

LES SCIENCES DE 2 À 10 ANS

L'entrée dans la culture scientifique

Christian Orange
Élisabeth Plé

un nouvel élan pour
l'enseignement des
sciences à l'école ?

En France, l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école est à la mode. L'écho important de l'opération "Main à la pâte" lui a redonné toute son actualité. Tout commence en 1995, quand Georges Charpak, prix Nobel de physique, impressionné par quelques expériences nord-américaines, propose de lancer l'expérimentation de cette "nouvelle" méthode où les enfants ne sont pas "assis à écouter le maître", mais par groupes "à faire des manip" et où, "chaque jour, les enfants écrivent ce qu'ils ont fait et compris sur leur cahier d'expérience" (Charpak, 1997).

un plan de
rénovation de
l'enseignement
des sciences et
de la technologie...

Les chercheurs en didactique des sciences, d'abord un peu réticents face à une approche naïve et qui se faisait ostensiblement en dehors d'eux, ont été progressivement associés à ce renouveau. Et voilà qu'un plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école est mis en place (B.O. n° 23, juin 2000) qui, d'une certaine façon, vise à institutionnaliser et à généraliser cet élan.

Il semblait donc important de faire un point sur ce que les recherches en didactique des sciences et de la technologie avaient à dire sur l'école primaire, sans attendre les résultats des premières recherches portant explicitement sur l'opération "Main à la pâte". C'est ce que tente ce numéro d'ASTER, complété par un numéro spécial qui reprend les principaux articles concernant l'école publiés par la revue depuis 15 ans.

... après la leçon
de choses et l'éveil
scientifique.

Pour dépasser les aspects conjoncturels que peuvent représenter ces événements et éviter les naïvetés, la réflexion didactique se doit de les penser dans une perspective historique. C'est ce que permet la lecture, que nous propose **Pierre Kahn**, des deux grands modèles de l'enseignement des sciences à l'école, au vingtième siècle : la leçon de choses et les activités d'éveil. Leurs références épistémologiques et psychologiques ne sont pas les mêmes. La leçon de choses, tout au long des variations qu'elle a subies, valorise une approche inductive où l'observation est privilégiée. En revanche, l'éveil scientifique, fortement influencé par les travaux de Bachelard, donne la priorité à la problématisation et à la prise en compte des représentations des élèves. Il y a là une différence fondamentale. Cependant, ces deux traditions se retrouvent sur un point : malgré le fait que la leçon de choses soit centrée prioritairement sur les sciences et qu'il

existe une théorisation particulièrement poussée propre aux composantes scientifiques de l'éveil, Kahn affirme qu'elles sont, l'une et l'autre, plus des catégories pédagogiques que des catégories didactiques, en ce sens que l'une et l'autre donnent lieu à un discours qui constitue une sorte de représentation paradigmatique de l'enseignement primaire. Il voit même dans le poids croissant des didactiques dans la formation des maîtres, qui seraient venues s'opposer à ce développement pédagogique, une des causes de l'échec de l'éveil (1).

Tout cela nous donne des éléments pour interroger la "Main à la pâte" et la rénovation actuelle. Comment caractériser cette réforme par rapport à ses illustres aînées ? Si, au moins dans un premier temps, la "Main à la pâte" est comparée – par Charpak, mais aussi M. Duhamel, directeur des écoles au ministère – à la leçon de choses (2), la théorisation dont elle est l'objet conduit ses acteurs à se référer plutôt à l'éveil (voir Charpak, éd., 1996). Il est clair, en tout cas, que la rénovation qui en découle est, elle aussi, avant tout d'essence pédagogique comme en témoignent l'approche préconisée, fondée sur le questionnement et sur l'investigation, et l'affirmation de l'importance des liens interdisciplinaires. De plus, aucune référence explicite aux travaux de la didactique des sciences n'y est faite.

quelle place pour la didactique dans une rénovation essentiellement pédagogique ?

