

Pour mettre la main à la pâte...

par J.-M. BÉRARD

Inspecteur Général de l'Éducation Nationale

J.Berard@edutel.fr

d'après un interview de Lucienne RAPOPORT et Serge TRICOIRE

Union des Physiciens

Nous publions ci-dessous la transcription de quelques extraits d'un entretien entre deux membres de l'Union des Physiciens et J.-M. BÉRARD, Inspecteur Général de l'Éducation Nationale, groupe de l'enseignement primaire. Nous avons dans cette transcription conservé le style oral de l'entretien.

OBSTACLES À L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES À L'ÉCOLE PRIMAIRE

La place de l'enseignement des sciences à l'école primaire relève, en France, d'une longue tradition historique, décrite en particulier dans l'un des chapitres du livre «*La main à la pâte*». Dans un passé récent, citons les activités d'éveil des années 1970, et les instructions officielles de 1978, 1985 et 1995. Cependant, bien qu'il y ait une grande permanence de l'enseignement des sciences dans les programmes et instructions de l'école primaire, cet enseignement est actuellement peu pratiqué. À notre avis, moins de 10 % des maîtres enseignent des sciences à l'école primaire, et moins de 5 % les enseignent conformément aux instructions officielles, c'est-à-dire en suivant les contenus préconisés, et en pratiquant des expériences comme c'est bien l'intention pédagogique des programmes tels qu'ils sont écrits. C'est très peu, et c'est ce qui a préoccupé à juste titre Georges CHARPAK et l'Académie des Sciences, qui ont, grâce à l'opération «*La main à la pâte*», donné une impulsion forte, sérieuse, puissante au développement de l'enseignement des sciences à l'école.

On peut se demander pourquoi dans un état jacobin où les programmes sont obligatoires, si peu d'enseignants les appliquent ! Les raisons que l'on cite d'habitude existent bien évidemment : insuffisance de formation des enseignants dans le domaine scientifique, manque de matériel dans les écoles, ... Mais, paradoxalement, il me semble que la raison essentielle est que les enseignants sont pris dans un conflit de devoirs. En effet, aussi bien l'Institution que l'opinion publique ont une préoccupation, presque une hantise : insister sur les missions fondamentales de l'école primaire, sur le «enseigner le Lire, Écrire, Compter», ou sur la maîtrise de la langue, comme on dit mainte-

nant. Ces préoccupations sont évidemment justifiées, et l'opinion publique s'inquiète à juste titre du fait que, peut-être, en arrivant au collège, les enfants ne maîtrisent pas tout à fait suffisamment la lecture et l'expression écrite. Même si de nombreuses enquêtes montrent que, dans l'ensemble, le niveau «ne baisse pas», le niveau d'exigence social, lui, monte, d'où cette préoccupation si généralement partagée. Les enseignants se trouvent ainsi pris dans un conflit de devoirs, puisqu'ils ont parfois tendance à penser que si l'on enseigne les sciences, on n'enseignera plus correctement la lecture et l'écriture, et qu'il y a des choix à faire. Il y a là, me semble-t-il, un malentendu, et peut-être l'opération «*La main à la pâte*», avec sa dynamique, arrivera-t-elle à corriger ce malentendu : évidemment l'enseignement des sciences contribue à la maîtrise des langages.

L'enseignement des sciences contribue à la maîtrise de langages tels que le schéma, le graphique. Il contribue à la maîtrise de la lecture lorsqu'on utilise des documents, des petits textes d'histoire des sciences, des petits textes de vulgarisation, des modes d'emploi d'appareils. Il contribue bien sûr à la maîtrise de la langue : employer le terme exact scientifiquement, décrire une observation, utiliser une argumentation logique pour déduire des conclusions d'une expérience. Ces dimensions sont présentes dans les documents d'accompagnement des programmes de collège, et trouvent bien sûr leur place à l'école primaire. J'avais été très frappé, lors des récents entretiens Nathan, par une intervention disant : «La violence commence là où le langage s'arrête». L'un des buts de l'école, c'est bien de transmettre notre langue, ce bien commun qui permet la vie en société. Lorsque les élèves font ensemble une activité expérimentale scientifique, qu'ils ont à confronter ce qu'ils ont observé, c'est une pratique du langage qui laisse nécessairement la violence de côté, parce qu'elle est médiatisée par un concret, par un réel.

