un scénario... il faut y mettre du sien.

5. Des orchestrations à leurs éléments organisateurs: la notion de document

Cette vision des scénarios évolutifs pousse à considérer le travail de l'enseignant dans sa globalité et son mouvement. Un enseignant dispose d'un ensemble de *ressources*, qui s'enrichit au cours du temps: un répertoire de situations mathématiques, d'artefacts, de configurations, de modes d'exploitation, de gestes professionnels. Pour répondre à une nécessité professionnelle (par exemple: introduire le théorème de Pythagore à un niveau scolaire donné), il va puiser dans ce répertoire, structurer un ensemble de ressources qu'il va exploiter dans la classe. Ce type de tâche, il va être amené à le réaliser une fois, deux fois, de nombreuses fois, dans des contextes variés. Ce qui est donné à voir à un observateur, dans la classe de cet enseignant, c'est une situation mathématique, des éléments d'orchestration de cette situation et de mise en œuvre de cette orchestration (pour un ensemble d'élèves-musiciens et d'instruments mathématiques donnés). Ce qui est en jeu, c'est beaucoup plus, ce sont des éléments organisateurs de l'activité de l'enseignant, ce que Vergnaud (1996), après Piaget, appelle un *schème*. Au cœur d'un schème, se trouvent des *invariants opératoires* qui ont été forgés au cours de l'activité de l'enseignant aux prises avec ce type de tâches (par exemple, pour l'introduction du théorème de Pythagore: «Le théorème de Pythagore doit être introduit en relation avec les calculs d'aires», ou «l'introduction d'un théorème de géométrie doit être précédée d'une manipulation de figures animées», etc.). C'est pour prendre en compte cette complexité qu'a été introduite (Gueudet et Trouche, à paraître) la distinction entre *ressources* et *document*: un document (par exemple un document pour introduire le théorème de Pythagore...) est une entité mixte, composée d'un ensemble de ressources mobilisables par l'enseignant, et d'un schème qui pilote leur mise en œuvre. Suivant les circonstances, ce schème pourra donner matière à des scénarios différents, mais ce sont les mêmes invariants opératoires qui guident la conception des scénarios et leur mise en acte. Un document est donc une construction personnelle, résultat d'une genèse, fruit d'une dialectique entre un enseignant et ses ressources (l'enseignant modifie les ressources qu'il peut mobiliser, ses ressources en retour contribuent à l'évolution des pratiques et des conceptions de l'enseignant), cf. figure 4.

Cette conception du travail de l'enseignant est sans doute essentielle pour comprendre le caractère résistant de certaines pratiques: le développement des invariants opératoires est un long processus, en relation avec le développement professionnel des enseignants, leurs conceptions des mathématiques et de leur apprentissage. Toute formation, qui a pour projet naturel l'évolution des pratiques, doit sans doute articuler la stimulation de la réflexion des enseignants sur leurs propres scénarios et la proposition d'orchestrations instrumentales produites par la recherche.

Figure 3. Des scénarios évoluant, au fil des mises en œuvre et de la réflexion individuelle ou collective



6. Une perspective holistique du travail et du développement des enseignants

Pour en arriver à la dernière étape de cette histoire, il faudrait donner une vision plus globale de cette approche documentaire, de deux points de vue:

- plus globale pour un enseignant donné: au cours de son travail, il conçoit un ensemble de documents, en relation avec différents types de situations. Ces documents ne sont pas isolés, ils partagent souvent des invariants opératoires communs, ils sont articulés comme sont articulés les différents types de tâches auxquelles fait face un enseignant. En ce sens, on peut parler de *système documentaire*, dont il faudrait élucider la structure;
- plus globale du point de vue des collectifs dans lesquels un enseignant est inséré. Un enseignant ne travaille jamais seul, il développe ses documents en interaction avec ses élèves, avec des collègues, il recueille des ressources via Internet, il participe à différentes institutions ou associations. De ces insertions sociales, ses documents portent la marque.