On semble donc être là dans une sorte de nécessité : de par l'organisation de l'école élémentaire et l'attachement à la polyvalence des maîtres, toute transformation se doit d'être, avant tout, de nature pédagogique. Pourtant, après quelques années d'expérimentation, les responsables de l'opération "Main à la pâte", le rapport de l'Inspection Générale sur cette opération (Sarmant, 1999) et le plan de rénovation qui va suivre disent vouloir éviter la dérive du "tout méthodologique" et insistent sur l'importance de l'apprentissage de concepts scientifiques.

Comment alors, dans cette problématique, penser la place des recherches didactiques ? C'est une question importante qui ne peut trouver de solution simple. Mais les contributions de ce numéro d'ASTER permettent de poser quelques pistes. Nous en retiendrons particulièrement trois.

-
- (1) C'est un point qu'il faudrait réinterroger. Il semble que, contrairement à ce qui est sous-entendu par Kahn, l'arrivée des instructions officielles de 1985, qui font naître le découpage disciplinaire, n'a pas été saluée favorablement par tous les professeurs de sciences des écoles normales.
- (2) "La main à la pâte, c'est en quelque sorte la leçon de choses repensée pour le XXI^e siècle" (Charpak, 1997). "Il s'agit de remettre à l'honneur les sciences, quelque peu marginalisées dans le primaire, de retrouver nos vieilles leçons de choses en s'inspirant d'une nouvelle pédagogie venue des États-Unis". M. Duhamel, cité dans Ouest-France du 4 septembre 1996.

1. POUR UNE DIVERSITÉ RAISONNÉE DES SITUATIONS D'ENSEIGNEMENT- APPRENTISSAGE À L'ÉCOLE PRIMAIRE

L'opération "Main à la pâte" a permis, dans un cadre semi-institutionnel, une explosion d'innovations plus ou moins fondées sur l'activité intellectuelle des élèves et mettant donc en œuvre des situations d'enseignement-apprentissage relativement ouvertes. Il s'agit maintenant, d'après les propos officiels, de généraliser à l'ensemble des classes, même si, dans un premier temps, seul le cycle 3 est concerné. Or on sait que la généralisation de telles pratiques ne va pas sans difficultés. Le risque est grand alors que des aides jugées nécessaires soient données qui conduisent à une certaine fermeture et à une rigidification des séquences proposées ; et ce d'autant plus qu'on voudra éviter de retomber dans le "flou" qui semblait, pour une partie des enseignants, envelopper les activités d'éveil.

préservent l'ouverture
et la diversité
des situations
d'apprentissage
scientifique

Face à ce risque, une des premières fonctions des recherches en didactique est de proposer une variété d'analyses raisonnées de pratiques possibles (voir par exemple Astolfi et al., 1998 ; Martinand, 1993). Les contributions de ce numéro déploient une telle variété.

Ainsi **Hélène Merle** s'intéresse-t-elle à la modélisation du ciel et de la Terre au cycle 3. Cette étude de faisabilité, qui prolonge et complète des travaux menés à l'INRP et au LIREST (Pierrard, 1988 ; Genzling et Pierrard, 1994), analyse l'intérêt de mettre en jeu l'ensemble Terre-Soleil-Étoiles, en s'appuyant sur un travail au planétarium. Elle montre la possibilité pour des élèves de cet âge d'accéder à une modélisation des mouvements de la Terre et d'en comprendre la signification.

Konstantinos Ravanis se réfère également aux activités de modélisation pour l'initiation d'enfants de 5-6 ans aux sciences physiques. Cela prend, à cet âge, une forme particulière : il ne s'agit pas que les élèves acquièrent le modèle lui-même, mais ce qu'il appelle un modèle précurseur. Les études empiriques présentées portent sur de petits groupes d'élèves ; elles tendent à montrer que des interactions sociales à des fins didactiques peuvent conduire au dépassement des obstacles et à la construction de modèles précurseurs, par déstabilisation et reconstruction des représentations des enfants. Quatre stratégies d'interactions didactiques adaptées à cet âge sont proposées.

