

Diversification des démarches pédagogiques en classe de sciences

par **Claudine LARCHER** et **Brigitte PETERFALVI**
UMR STEF ENS Cachan - INRP
et ERTé « La main à la pâte » ENS - INRP
clarcher@inrp.fr
ptrfalvi@inrp.fr

RÉSUMÉ

Les démarches pédagogiques préconisées actuellement mettent l'accent sur l'« investigation ». Nous proposons d'explorer ce qui peut être mis sous ce terme, les ouvertures qu'il offre, et de situer ce type d'activité des élèves par rapport à d'autres éléments pour construire une pédagogie diversifiée. Ce type d'activité et cette diversification induisent des évolutions dans le rôle de l'enseignant. Nous indiquerons quelques éléments qui interviennent dans les choix des enseignants pour construire une telle pédagogie.

INTRODUCTION

La diversification des activités scolaires peut être argumentée à partir des prescriptions institutionnelles, de l'épistémologie des sciences et sur la base des théories de l'apprentissage : les enjeux affichés pour l'enseignement des sciences sont multiples, les démarches et les activités propres aux sciences sont elles-mêmes multiples, l'apprentissage ne se fait pas par un seul type d'approche.

Cette diversité donne lieu à des types de « pédagogies » qui mettent l'accent sur un aspect ou sur un autre et affichent leur différence avec un qualificatif ou une expression particulière. Plutôt que de les concevoir comme exclusives ou successives, nous essaierons d'analyser leurs priorités en référence à l'activité des scientifiques. Nous proposerons ensuite de caractériser les types d'activités scolaires, leur logique, leurs contraintes. Nous utiliserons le terme de « posture » pour repérer les variations du rôle de l'enseignant.

Enfin, nous indiquerons les raisons des choix que font les enseignants pour prévoir des alternances de démarches et les questions que pose la mise en œuvre d'une démarche diversifiée, et auxquelles chaque enseignant se trouvera confronté.

1. UN ENSEMBLE D'ÉLÉMENTS POUR PENSER DES DÉMARCHES PÉDAGOGIQUES DIVERSIFIÉES EN CLASSE DE SCIENCES

1.1. La multiplicité des enjeux de l'enseignement scientifique

Développer la rationalité scientifique, assurer une culture commune, éduquer un futur citoyen, donner à chacun les moyens de se situer dans le monde qui l'entoure, se donner les moyens de faire naître des vocations scientifiques, les enjeux évoqués sont nombreux pour introduire les sciences à l'école dès le plus jeune âge. Faire comprendre ce que sont les sciences (leur objet et leurs méthodes), faire acquérir des démarches, des techniques pour contribuer à leur appropriation ; faire partager une connaissance scientifique du monde dans lequel nous vivons, cela fait autant d'objectifs de formation scientifique à long terme à prendre en compte. À ceux-là s'articulent ceux concernant la connaissance des techniques, et ceux concernant la technologie, leur projet propre et leurs liens avec les sciences.

Si chacun de ces enjeux est important, vouloir les assurer tous en même temps est illusoire.

1.2. De quoi parle-t-on en sciences « expérimentales », comment en parle-t-on ?

Pour situer différents types d'activités scientifiques, distinguons différents éléments de ce que sont les sciences dites « expérimentales ».

Tout d'abord les aspects du monde dont parlent ces sciences : le monde des phénomènes, de la matière, des êtres vivants, ... monde qui existerait si nous n'étions pas là pour en parler, à la nuance près qu'il inclut des phénomènes et des objets « construits ». Il n'est déjà pas simple de préciser ce qui constitue cet « objet » des sciences, évolutif par nature. C'est ce dont parlent les sciences : le « référent ».

Il y a différentes façons légitimes de « parler » des phénomènes, plus ou moins empiriques ou théoriques, avec des concepts plus ou moins intégrateurs (par exemple « limite de solubilité » est une façon empirique alors que « produit de solubilité » inscrit ce phénomène dans un champ plus vaste des équilibres chimiques). Ce « discours » à propos d'un référent explicite, qui décrit, explique, organise, s'appuie sur deux autres registres, celui des ressources disponibles et celui des modèles.