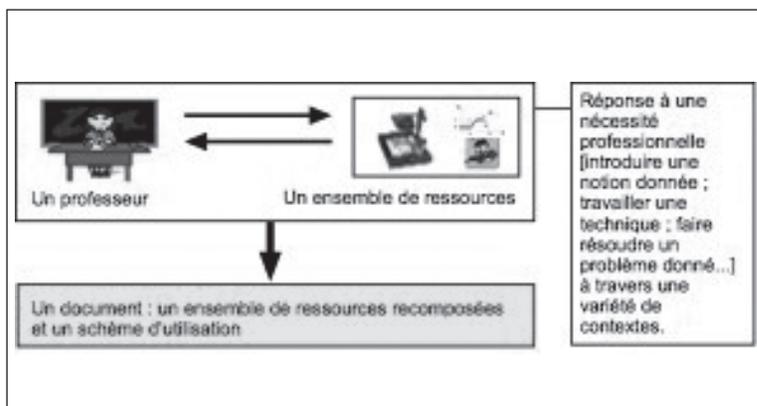


Figure 4. Genèse d'un document, au fil des usages d'un ensemble de ressources, pour un type de tâche donné



Pistes pour l'action

– Penser l'usage didactique des artefacts devrait permettre à l'enseignant d'anticiper la contribution des artefacts à la réalisation des activités proposées, d'anticiper les utilisations possibles des élèves, de concevoir des configurations qui permettent de mettre en vue, quand c'est pertinent, le travail instrumenté des élèves: il s'agit à la fois pour l'enseignant de comprendre et d'accompagner ce travail, mais aussi de mettre en synergie les travaux des élèves

– Définir une orchestration instrumentale suppose de concevoir plusieurs configurations des artefacts et plusieurs modes d'exploitation, ajustés aux phases successives d'une activité didactique (différentes phases de la résolution d'un problème de mathématique par exemple) et aux objectifs de l'enseignant dans chacune de ces phases (stimuler les démarches d'exploration individuelle, ou la confrontation des idées, ou l'explicitation des preuves, ou un retour réflexif, ou...)

– Un enjeu pour la formation des enseignants est non seulement de proposer des orchestrations instrumentales clés en main, mais aussi de le faire en prenant appui sur les éléments organisateurs de l'activité des enseignants. Les enseignants ont accès, via Internet, à un ensemble de ressources de plus en plus vaste: il est sans doute très important de penser des dispositifs et des assistants méthodologiques pour que les enseignants puissent mutualiser leurs scénarios et concevoir ensemble des ressources plus riches.

Cette perspective holistique sur le travail des enseignants ouvre la voie à de nombreux programmes de recherche, qui ne concernent pas seulement l'enseignement des mathématiques...

¹ Sherpa parce que l'élève en question porte une partie de la charge commune et qu'il sert de médiateur entre les différents protagonistes de la situation.

Merci à Paul Drijvers (Institut Freudenthal, Utrecht), Ghislaine Gueudet (CREAD, Rennes) et Carolyn Kieran (UQAM, Montréal) pour la relecture attentive de cet article, et leurs suggestions pertinentes.

P. Drijvers, M. Doorman, P. Boon et S. van Gisbergen (soumis). Instrumental Orchestration: Theory and Practice, proposition de communication au colloque CERME, Lyon, janvier 2009.

G. Gueudet, L. Trouche (à paraître). Du travail documentaire des enseignants: genèses, collectifs, communautés. Le cas des mathématiques. *Education et didactique*.

D. Guin, L. Trouche (2008). Un assistant méthodologique pour étayer le travail documentaire des professeurs: le cédérom SfoDEM 2008. *Repères-IREM* 72, 5-24. http://educmath.inrp.fr/Educmath/lectures/dossier_mutualisation/

L. Hivon, M. Péan, L. Trouche (2008). D'un réseau de calculatrices à la construction collaborative du savoir dans la classe. *Repères-IREM*, 72 79-102, http://educmath.inrp.fr/Educmath/lectures/dossier_mutualisation/

C. Kieran (2008). Pour les débats de RDM. *Recherches en didactique des mathématiques* 28(1), 107-114.

D. Norman (1993). Les artefacts cognitifs. In B. Conein, N. Dodier, L. Thevenot (dir.), *Les objets dans l'action* (pp. 15-34). Paris: Editions de l'EHESS.

M. Sauter, M.-C. Combes, A. De Crozals, J. Droniou, M. Lacage, H. Saumade, D. Thérêt (2008). Une communauté d'enseignants pour une recherche collaborative de problèmes. *Repères-IREM* 72, 25-45, http://educmath.inrp.fr/Educmath/lectures/dossier_mutualisation/

L. Trouche (2007). Environnements informatisés d'apprentissage: quelle assistance didactique pour la construction des instruments mathématiques? In R. Floris, F. Conne (dir.), *Environnements informatiques, enjeux pour l'enseignement des mathématiques. Intégrer des artefacts complexes, en faire des instruments au service de l'enseignement et de l'apprentissage* (pp. 19-38). Bruxelles: De Boeck.