D'autres articles étudient des dispositifs *a priori* moins structurés. Ainsi, **Pierre Clément** et **Frédéric Gulu** s'intéressent-ils à une forme de pédagogie de projet développée par des associations pour l'éducation à l'environnement. Dans de telles pratiques, les questions qui structurent les projets sont réputées venir des élèves eux-mêmes. Les auteurs montrent

que non seulement ces questions ne sont généralement pas trouvées par les enfants et doivent beaucoup au guidage des animateurs, mais que, lorsque l'une d'elles vient effectivement des élèves, elle a toutes les chances de conduire à une impasse. Une telle pédagogie de projet est donc faussement non-directive ; ce qui ne suffit pas à remettre en cause son intérêt didactique.

D'une certaine manière, le dispositif innovant étudié par **Joël Bisault, Catherine Rebiffé, André Lavarde et Vincent Fontaine** relève également de la pédagogie de projet. Cinq classes, du CE1 au CM2, participent à une recherche sur la maison du futur. Plusieurs projets se développent, chacun à la charge d'une équipe d'élèves appartenant à des écoles différentes et qui communiquent par l'Internet. Au cours de ces activités, des écrits sont produits sous forme classique dans les classes, puis sous forme électronique, par cyber-échanges. S'ils ont certains points communs avec des écrits de travail (Vérin, 1995), les "cyber-écrits" présentent des caractéristiques particulières du fait de leur mode de production et des relations qu'ils établissent les uns avec les autres.

Les cas étudiés dans ce numéro n'épuisent bien entendu pas l'ensemble des possibles. Mais ils montrent la nécessité d'abandonner l'idée d'une forme unique d'enseignement des sciences à l'école primaire au profit d'un questionnement permanent des situations d'enseignement-apprentissage du point de vue des savoirs visés.

2. POUR UNE EXPLICITATION ET UN ÉLARGISSEMENT DES RÉFÉRENCES THÉORIQUES

Analyser les dispositifs didactiques dans leur variété demande de clarifier les références théoriques qui servent de repères. Nous l'avons dit, la rénovation de l'enseignement des sciences à l'école semble, à quelques nuances près, reprendre implicitement le cadre théorique de l'éveil scientifique. Ce dernier, fondamental dans le développement de la didactique des sciences et de la technologie en France, a donc besoin d'être rappelé et réactivé. Car si l'invocation de l'activité de l'élève et du "constructivisme" semble maintenant générale, elle évite trop souvent de revenir au fond des questions sur les apprentissages. Tenter de nouveaux développements théoriques semble d'autre part nécessaire, ne serait-ce que pour prendre au sérieux la redécouverte des travaux de Vygotski.

Des incitations à de telles clarifications et prolongements conceptuels sont fournies par les contributions présentées ici. En particulier, si un certain nombre d'entre elles convoquent un cadre théorique désormais classique dans la

un nécessaire
développement
des cadres
théoriques

didactique des sciences – représentations, obstacles, objectifs-obstacles, pratiques sociales de références – elles sont quelques unes à proposer des références qui viennent compléter les approches habituelles.

Ainsi **Catherine Boyer** se place-t-elle explicitement dans le cadre de la théorie des champs conceptuels de Gérard Vergnaud pour étudier, par une recherche longitudinale et développementale (du CP au CE2), l'évolution des conceptions des élèves sur la reproduction végétale. Ce cadre théorique lui permet d'analyser les processus de conceptualisation en termes d'invariants opératoires (théorèmes en acte, concepts en acte) et de mieux comprendre, en se référant à Vygotski, le passage des concepts quotidiens aux concepts scientifiques.

L'article de **Martine Jaubert** et **Maryse Rebière** montre tout l'intérêt d'une collaboration entre didacticiens du Français et didacticiens des sciences pour prendre en compte, en référence à Vygotski et Bakhtine, les liens profonds qui existent entre acquisition de savoirs et appropriation de pratiques langagières. Les auteurs ont étudié les productions écrites et orales d'une classe de CM2 lors d'un module d'apprentissage de biologie d'une trentaine d'heures. Cela les conduit à conclure que la construction des savoirs semble liée à des mises en cohérence progressives d'énoncés par les élèves, elles-mêmes facilitées par certains comportements cognitivo-langagiers. Elles notent également l'importance de controverses régulières pour aider les élèves à construire des stratégies langagières performantes du point de vue de la construction de savoirs.