Les ressources sont constituées des théories et des concepts dont nous disposons, mais aussi des outils de pensée plus généralistes ou de représentation ; elles évoluent au cours de la construction des sciences, que ce soit à l'échelle de l'histoire des Hommes ou à l'échelle de l'individu qui apprend. Les ressources deviennent plus nombreuses, mais aussi elles se restructurent et se rectifient.

Les modèles dépendent des questions qui sont posées sur le monde. Ils se substituent momentanément au monde réel pour permettre d'en penser certains aspects ; ils entretiennent avec lui des liens explicites en tant qu'outils de travail partagé entre scien-

tifiques. Les simulations se situent dans ce registre des modèles scientifiques. Elles permettent d'expérimenter sur des modèles, d'affiner ou de s'approprier leurs fonctionnements internes.

Distinguons aussi les outils d'exploration du monde ou des modèles : perceptions, instruments, techniques, qui nécessitent un apprentissage spécifique.

Enfin, on ne saurait parler sciences sans parler des modes de validation du discours scientifique et de la « communication ». Le caractère scientifique d'un énoncé est caractérisé par sa validité. La validation ne repose pas seulement et pas toujours sur l'expérience ; elle repose aussi sur la communication entre scientifiques qui en jugent collectivement avec des critères de reproductibilité et/ou des critères de cohérence, selon les champs scientifiques.

Le référent et la validation sont les caractéristiques majeures des sciences « expérimentales ».

1.3. Quelles activités mettent en œuvre les scientifiques ?

S'ils cherchent à construire des connaissances sur le monde, les scientifiques ne sont pas pour autant toujours « expérimentateurs ». Le modèle de démarche « OHERIC » (Observation - Hypothèse - Expérimentation - Résultats - Interprétation - Conclusion) omet la modélisation qui permet de simplifier, d'expliquer ou de se représenter des phénomènes. Il ne permet pas de repérer l'espace et les contraintes de la construction des problèmes auxquels on se propose de chercher des solutions. Il ne convoque que le référent et les outils d'exploration.

Les scientifiques font des observations et échafaudent des théories, modélisent et utilisent des simulations, expérimentent, mesurent, interprètent dans leur cadre théorique ; ils utilisent pour cela des ressources langagières et graphiques, des raisonnements logiques, statistiques, des outils mathématiques. Certains travaillent uniquement dans le registre théorique, ou dans le registre des modèles ; ils soumettent leurs énoncés à des tests de cohérence interne, de consensus sur la base d'argumentations, et de validité par rapport au référent même si ce sont d'autres scientifiques qui se chargent des expérimentations et apportent les questionnements nés de leurs observations ; les sciences se construisent avec l'ensemble de leurs apports.

Le terme « investigation », pour désigner une activité scolaire, met l'accent sur le questionnement. Il permet d'envisager des activités documentaires ou d'enquête pour travailler sur des thèmes où aucune expérimentation n'est accessible, que ce soit pour des raisons matérielles, des raisons inhérentes à la temporalité des phénomènes (en climatologie par exemple) ou des raisons éthiques (relation au vivant). Ce qui est important alors, ce n'est pas ce qui peut être observé ou ce qui peut être mesuré, mais ce qui peut être questionné compte tenu des ressources disponibles pour l'élève et ce qui peut être envisagé pour avancer, progresser. Le registre des ressources est fondamental pour proposer des activités d'investigation qui ne soient pas de l'ordre de l'activisme. L'investigation a

comme but d'enrichir les ressources dont disposera l'élève ultérieurement : concepts, moyens de valider, démarche, raisonnement... La validation des réponses et de leur mode de construction, les modalités de langage pour les énoncer en en cernant la portée, sont des exigences à maintenir pour garantir la « scientificité » du travail.