G. Vergnaud (1996). Au fond de l'apprentissage, la conceptualisation. In R. Noirfalise, M.-J. Perrin (dir.), *Ecole d'été de didactique des mathématiques* (pp. 174-185). Clermont-Ferrand: IREM (Université Clermont-Ferrand 2).

Remerciements et références

Philippe Veyrunes, maître de conférences en sciences de l'éducation
Université de Toulouse; UT2

Des élèves «enquêteurs» pour résoudre des problèmes mathématiques...

Que peut faire l'enseignant?

Comme un ballon incite à la frappe d'un coup de pied, les problèmes incitent les élèves à «faire des opérations» et à rechercher la réponse en conduisant une sorte d'enquête policière. Ainsi ils arrivent parfois à la bonne réponse sans forcément comprendre le problème et apprendre des mathématiques. Et, parfois inconsciemment, l'enseignant leur fournit des indices qui renforcent ce phénomène...

Cet article s'intéresse à un «objet» particulier: les problèmes mathématiques ou «situations problèmes». Ces derniers ne sont généralement pas considérés comme des objets au même titre que les objets matériels tels les ballons ou les percussions. Cependant nos travaux portant sur les problèmes nous amènent à considérer que, comme les objets matériels, ils constituent des «offres d'action» pour les élèves et l'enseignant: comme un ballon incite à la frappe d'un

coup de pied, un journal abandonné sur une table incite à le parcourir, les problèmes incitent les élèves à «faire des opérations» et à chercher la réponse en conduisant une sorte d'enquête policière. Ainsi, selon la manière dont ils sont conçus, ils conduisent les élèves à agir de telle ou telle façon. Mais, en retour, leur conception et les actions des élèves incitent aussi l'enseignant à agir de telle ou telle façon. Partant de ce constat, cet article veut questionner la nature de la tâche proposée aux élèves et les conditions de viabilité d'une situation problème.

La résolution de problèmes, un enjeu important pour l'école

La résolution de problèmes fait partie des activités les plus complexes qu'accomplissent les humains. Elle est ainsi considérée comme l'un des objectifs ultimes des apprentissages scolaires. Aussi les résultats aux tests internationaux sont-ils, dans ce domaine, regardés de façon attentive: les résultats de la France et de la Suisse aux épreuves de «*problem solving*» de Pisa 2003¹ (tests qui comportent des problèmes mathématiques et non mathématiques) sont plutôt au-dessus de la moyenne de l'OCDE. Ces résultats globalement satisfaisants sans doute liés à l'ancienne et forte prescription relative à la résolution de problèmes, tant en France qu'en Suisse. «*La résolution de problèmes joue un rôle essentiel dans l'activité mathématique*», affirment les derniers programmes français de 2008², même si nombreux sont ceux qui contestent leur recentrage sur les «mécanismes» (opérations, tables de multiplications...) au détriment des problèmes. Le PEV (Plan d'étude vaudois) de 2006³ place dans ses finalités et objectifs «*la capacité de modéliser des situations et de résoudre des problèmes*». Il insiste sur la nécessité de conduire les élèves à élaborer des «*stratégies de recherche*». En outre, selon les didacticiens et formateurs, l'enseignant doit rester ouvert, ne pas s'arrêter à la réponse donnée et faire expliciter le cheminement du raisonnement, aider à prendre conscience de l'existence d'autres processus possibles, provoquer des conflits sociocognitifs et cognitifs... Ces nombreuses prescriptions font peser des attentes fortes sur les épaules des enseignants et les préconisations des formateurs leur paraissent difficiles à mettre en œuvre.

Les difficultés liées à la résolution des problèmes

Innombrables sont les recherches portant sur la résolution de problèmes mathématiques qui ont mis en évidence les difficultés de cette activité tant pour les enseignants que pour les élèves. Premièrement, ces recherches ont décrit des difficultés liées à l'insuffisance de la formation mathématique des enseignants du primaire, souvent issus en France des filières littéraires ou de sciences humaines et sociales. Deuxièmement, les situations proposées sont parfois trop complexes pour les élèves et éloignées de leur vie courante, même si elles cherchent à s'y ancrer en utilisant des éléments de la vie quotidienne. Leur présentation sous forme de «texte problème» comportant trop de difficul-

