

EDITORIAL

Annick Fagnant

**Unité d'analyse des Systèmes et Pratiques d'enseignement (aSPe)
Université de Liège**

Ce numéro des « Cahiers » s'articule autour de deux thématiques souvent perçues comme complémentaires : la première permettra au lecteur de se plonger dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques, du maternel au secondaire, et la seconde le conduira à faire une incursion dans le vaste domaine des sciences.

Les mathématiques et les sciences sont au cœur de l'actualité, tant au niveau de la recherche internationale qu'à l'échelle nationale ou de la Communauté française. La réédition récente d'un ouvrage publié conjointement par des chercheurs francophones et flamands¹ n'est qu'un signe parmi d'autres de l'intérêt porté aux mathématiques par les chercheurs belges. La préface de cet ouvrage, rédigée par Michel Fayol, montre clairement l'intérêt qu'il convient de porter conjointement aux disciplines scientifiques et mathématiques et les difficultés que leur apprentissage engendre trop souvent. Je reprendrai ici un extrait de cette préface :

Nos sociétés technologiques sont confrontées à un problème extrêmement délicat : d'une part, le développement des technologies nécessite la formation et l'emploi d'un nombre croissant de techniciens, d'ingénieurs et de chercheurs dans le domaine des mathématiques et des sciences et, d'autre part, toutes les enquêtes internationales mettent en évidence une désaffection généralisée des jeunes générations pour cet enseignement scientifique ou pour les enseignements associés. De plus, les comparaisons internationales font apparaître des niveaux de performance relativement modestes en sciences et en mathématiques dans les pays de langue latine (Fayol, 2005, p.5).

¹ Crahay, M., Verschaffel, L., De Corte, E. & Grégoire, J. (1^{re} édition 2005, réédition 2008) (Eds.). *Enseignement et apprentissage des mathématiques : Que disent les recherches psychopédagogiques ?* Bruxelles : De Boeck.

En tant que simple observateur du monde qui nous entoure, on ne peut qu'être en accord avec cette position concernant l'évolution de la société. En tant que chercheur, on reconnaîtra l'importance des évaluations externes pour apporter un éclairage essentiel à cette problématique. En ce qui concerne les évaluations internationales, un numéro précédent des Cahiers (19-20, 2004) avait été consacré à PISA 2003, centré majoritairement sur les mathématiques, et le prochain numéro (29-30, 2008) sera consacré à PISA 2006, opération pour laquelle les sciences constituent le domaine majeur. Les évaluations externes non-certificatives organisées en Communauté française ne sont pas non plus en reste par rapport à ces thématiques puisque les mathématiques ont été au cœur du dispositif de 2007-2008 et que les sciences doivent faire l'objet de la prochaine opération.

Si ces éclairages sont essentiels, ils n'en sont pas pour autant auto-suffisants, loin s'en faut ! Un peu dans la lignée de l'ouvrage susmentionné, le présent numéro des « Cahiers » s'interroge sur l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques (et des sciences) et offre quelques aperçus de ce que nous disent les recherches en ce domaine.

Cinq contributions portent sur les mathématiques et trois s'intéressent plus spécifiquement aux sciences.

L'article co-rédigé par Annick FAGNANT et Geneviève HINDRYCKX s'intéresse aux difficultés rencontrées par les jeunes élèves avec les premières symbolisations formelles utilisées pour représenter les additions et les soustractions. Les symboles mathématiques sont souvent introduits de façon *top-down* aux élèves : on leur montre les symboles et ce qu'ils représentent et on les invite à les utiliser dans diverses situations. Les démarches et symbolisations informelles des jeunes élèves sont généralement trop peu prises en compte dans l'enseignement. Le manque de liens entre la façon spontanée dont ils abordent les mathématiques et les mathématiques formelles qu'on veut leur enseigner risque de conduire trop vite les élèves à penser que les mathématiques sont (trop) complexes, (trop) abstraites et se limitent à l'application de règles et de procédures qui n'ont pas (beaucoup) de sens.

Les articles d'Isabelle DEMONTY et de Joëlle VLASSIS se situent à mi-chemin entre une analyse empirique des difficultés rencontrées par les élèves dans l'apprentissage des mathématiques et une approche interventionniste se situant du côté de l'enseignement de cette discipline.