1.4. Deux approches pour apprendre

Du point de vue de l'apprentissage cette fois, le processus n'est pas unique. Apprendre progressivement, dans un cadre de situations choisies s'oppose dans une certaine mesure à apprendre en se confrontant d'emblée à la complexité. Les constructions ne sont pas forcément de même nature : maîtrise ponctuelle dans un cas, culture pas nécessairement opérationnelle dans l'autre cas.

Deux approches peuvent ainsi être distinguées pour apprendre ; ces approches se côtoient, se croisent, et s'imbriquent :

- ◆ Une approche du simple au compliqué, par capitalisation de pré-acquis et développement de maîtrise dans une « zone proximale de développement » ; au risque de ne jamais arriver à des investigations qui suscitent la curiosité. La zone proximale de développement désigne ce que l'on sait faire avec aide, puis seul par extension de maîtrise. Elle se déplace, s'étend, se rétracte parfois, au cours des apprentissages, tout au long de la vie.
- ◆ Une entrée se heurtant directement à la complexité et opérant par approximations successives. Cette approche tolère explicitement des zones d'ombre ou de flou et des éclairages ponctuels, elle procède par tri et « structuration » de connaissances qui ont au départ des statuts très diversifiés et non questionnés. C'est le cas de l'approche individuelle dans des pratiques de lecture de presse scientifique par exemple, où on ne comprend pas forcément tout, mais où l'intérêt maintenu permet de sortir de sa lecture plus savant qu'on y est entré, même si on ne maîtrise aucune des connaissances, démarches ou techniques dont il a été question dans l'article.

La première s'inscrit dans une perspective de formation de l'esprit, de poursuite d'études scientifiques, avec des objectifs de démarches et de savoir-faire. C'est un registre de « maîtrise » dans un champ bien cerné qu'on élargit progressivement. C'est l'approche en général privilégiée par les programmes scolaires.

La seconde est l'approche préconisée dans des dispositifs tels que les TPE (Travaux personnels encadrés) ; elle ne vise pas la maîtrise. Elle peut assurer une culture nécessaire à tout citoyen avec le risque de ne pas disposer des moyens de lecture critique. C'est aussi l'approche des premières explorations du monde à l'école ou au collège ; le champ des explorations est plus vaste que les seules parties où des éléments seront maîtrisés en quelques séances.

Les connaissances se construisent sans doute en utilisant ces deux approches.

De toute façon, la maîtrise attendue à l'école n'est que dans un champ restreint, non délimité explicitement et elle se fait en rupture avec des idées préalables que l'école ne

prend pas toujours en compte. Ces deux approches ne sont donc pas opposables en continu. Il est néanmoins utile de les distinguer. Dans l'investigation que l'enseignant se propose de lancer, quelle est l'approche privilégiée ?

2. DÉMARCHES PÉDAGOGIQUES POUR LES SCIENCES

2.1. Des démarches différentes ?

Certaines démarches ont été repérées par un nom : démarche « expérimentale », démarche par « résolution de problème » ou par « situation problème ». Elles se sont trouvées une identité en contraste par rapport à d'autres pratiques en se centrant sur l'un des aspects.

La démarche « basée sur l'expérimentation » met l'accent sur le contraste entre expérience faite par l'enseignant et expérience faite par l'élève, elle valorise les travaux pratiques, le recours au mesurage et donc l'acquisition de techniques. Elle ne valorise pas la construction du problème. La démarche « basée sur l'investigation » oppose plutôt questionnement par l'élève d'une part et résultats énoncés par l'enseignant ou ensemble de consignes pour conduire à ces résultats d'autre part. Elle ouvre vers d'autres activités que la seule expérimentation.

En classe, on n'expérimentera pas directement sur le système solaire, les réactions nucléaires, le climat, l'évolution des espèces, la santé, domaines où néanmoins on cherche à faire construire des connaissances par les élèves. Le terme « investigation » a le mérite de recouvrir des activités diverses (recherche documentaire, modélisation, expérimentation, simulation, discussions critiques) et si on y ajoute réalisation, on dispose de types d'activités dans lesquelles engager, en sciences et en technologie, les élèves de l'école et de collège et sans doute bien au-delà.