tés de lecture, des formulations inutilement complexes, ajoute à ces difficultés. Les nombres utilisés, souvent trop grands, ne permettent pas toujours l'élaboration de procédures de calcul mental qui favoriseraient la compréhension. Troisièmement, les attentes de l'enseignant ne sont pas toujours claires: attend-il des élèves une procédure de résolution unique et experte? Attend-il la procédure qu'il a lui-même imaginée avant la séance? Accepte-t-il des procédures plus personnelles? Attend-il que les élèves «trouvent la bonne réponse» et considère-t-il que seule sa découverte assure la réussite? Admet-il la validité d'une recherche qui n'a pas totalement abouti? Une réponse comportant une erreur de calcul? Quatrièmement, l'aide à apporter aux élèves lorsqu'ils sont en difficulté constitue une autre difficulté: les problèmes proposés peuvent parfois comporter des aides ou des aménagements. Certains didacticiens proposent de jouer sur la taille des nombres: le même problème posé avec des nombres plus petit peut devenir beaucoup plus facile à résoudre. L'enseignant peut accepter l'usage de la calculatrice pour effectuer des calculs complexes afin de centrer le travail sur la résolution elle-même. Mais lorsque ces procédures échouent, l'enseignant se trouve fort démuni face aux élèves qui ne parviennent pas à «trouver la solution». Parfois n'a-t-il pas d'autres ressources que de guider l'élève vers la solution qu'il attend en lui fournissant des indices supplémentaires. Le risque est alors de «tuer» le problème, en délivrant des indices qui permettent de découvrir la bonne réponse...

L'une des recherches que j'ai réalisée⁴ visait à décrire le plus finement possible ce qu'il se passe dans la classe lors de la résolution d'un problème. Cette recherche a permis de recueillir le «point de vue» des élèves et de l'enseignante sur leur propre activité, dans une classe de dernière année de primaire français (élèves de 11 ans). Ce recueil a été fait à partir d'entretiens dits «d'autoconfrontation» au cours desquels le chercheur montre aux participants l'enregistrement filmé de la séance et leur demande de commenter ce qu'ils font et ce qu'ils se disent à chaque instant. Les verbalisations de ces entretiens sont ensuite analysées de façon à reconstituer l'activité de chacun des participants. On accède ainsi partiellement au cheminement de l'action et de la pensée et on peut expliquer dans une certaine mesure les difficultés et réussites des uns et des autres. Cette recherche a montré comment agissent enseignant et élèves lors de la résolution de difficiles problèmes de proportionnalité. Les élèves utilisaient systématiquement les données fournies par le «texte problème» pour combiner les nombres et essayer les opérations qu'ils connaissaient. Ce tâtonnement n'était pas aléatoire comme on le pense parfois, mais suivait une logique d'enquête: à la manière de policiers enquêteurs, ils prélevaient des indices dans le texte du problème lui-même, dans les propositions de leurs camarades, dans les réponses ou les non-réponses de l'enseignante jusqu'à avancer vers la solution. Ainsi, même lorsque le travail était donné individuellement aux élèves, leur enquête était collective: ils utilisaient les questions posées à voix haute par leurs camarades, leurs proposi-

tions de solution, les réponses de l'enseignante, les aides qu'elle apportait, ses mimiques, ses non-réponses, ses silences, ses intonations, pour dégager des indices et avancer dans leur enquête. Ainsi, avec suffisamment de temps, même les élèves les plus en difficulté éliminaient peu à peu les solutions non pertinentes jusqu'à parvenir à la solution attendue par l'enseignante. Les apprentissages mathématiques réalisés dans de telles conditions sont souvent très limités, mais les enseignants risquent de considérer – à tort – que les élèves ont progressé puisqu'ils sont parvenus à la solution du problème.

On peut tirer plusieurs enseignements de cette étude. Premièrement, les élèves utilisent le problème comme un objet matériel: c'est une «ressource pour agir». Il est porteur de sens pour chaque élève, même pour ceux qui se trouvent en difficulté face à lui. Chacun prélève des indices dans les données numériques, les schémas, etc. Comme dans la célèbre recherche de Stella Barukv sur «l'âge du capitaine», ils utilisent les nombres à disposition et font des opérations. Mais cet usage des nombres obéit à une logique propre à chaque élève. Un élève en difficulté va se souvenir qu'en multipliant la longueur par la largeur d'un rectangle on obtient son aire. Il va effectuer cette opération, même si elle n'est d'aucune utilité dans le calcul de proportionnalité qui lui est demandé. Le deuxième enseignement porte sur la dimension à la fois individuelle et collective de la résolution de problème. Même lorsque l'enseignant souhaite que les élèves cherchent seuls, une activité collective se développe. Les interactions entre enseignant et élèves, même discrètes, et entre les élèves contribuent à permettre une recherche collective qui prend la forme d'une enquête. Le troisième enseignement porte sur les attentes de l'enseignant: il est difficile, surtout lorsque l'on débute dans l'enseignement, d'accepter une certaine prise de risque et de laisser les élèves développer des solutions personnelles parfois très éloignées de celle que l'on a envisagée. L'enseignant a souvent tendance à envisager une seule voie de résolution et de guider les élèves dans cette direction. Il a aussi souvent tendance à considérer que la résolution est réussie seulement lorsque la solution est découverte, ce qui le conduit à privilégier la «bonne réponse» par rapport à toute autre forme de résultat. Le quatrième enseignement porte sur le mode d'interaction dans la classe. Il s'apparente souvent au «cours dialogué», dans lequel l'enseignant pose des questions pour obtenir la participation des élèves et les aider à trouver la solution du problème. Cette forme d'interaction facilite le maintien de l'ordre dans la classe et l'implication des élèves, mais n'aide guère les élèves à apprendre.