Isabelle DEMONTY s'intéresse aux difficultés rencontrées par des étudiants de début d'enseignement secondaire (étudiants qualifiés de « débutants en algèbre ») pour résoudre des problèmes arithmétiques complexes. Elle développe une technique d'entretien dans laquelle la chercheuse qui mène l'entretien joue un rôle de médiateur pour aider les élèves à surmonter une tâche qui se situe dans leur zone proximale de développement. Plus précisément, les élèves sont invités à travailler par paires et à résoudre ensemble un problème qu'aucun des deux n'était parvenu à résoudre seul. La chercheuse se met dans la peau d'un enseignant qui interagit avec les élèves, et c'est précisément l'analyse du rôle pro-actif de l'enseignant qui fait l'objet de l'article. Les résultats montrent que le degré d'implication de l'enseignant est très variable d'un groupe à l'autre, allant parfois jusqu'à un guidage constant de tout le processus de résolution, ce qui conduit alors à interroger la place laissée à l'autonomie des élèves dans la démarche.

Constatant les difficultés importantes que les élèves qui débutent l'apprentissage de l'algèbre rencontrent avec l'utilisation du signe moins, Joëlle VLASSIS développe une séquence didactique qui s'inspire des théories socioculturelles et qui, dans la mouvance de ce courant, s'intitule « Des activités de symbolisation au service d'une utilisation flexible du signe « moins » dans les opérations algébriques ». La séquence est expérimentée avec un duo d'élèves, ce qui engendre certaines similitudes avec une méthode d'entretien pro-active, telle que susmentionnée. Les deux approches ne sont toutefois pas similaires puisque les différentes étapes d'un apprentissage significatif sont ici en quelque sorte prédéfinies alors que l'entretien dynamique consiste davantage à suivre le cheminement de l'élève pour l'aider à accomplir une tâche spécifique. La séquence décrite par Joëlle VLASSIS consiste à développer une utilisation efficace du signe « moins » dans le contexte des réductions polynomiales. L'article propose une explication détaillée des principales phases de la séquence d'enseignement-apprentissage. Tout au long de cette description, l'auteure pointe différents incidents critiques du point de vue de l'utilisation des symboles et tente de montrer dans quelle mesure l'analyse du discours mathématique des élèves révèle qu'ils parviennent progressivement à développer une utilisation réflexive du signe « moins ».

Les deux derniers articles relatifs aux mathématiques se situent clairement dans la perspective de la création d'outils didactiques relatifs à l'enseignement et à l'apprentissage de la résolution de problèmes : l'article d'Annick FAGNANT s'intéresse à la construction de guides méthodologiques à l'attention des

enseignants et celui rédigé par Gilbert BUSANA et Romain MARTIN présente un environnement informatique destiné aux élèves.

Depuis la fin des années 1990, l'unité d'analyse des Systèmes et des Pratiques d'enseignement a développé une expertise dans le domaine de la résolution de problèmes mathématiques dans l'enseignement fondamental. Plusieurs recherches commanditées par l'Administration Générale de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique ont en effet conduit l'équipe de chercheuses (composée d'Isabelle DEMONTY, d'Annick FAGNANT, de Michèle LEJONG et de Geneviève HINDRYCKX) à créer des outils didactiques à l'usage des enseignants du fondamental. Dans l'article figurant dans ce numéro des « Cahiers » consacré aux mathématiques et aux sciences, Annick FAGNANT propose une vision assez détaillée de ce travail de longue haleine en présentant tout d'abord une synthèse de quelques courants théoriques essentiels. Le lecteur pourra ainsi réaliser une brève incursion dans les théories cognitivistes, puis dans les approches socioculturelles ou relevant de la *Realistic Mathematics Education* (RME) ; il pourra enfin découvrir ou redécouvrir les travaux de l'équipe de recherche de l'Université flamande de Leuven (les équipes de Lieven VERSCHAFFEL et d'Eric DE CORTE), qui ont très largement influencé les travaux liégeois. La deuxième partie de l'article définit tout d'abord les principes directeurs qui ont guidé la construction de l'approche didactique, puis elle illustre quelques activités d'enseignement-apprentissage qui ont été développées aux différents niveaux scolaires. La construction de représentations dessinées, les problèmes d'intervalles, les jeux olympiques et les gommettes de couleurs constituent ainsi quelques-uns des exemples d'activités détaillés dans l'article.