Cette démarche pédagogique basée sur l'investigation par les élèves se démarque d'une pédagogie « magistrale », qui laisse peu de place à l'activité collective des élèves. L'activité cognitive des élèves, activité incontournable pour une appropriation individuelle, y est davantage « visible », sollicitée explicitement. Cette démarche est compatible avec, ou repose implicitement sur, une théorie de l'apprentissage qui postule que chacun construit ses connaissances (il ne s'agit pas d'un transfert d'objet), que l'on apprend par discussion avec d'autres (pour expliciter et confronter ses idées), mais aussi que l'on apprend avec ce que l'on sait déjà (le registre des ressources). C'est compte tenu de ces ressources, mais aussi compte tenu d'idées préalables qui font obstacle, qu'il peut ou non y avoir « problème » et résolution possible pour les élèves.

Cette « démarche donnant une place à l'investigation » n'est pas exclusive. Elle peut s'articuler à une démarche pédagogique « par résolution de problème », qui se démarque de petits exercices d'application, mais suppose que les « problèmes » sont faciles à appréhender, ou à une « démarche donnant une place à l'expérimentation par les élèves » qui n'indique pas les préalables de cette expérimentation. Chacune met l'accent sur un type d'activité scolaire ; faut-il pour autant oublier les autres ?

Les apprentissages techniques et méthodologiques sans lesquels il n'y aura pas de questionnement expérimental du réel sont de toute façon pris en charge dans des créneaux horaires dûment identifiés. Les liens entre des apprentissages de maîtrise ponctuelle et leur intérêt pour expliquer, prévoir, décrire, gagnent à être explicités. Les apprentissages de la communication et de la discussion sans lesquels il n'y aura pas de validation de connaissances partagées sont trop souvent limités.

Le temps est contraint et les thèmes prévus au programme ne se prêtent pas tous à une investigation fructueuse : certaines questions à traiter sont trop élaborées pour être énoncées par les élèves, le référent n'est pas toujours manipulable, le matériel parfois inaccessible, les techniques ou démarches nécessaires ne sont pas disponibles.

Une démarche qui laisse l'expérience ou la mise en évidence d'un phénomène à la charge de l'enseignant en début de cours par exemple et donne peu de temps au questionnement des élèves a aussi sa place en classe de sciences. Montrer de quoi on parle quand on aligne des symboles sur un tableau, présenter ce à quoi on va se « référer » en proposant une explication, une loi, une théorie, restent les éléments souhaitables autant que faire se peut, même dans une démarche « magistrale », si on garde cette relation à un référent comme caractéristique fondamentale des sciences « expérimentales ».

Apporter en classe un objet insolite, montrer un phénomène non familier sont aussi des éléments importants d'une démarche pédagogique pour faire comprendre l'objet des sciences, même si cela ne fait pas partie des préoccupations de maîtrise et si le temps à consacrer à cet épisode à visée de motivation est forcément restreint.

2.2. Des activités différentes ?

L'« expérimentation » peut être opposée à « recherche documentaire » ; on fait de la recherche documentaire ou on fait une expérience, mais pas les deux en même temps. La distinction entre « expérimentation », « modélisation » ou « simulation » est plus délicate à cerner. La modélisation consiste à créer des liens entre une description d'un phénomène réel et une description du fonctionnement d'un modèle qui le remplace pour traiter certaines questions ou seulement « se représenter ». La simulation reste dans le registre d'un modèle en excluant momentanément le réel ; on peut y expérimenter c'est-à-dire jouer sur des paramètres pour en rechercher l'effet, mais cela ne dit rien directement du réel. Il faudra procéder dans un autre temps à des mises en relation.

On peut par ailleurs distinguer expérimentation et exploration ou familiarisation. Que mettre sous ces termes ?