L'année dernière en allant dans l'une des écoles de l'opération «*La main à la pâte*», (école qui a d'ailleurs obtenu l'un des prix de l'Académie des Sciences), j'ai été émerveillé : à chaque fois que les enfants faisaient des expériences en classe, ils rédigeaient un petit compte-rendu sur leur cahier individuel ; ils rédigeaient ensuite un compte-rendu collectif, qui était saisi sur ordinateur. En fin d'année, on devait arriver à une petite encyclopédie scientifique rédigée par les élèves de la classe. Ce texte devait être envoyé aux correspondants d'une autre école, qui eux-mêmes avaient travaillé, et renvoyé leur propre travail. Quelle meilleure contribution à la maîtrise de la langue ? Là, vraiment, l'opération «*La main à la pâte*» peut faire évoluer les situations, peut montrer que, quand on assure le temps prévu pour l'enseignement des sciences dans l'emploi du temps, cela peut aussi se compter dans l'enseignement du français et des mathématiques !

UN ÉLÉMENT DU DISPOSITIF : LES FICHES-CONNAISSANCES

À la demande de la Direction des Écoles, l'Inspection Générale a coordonné la production de ces fiches-connaissances. Une version de travail de ces fiches est déjà parue dans le BUP*. Ce sont vingt fiches couvrant en principe l'ensemble du champ des programmes de 1995.

J'ai participé personnellement, dans les années 1970, au développement des activités d'éveil, lorsque j'étais professeur d'École Normale. Il y avait eu des parutions de numéros du bulletin de l'Institut National de Recherche Pédagogique (INRP), très célèbres à l'époque, décrivant ces activités d'éveil. Avec le recul, il m'est apparu que l'on avait rédigé des documents parfois difficilement utilisables par une grande majorité d'enseignants, et peut-être davantage destinées aux formateurs, professeurs des écoles normales par exemple. Il me semble en tout cas, mais c'est un avis personnel, que les connaissances visées n'étaient pas suffisamment explicites. D'où l'idée de publier des fiches-connaissances, avec un pari ambitieux : expliciter en des termes en principe accessibles à des enfants de cycle III, les connaissances sous-jacentes au programme de l'école primaire, en veillant à ce que les formulations employées soient compatibles avec le plus haut niveau de la science.

C'est un pari complexe, que l'on a eu beaucoup de mal à tenir. On a souvent été amené à indiquer «ce qui est écrit là, c'est vrai la plupart du temps, mais dans certains cas, il faut tenir compte du fait que...».

Le but de ces fiches est seulement d'explicitier des connaissances, et pas du tout d'être un manuel de l'école primaire. On ne parle jamais de situations concrètes de référence, on ne parle jamais d'une expérience. On souhaitait vraiment se limiter à donner aux enseignants un outil d'aide pour trouver un niveau de formulation des connaissances. Chacune des formulations adoptées résulte d'un travail qui a associé des professeurs d'Instituts Universitaires de Formation des Maîtres (IUFM), des Inspecteurs de l'Éducation Nationale (IEN), les enseignants impliqués dans l'opération, les Groupes Techniques Disciplinaires (GTD), l'Académie des Sciences. Pour chacune de ces formulations, des choix ont été faits. Ainsi, on affirme que «l'eau suffisamment chauffée bout». En employant le mot «chauffé», on évite, mais on laisse subsister, la difficulté de la distinction «chaleur - température» qui sera vue au collège. De plus, cette affirmation souffre des exceptions : l'eau chauffée dans un récipient hermétiquement fermé ne bout pas, et dans certaines expériences spectaculaires (bouillant de Franklin) l'eau bout lorsqu'on refroidit le récipient ! Il nous a cependant semblé que les formulations adoptées rendent compte avec un degré de généralité suffisant des observations faites à l'école

* BUP n° 793, avril 1997, pp. 785-804.

Nous publions à la fin de cet article un exemple de ces fiches.

primaire pour être ainsi proposées. Notons enfin que les phrases retenues ne se réfèrent à aucun dispositif expérimental explicite (casserole, ...) et qu'aucune situation concrète n'est mentionnée : cela n'était pas le but des fiches.

Subsistent d'importants risques dans la production de ces fiches, mais ces risques nous ont semblé pouvoir être pris parce que les avantages nous semblaient plus grands que les inconvénients. On peut craindre en effet que certains enseignants ne prennent les fiches en l'état et dictent cela comme leçon : «Aujourd'hui nous parlons des changements d'état de la matière : 1°) l'eau suffisamment chauffée bout...», démarche qui est évidemment complètement contraire à toute démarche scientifique, et à tout processus de réelle construction de connaissances. À l'école primaire, on part du réel, du concret, on formule des questions, on pratique des expériences, et on arrive, peut-être, à des conclusions. Il va donc de soi, dans l'esprit des auteurs de ces fiches, que les connaissances qui sont explicitées ne prennent sens pour les élèves qu'au terme de cette démarche conduite en classe par le maître, et que s'il n'y a pas cette démarche, ces connaissances sont vides et purement formelles. Le risque nous a semblé faible par rapport à l'aide que ces fiches peuvent apporter aux enseignants.