Gilbert BUSANA et Romain MARTIN situent leur approche dans le cadre de l'intégration des TIC (technologies de l'information et de la communication) dans le système éducatif luxembourgeois. Leur article propose une description d'un outil informatique portant le nom de CAMPUS, acronyme anglais signifiant « *Computer Assisted Mathematical Problem Understanding and Solving* ». Cet outil se base sur le modèle de la ligne numérique et vise à inciter les apprenants à construire des représentations analogiques des différentes opérations à effectuer. Les auteurs précisent d'emblée que l'outil n'a pas pour objectif de jouer le rôle d'un didacticiel autonome, mais qu'il est destiné à être intégré dans la démarche pédagogique adoptée par l'enseignant. CAMPUS est aujourd'hui en cours de finalisation et d'expérimentation. Les étapes suivantes consisteront notamment à déterminer comment l'outil et les enseignants pourront interagir pour aider les enfants à développer des démarches efficaces et réflexives de résolution de problèmes.

Ce numéro des Cahiers accorde également une place substantielle à l'enseignement des sciences puisque trois contributions permettent d'approcher cette discipline. Les deux premiers articles, co-rédigés par Bernadette GIOT et Valérie QUITTRE, apportent un éclairage complémentaire sur diverses façons de représenter des phénomènes scientifiques en s'intéressant d'un part aux tableaux à double entrée et d'autre part aux représentations graphiques. Le troisième article, rédigé par Marie-Noëlle HINDRYCKX se place sur un tout autre niveau et concerne la formation initiale des enseignants du fondamental.

Dans l'article intitulé « Les tableaux à double entrée dans les écrits scientifiques des jeunes élèves », Bernadette GIOT et Valérie QUITTRE s'attachent tout d'abord à décrire les caractéristiques principales des tableaux, en précisant notamment les fonctions que ceux-ci peuvent remplir et les formes qu'ils peuvent prendre. Les tableaux ont pour objectif de faciliter le repérage de l'information, mais les auteurs rappellent que leur simplicité d'accès n'est parfois qu'apparente et que cette façon de présenter les informations n'est pas nécessairement source de simplification pour les élèves. La deuxième partie de l'article propose quelques illustrations des difficultés que peuvent rencontrer les élèves face à des tableaux qu'ils doivent compléter et la troisième partie présentent de nombreuses observations indiquant toute la complexité de construire des tableaux pour des élèves de troisième et quatrième primaire lors d'une activité scientifique. Le titre du second article de Bernadette GIOT et Valérie QUITTRE (« Images, dessins et schémas scientifiques : comment sont-ils perçus par les enfants ? ») évoque clairement le sujet qui occupe ici les auteurs, à savoir les représentations graphiques au sens large. Elles précisent que celles-ci « occupent une place de choix tant dans l'expression par l'enfant de ce qu'il vit et observe que dans la proposition par l'adulte de diverses représentations du réel » (p. 127). C'est à la seconde perspective, c'est-à-dire plus précisément à la manière dont les enfants parviennent à interpréter différentes représentations graphiques qui leur sont fournies par l'adulte, que l'article est consacré. Les auteurs s'intéressent notamment à la reconnaissance même de l'objet représenté, à l'interprétation des informations et des indices donnés par les supports, aux relations entre différentes représentations d'un même objet, ainsi qu'aux liens entre les conceptions des enfants et leurs interprétations des représentations.

Dans les deux articles, Bernadette GIOT et Valérie QUITTRE plaident pour que les enseignants mènent avec les élèves un travail réflexif sur la construction de ces outils de symbolisation, ce travail réflexif devant être intégré à des activités scientifiques significatives. Comme dans les articles de Joëlle VLASSIS et d'Annick FAGNANT, on retrouve ici un des principes chers aux défenseurs des

approches socioculturelles : promouvoir une co-construction des concepts et des symbolisations lors d'activités porteuses de sens...

Dans le dernier texte de ce numéro, Marie-Noëlle HINDRYCKX décrit la mise en œuvre d'une séquence d'apprentissage de la démarche expérimentale avec de futurs enseignants du fondamental. Ceux-ci perçoivent souvent la science comme une « affaire d'initiés », et ils voient le rôle des élèves dans les activités d'éveil comme très passif : au mieux, les élèves manipulent en suivant les directives de l'enseignant. Il s'agit ici de mettre ces étudiants de première année en situation : eux-mêmes vivent une démarche scientifique expérimentale de résolution de problème, puis ils sont aidés à prendre du recul, à la fois au niveau des contenus et des démarches et enfin, ils préparent la transposition des acquis en situation d'enseignement. Une telle démarche prend du temps, mais n'est-ce pas le prix à payer pour que l'apprentissage soit significatif pour ces futurs enseignants, condition minimale sans doute pour qu'il puisse l'être aussi pour leurs futurs élèves.