Des aides pour agir?

Il y a sans aucun doute un peu d'incohérence à vouloir proposer des pistes d'action sans ajouter à la masse des prescriptions qui existent déjà et après avoir indiqué qu'elles sont difficiles à suivre par les enseignants. Mais nous l'assumons: les praticiens de l'enseignement dont nous avons été pendant longtemps, ont besoin de guides pour agir. Et plutôt que de tomber dans le travers consistant à donner une «bonne méthode» qui, selon

nous, n'existe pas, il nous semble possible de tenter d'indiquer quelques-unes (sans exclusive) des «conditions de viabilité» d'une situation de résolution de problème. Ces conditions sont celles qu'il faudrait réunir pour que la situation offre le plus de possibilités pour les apprentissages des élèves...

Pistes pour agir...

- Proposer des problèmes pouvant être résolus par des procédures diverses, des plus expertes (l'opération arithmétique adaptée, par exemple la division) aux plus personnelles (par exemple, une succession de soustractions à la place de la division).
- Et identifier plusieurs de ces solutions, sachant que les élèves peuvent en inventer que l'enseignant n'aura pas envisagées.
- Adopter une attitude ouverte vis-à-vis des solutions originales proposées par les élèves en évitant de se focaliser sur la solution du problème comme réponse numérique unique, ce qui diminue la possibilité de chercher des indices, sans comprendre.
- Proposer des «situations problèmes non textuels» évitant les difficultés de formulation et donc de lecture et centrant les élèves sur la situation mathématique elle-même. Les situations non numériques ou comportant de petits nombres facilitent également l'implication des élèves les plus en difficulté.
- Mettre en place fréquemment des situations de recherche en groupe ou collectives, sachant que de toute façon les élèves cherchent collectivement.
- Favoriser une régulation des interactions lors de ces travaux de groupes visant à faire expliciter les démarches en sachant que le fait de donner la «bonne réponse» ne garantit pas 1. que l'élève l'a trouvée seul; 2. qu'il a compris la procédure de résolution.
- Enfin, expliciter auprès des élèves les stratégies que ceux-ci utilisent individuellement et collectivement. Le récit de l'expérience de «l'âge du capitaine» les fait toujours rire, mais il peut aussi les aider à prendre conscience de certaines facettes du «métier d'élève» et leur éviter de tomber dans ces travers.

¹ Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE) (2003). *Programme International pour le Suivi des Acquis des élèves (Pisa). Résoudre des problèmes un atout pour réussir*. Consultable sur <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/browseit/9604132E.PDF>

² Ministère de l'Éducation Nationale (2008). *Horaires et programmes d'enseignement de l'école primaire*. Bulletin Officiel Hors série n°3, 19 juin 2008. Consultable sur: <http://www.education.gouv.fr/bo/2008/hs3/default.htm>

³ Direction Générale de l'Enseignement Obligatoire (2008). *Plan d'Études Vaudois*. Consultable sur: <http://www.vd.ch/fr/themes/formation/scolaire-obligatoire/plan-detude-vaudois/>

⁴ P. Veyrunes, A. Durny, E. Flavier, M. Durand (2005). L'articulation de l'activité de l'enseignant et des élèves pour résoudre un problème de mathématiques à l'école primaire: une étude de cas. *Revue des Sciences de l'Éducation du Canada*, 31-2, 471-489. Consultable sur: <http://id.erudit.org/iderudit/012765ar>

⁵ S. Baruk (1998). *L'âge du capitaine. De l'erreur en mathématiques*. Paris: Seuil.