On voit que ces cadres théoriques sont d'un réel intérêt et ne peuvent qu'enrichir les études sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences à l'école. Mais leur prise en compte complète demande certainement de prolonger le travail d'articulation avec les concepts plus habituels de la didactique des sciences et de la technologie.

3. L'ENTRÉE DANS LA CULTURE SCIENTIFIQUE

La rénovation actuellement engagée a beau se situer, nous l'avons dit, dans un discours essentiellement pédagogique, son insistance sur les apprentissages conceptuels et, plus largement, sur les contenus est bien en cohérence avec les finalités qu'elle se donne de faire entrer progressivement les élèves dans une culture scientifique et technologique. Or ce que ne signale pas une description pédagogique centrée sur l'activité de l'élève, c'est l'ensemble des difficultés que représente le passage d'une culture commune à une culture scientifique. Certes, l'école primaire n'a pas à régler seule le problème : le collège puis, éventuellement, le lycée sont là

penser les difficultés
d'entrée dans la
culture scientifique

pour continuer la tâche. Il reste que ces difficultés ne doivent pas être négligées et qu'elles concernent non seulement un ensemble de changements conceptuels, mais également des transformations épistémologiques et métaphysiques (voir, par exemple, Laroche & Désautels, 1992). C'est le rôle des recherches en didactique d'attirer l'attention sur cette question et de tenter de l'éclairer, ce que font plusieurs contributions présentées ici.

L'article de **Joël Lebeaume** étudie les indices utilisés par les élèves pour identifier et caractériser les moments scolaires de "découverte du monde" (cycle 2) et de "sciences et technologie" (cycle 3). S'appuyant sur des entretiens avec 78 écoliers qui suivent une séance de sciences et technologie, l'auteur analyse comment ils nomment ce moment scolaire et comment ils l'identifient et le caractérisent. Cette étude montre que les matières scolaires ne sont pas, pour les élèves, composées uniquement des caractères intrinsèques (objets de savoir, méthodologies spécifiques, nature des tâches...) mais aussi d'un ensemble de caractères extrinsèques (cahier utilisé, emploi du temps, travail de groupes...). Si certains décodent les moments scolaires selon les enseignements visés, d'autres ne perçoivent pas les apprentissages inclus dans les activités. Au total, la signification de ces disciplines n'est pas évidente pour beaucoup d'élèves qui ont alors des difficultés à accéder à une culture scientifique.

Pierre Clément et **Frédéric Gulu**, dans leur étude de la pédagogie de projet pour l'éducation à l'environnement que nous avons présentée plus haut, montrent que le jeu de questions-réponses entre les élèves et les animateurs, qui détermine les projets des différents groupes, s'apparente assez souvent à un jeu de devinette dont les élèves n'ont pas la règle. Pourtant, c'est ce jeu qui permet aux adultes de conduire les élèves à des questions intéressantes scientifiquement. Contrairement aux idées constructivistes simples, l'apprentissage scientifique relève souvent autant d'une visite guidée que d'une exploration.

Les conditions d'accès à la culture scientifique sont également éclairées par l'étude de **Martine Jaubert** et **Maryse Reblère**. Il s'agit bien pour les élèves de s'approprier les pratiques socio-langagières de ces disciplines, qui ne sont pas les mêmes que celles qu'ils doivent acquérir, par exemple, en Mathématique ou en Histoire.