Ces fiches comportent également un paragraphe sur les difficultés provoquées par les liens avec le vocabulaire courant. Ainsi, scientifiquement, on parle de «l'état solide», mais pour un enfant «solide», c'est le contraire de fragile, et ne situe pas par rapport à «liquide, gazeux». On dit «l'état gazeux», oui, peut-être, mais «l'eau gazeuse», ce n'est pas de l'eau à l'état gazeux ! Quand on dit que le sucre fond dans l'eau, il ne fond pas, au sens scientifique du terme, mais se dissout... Il y a donc tout un problème de confusion avec le vocabulaire courant, dont les maîtres n'ont pas forcément conscience, et sur lequel les fiches tentent d'attirer l'attention. Le mot employé dans un certain champ sémantique n'a pas forcément le même sens que dans un autre champ sémantique.

L'un des paragraphes des fiches concerne ce que les didacticiens appellent «les pré-représentations des enfants», où l'on essaie de recenser, pour les enseignants, les représentations que les enfants ont des phénomènes, et qui peuvent gêner leur compréhension. Ainsi, la buée, la vapeur, ce n'est pas la même chose, bien que l'on dise d'habitude «la vapeur d'eau est blanche au-dessus de la casserole».

Le paragraphe «pour en savoir plus» ouvre des pistes, pour les élèves et enseignants motivés, et pour la poursuite du travail dans une perspective de continuité école-collège.

UN AUTRE ÉLÉMENT DU DISPOSITIF : LE CAHIER DE L'ÉLÈVE

Le rôle du cahier de l'élève est fondamental : l'opération «*La main à la pâte*» sans le cahier de l'élève n'est plus vraiment l'opération «*La main à la pâte*», et l'enseignement des sciences au primaire sans le cahier de l'élève non plus !

Dans la fiche-guide pour les enseignants diffusée par le ministère figure une proposition de structure pour le cahier de l'élève. Après des questions telles que «De quelle situation nous occupons-nous ? Quelles questions scientifiques nous posons-nous ? Quelle expérience je pense faire ?» la fiche-guide propose la question suivante : «Qu'est-ce que je pense qu'il va se passer quand je ferai l'expérience ?». Cette phrase est fondamentale, parce qu'elle contraint l'élève à formuler ses propres pré-représentations, et l'enseignant à s'interroger dessus. J'ai ainsi rencontré une situation illustrant très typiquement cette préoccupation. J'étais dans une classe où les élèves manipulaient sur le jour et la nuit. Il y avait un ballon représentant la Terre, une lampe de poche, et l'on avait demandé aux élèves : «Que pensez-vous qu'il va se passer lorsque vous ferez l'expérience ?». Il fallait faire un schéma. L'un des élèves a fait un schéma en mettant le ballon et la lampe de poche d'un côté, et la partie éclairée du ballon de l'autre côté de la lampe de poche. Cette représentation, je ne la connaissais pas, et je n'aurai pu l'imaginer si cette question n'avait pas été posée. Cela a bien sûr permis à l'enseignant de mieux guider le travail expérimental. Probablement l'habitude des enseignants, en particulier au primaire, c'est de faire l'expérience et le schéma après, alors que l'on demande ici à l'enfant de prévoir ce qui va se passer, puis, après l'expérience, de comparer, amorçant ainsi tout le travail de construction de la connaissance.

PERSPECTIVES

Depuis la première année de mise en place de l'opération «*La main à la pâte*», les effets de ce travail sur le développement de l'enseignement des sciences sont tout à fait évidents. Au-delà même des écoles et département concernés, une dynamique se met en place : production de fiches d'expériences, traduction et diffusion des documents américains, élaboration de mallettes de matériel, mise en place du serveur Internet «*La main à la pâte*», organisation du prix de l'Académie des Sciences... Depuis les années 1960, un grand nombre d'ouvrages et de documents pédagogiques ont été publiés en France pour contribuer à l'enseignement des sciences à l'école primaire, documents qu'il faudrait sans doute utiliser mieux dans le contexte actuel. L'opération «*La main à la pâte*», les productions des écoles sur le terrain, les apports des IUFM (qu'il faudrait sans doute associer davantage), des institutions scientifiques, les protocoles et documents «Insights» contribuent à une créativité, un dynamisme tout à fait remarquables. Voici de bonnes bases pour entrer dans le troisième millénaire...

Fiche «connaissances» physique-chimie

Électricité

Programme

Cycle 2 : Utilisation d'appareils alimentés par des piles.

Cycle 3 : Montages électriques : réalisation de circuits électriques simples alimentés uniquement à l'aide de piles ; rôle de la pile ; ses deux pôles ; principes élémentaires de sécurité des personnes et des biens dans l'utilisation de l'électricité. Mécanismes : objets électromécaniques.

Connaissances

Un générateur électrique comporte deux pôles (ou bornes).

Un générateur peut faire circuler un courant électrique dans une boucle fermée formée du générateur et d'objets conducteurs reliant un pôle du générateur à l'autre pôle (circuit électrique). Le courant électrique permet des transferts d'énergie d'un endroit à un autre. Le passage d'un courant électrique dans le corps humain présente des dangers qui peuvent être mortels. Une bobine de fil conducteur parcourue par un courant électrique se comporte comme un aimant*.

Difficultés provenant des liens avec le vocabulaire courant

«*Courant*» est employé dans de nombreux sens : adjectif (une situation courante), verbe (en courant, je suis tombé), nom (courant d'eau, d'air...). «*Pôle*» désigne aussi les pôles de la Terre et les pôles d'un aimant. «*Conducteur*» désigne le conducteur d'une voiture. «*Ferme la lumière*» signifie en général «*Éteins la lumière*», alors que, en termes de physique, le courant circule lorsque le circuit électrique est fermé. Pour éteindre la lumière il faut, en termes de physique, ouvrir le circuit.

Difficultés provenant des idées préalables des élèves

L'utilisation de l'électricité est associée à la notion de danger. On s'appuie, en classe, sur cette idée salutaire pour rendre rationnels les comportements relatifs à la sécurité. Dans les installations domestiques, deux fils conducteurs sont en général pré-

* En ce qui concerne le champ créé, l'analogie aimant-bobine n'est valable qu'à l'extérieur de la bobine ; c'est le cas pour toutes les situations étudiées à l'école primaire.

sents dans un même cordon. Les élèves ont ainsi l'impression que le courant est amené de la «prise» à l'appareil électrique par un seul fil, et est absorbé par l'appareil, sans idée de retour, ou de circulation du courant. Lorsque les manipulations faites en classe ont permis d'aborder la notion de circuit électrique, cette notion reste souvent associée à l'idée selon laquelle chaque pôle de la pile envoie «quelque chose» dans l'ampoule, et que la rencontre de ces «quelque chose» produit de la lumière, ou encore à l'idée selon laquelle le courant «s'use» en circulant dans le circuit (au lieu de considérer qu'un même courant circule, d'un pôle du générateur à l'autre dans un circuit en série). Les élèves associent souvent la propriété «être conducteur» à l'objet et non à la substance qui le constitue.

Quelques écueils à éviter lors des observations et des manipulations

Il faut attirer l'attention des élèves sur le fait que l'on ne doit pas refaire à la maison, avec les prises de courant, les expériences faites en classe avec des piles. Il est indispensable que les expériences soient réalisées avec des montages comportant des contacts électriques fiables ; il convient, en particulier, de disposer de supports pour les lampes. Au niveau de l'école primaire, les notions d'isolant et de conducteur sont des notions uniquement pratiques, liées au dispositif utilisé : si l'on utilise un appareil témoin peu sensible (ampoule), l'eau du robinet est classée comme isolante, les métaux sont classés comme conducteurs, alors qu'avec un témoin plus sensible, l'eau du robinet est classée comme conductrice. La réalisation de montages en série ou en dérivation ne s'accompagne d'aucune définition théorique. Les pôles (bornes) d'une pile sont notés + et -. Les pôles d'un aimant ne doivent pas être notés + et -, mais sont notés N (pour Nord) et S (pour Sud). Autres notions liées : Fiche Énergie.

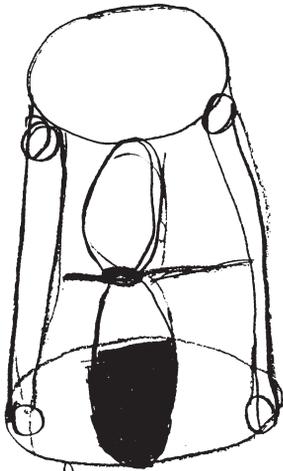
Pour en savoir plus

Tension de sécurité : en milieu humide, il est dangereux de soumettre le corps humain à une tension de plus de 24 V. La tension du secteur (220 V) présente donc toujours des risques mortels. Les piles débitent du courant continu, qui, dans la partie du circuit extérieure à la pile, circule du pôle + vers le pôle -. Les centrales électriques qui alimentent les prises de courant, les alternateurs de bicyclette, débitent du courant alternatif. Cette distinction n'est à aborder à l'école primaire que par ses conséquences concrètes. (Comment placer les piles dans un appareil compte tenu du fait que les deux pôles sont électriquement différents ? Quel est le sens de rotation d'un moteur alimenté par des piles ?). Les éclairs de l'orage sont des courants électriques.

Étude d'un objet technique le sablier

Je observe et je dessine, je manipule et j'explique le fonctionnement

Lamille Croz



Le sablier fonctionne quand on le retourne. Et le sable coule.

Je mesure le temps que le sablier met pour couler !!

Lamille Croz

Je pense que les sabliers sont plus longs parce qu'il y a plus de sable dans les uns que dans les autres