L'apprentissage des langages scientifiques est étudié d'une autre façon par l'article de **Bernard Calmettes**. Celui-ci s'intéresse au passage du dessin libre au dessin scientifique d'observation, en sciences physiques et en technologie, pour des élèves des trois cycles de l'école primaire. Cela lui permet d'identifier les difficultés que présente un tel passage : entrent en jeu la complication de l'objet représenté, l'imaginaire de l'enfant, ses conceptions ; mais aussi la non distinction entre dessin "habituel" et ce qui est attendu d'une

représentation en sciences et en technologie. Cette caractérisation des difficultés est prolongée par l'analyse d'un essai de leur dépassement, à propos de l'ombre en CM2.

concilier
construction des
savoirs et entrée
dans une culture

L'entrée progressive dans la culture scientifique à l'école primaire pose donc des problèmes didactiques que l'on peut résumer, un peu brutalement, par la question suivante : comment concilier la construction des savoirs par les élèves avec leur entrée dans une culture, nécessairement normée par les objets d'étude, certes, mais aussi par des contingences historiques ? Et on sait que l'adhésion à cette norme ne viendra pas simplement de la confrontation au "réel", ni uniquement du débat d'idées entre élèves, ce qui ne veut pas dire que l'une et l'autre ne sont pas indispensables ; la question n'est pas davantage réglée par la seule "confrontation de l'opinion des enfants aux savoirs scientifiques" (B.O. n° 23, juin 2000). Il y a là un champ de recherche pour la didactique des sciences et de la technologie que ce numéro d'ASTER peut contribuer à relancer.

CONCLUSION

pour une nouvelle
dynamique des
recherches
didactiques
sur l'école

À ce moment particulier de l'enseignement des sciences à l'école primaire, les recherches didactiques ne peuvent, ni en théorie ni en pratique, prétendre définir à elles seules ce qui doit être enseigné et comment. Elles ont cependant des éclairages spécifiques à apporter pour éviter à la rénovation en cours de s'enfermer dans des évidences et des rigidités. La didactique des sciences et de la technologie pour l'école primaire est un champ particulièrement important qui doit étudier les premiers moments de l'entrée dans la culture scientifique, au sein d'un enseignement conduit par des maîtres polyvalents. De nombreux travaux ont déjà été faits dans ce sens, en particulier au moment des activités d'éveil et dans leur prolongement, mais les thèses françaises récentes semblent montrer que les didacticiens s'intéressent moins à l'école qu'au collège et au lycée. On peut espérer que la nouvelle dynamique de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire donnera l'occasion de recherches plus nombreuses.

Christian ORANGE
IUFM des Pays de la Loire et CREN,
Université de Nantes
Élisabeth Plé
IUFM de Reims

BIBLIOGRAPHIE

ASTOLFI J.-P., PETERFALVI B., & VÉRIN A. (1998). *Comment les enfants apprennent les sciences*. Paris : Retz.

CHARPAK G. (1996). Georges Charpak : changer les sciences à l'école primaire. *La Recherche*, 304, décembre 1997.

CHARPAK G., éd. (1996). *La main à la pâte*. Paris : Flammarion.

GENZLING et PIERRARD M.-A. (1994). La modélisation, la description, la conceptualisation, l'explication et la prédiction. In J.-L., Martinand & al. *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris : INRP.

LAROCHELLE M. & DÉSAUTELS J. (1992). *Autour de l'idée de science*. Bruxelles : De Boeck.

MARTINAND J.-L. (1993). Les sciences à l'école primaire : questions et repères. In Andries B. & Beigbeder I. (coord.) *La culture scientifique et technique pour les professeurs des écoles*. Paris : Hachette.

PIERRARD M.-A. (1988). Modélisation et astronomie. *Aster*, 7, 91-102.

Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école. *Bulletin officiel de l'Éducation nationale*, n° 23, 15 juin 2000 (note de service du 8-6-2000).

SARMANT J.-P. (1999). *Rapport sur l'opération "Main à la pâte"*, l'enseignement des sciences à l'école primaire. Paris : Ministère de l'Éducation Nationale.

VÉRIN A. (1995). Mettre par écrit ses idées pour les faire évoluer en sciences. *Repères*, 12, 21-36.

Le retour à la leçon de choses pour 8 400 élèves du primaire. Sciences : l'écolier met la main à la pâte. *Ouest-France*, 4 septembre 1996.