Un curieux « explore » une bouteille de Klein avec sa vue ou avec son toucher, il regarde cette « bouteille insolite » en essayant de « suivre » les surfaces. Il pourra ultérieurement se demander comment on la remplit puis comment on la vide, et changera alors de type d'activité avec hypothèses et essais. Le futur utilisateur d'un oscilloscope devra se « familiariser » avec l'instrument et avec les phénomènes que cet

instrument permet d'étudier ; il explorera l'effet des boutons, les types de courbes, et construira progressivement des gestes, des ordres de grandeur, des relations entre phénomène et description mathématique.

Le temps de l'exploration d'un objet ou d'un phénomène, de la familiarisation avec des faits ou des gestes est un temps à préserver, qui permet ultérieurement la construction de l'espace du problème et donc l'initiation d'une investigation. Ainsi, les élèves ayant travaillé avec des sabliers se sont aperçu que leurs durées d'écoulement étaient différentes. Cette observation n'est pas première, mais dérivée d'une activité préalable. Ils ont pu ensuite se poser la question sur les raisons et faire des hypothèses ancrées sur leurs observations.

Après utilisation (de sabliers), nous constatons des différences ; comment expliquer que des sabliers durent plus ou moins longtemps ? Peut-être que cela dépend de la quantité de sable, la largeur du goulot, la grosseur des grains de sable, la taille du sablier, la présence de certains colorants, la masse de la poudre.

Ce sont des hypothèses ; pour tester ces hypothèses, on peut faire des expériences.



On peut enfin distinguer expérimentation et construction-résolution de problème. Face à un « canard buveur » qui plonge son bec dans l'eau périodiquement, l'observateur peut s'interroger, s'il a déjà construit l'idée d'impossibilité de mouvement perpétuel, mais le « problème » que cela fait éventuellement naître devra être « formulé » au-delà de l'étonnement ; sa « résolution » ne passe pas par l'expérimentation, mais par la mise en cohérence de connaissances de thermodynamique et de mécanique qui peuvent servir de grille de lecture aux événements, jusqu'à un raisonnement satisfaisant qui ne pourra qu'être soumis à confrontation avec des interlocuteurs plus ou moins exigeants. L'exploration libre, la familiarisation avec les objets et les phénomènes sont souvent un préalable nécessaire à une expérimentation organisée par des hypothèses ; penser « investigation » peut permettre d'y passer un peu de temps.

2.3. Des postures diverses pour construire un nouveau rôle d'enseignant

Les tâches proposées par les enseignants invitent les élèves à un « type » d'activité. Elles relèvent d'un choix préalable à la séance de classe, effectué lors de la préparation. Pour ne pas perdre la logique de l'activité, l'enseignant va devoir sur place assurer son rôle en mettant en jeu des « postures » compatibles avec l'activité prévue.

Selon que l'enjeu majeur retenu est de « maîtrise » ou de « lecture », selon que les élèves sont engagés dans des activités d'exploration, de familiarisation, d'investigation, d'expérimentation, de recherche documentaire, l'enseignant ne construit pas forcément

son rôle avec les mêmes « postures ». Il peut accepter de ne pas être le meneur, pas même l'expert, pendant certains moments. Il reste néanmoins l'enseignant ; c'est son « rôle ». Il reste responsable des apprentissages qu'il doit pouvoir repérer et du temps qu'il y consacre, dont il doit pouvoir rendre compte.

Conducteur (proposant des actions) ou accompagnateur (attendant les propositions des élèves pour les leur faire discuter), tuteur (dirigeant vers des objectifs qu'il s'est fixés) ou médiateur (prêt à réorienter pour profiter du chemin choisi par les élèves), il laisse plus ou moins d'initiative aux élèves, guide et oriente plus ou moins.

C'est toute une panoplie de « gestes professionnels » qui est à construire : laisser explorer jusqu'à quand ? mener un débat et le clore sans « abus de pouvoir », faire expliciter une conclusion valide compte tenu de ce qui a été fait dans la classe et situer cette conclusion par rapport à celle des scientifiques, faire confronter des arguments sans être nécessairement la référence experte.

Le choix des postures doit être cohérent avec le choix d'enjeu privilégié et le choix de type d'activité.

3. DES ALTERNANCES À CRÉER

3.1. Les raisons des choix

Démarche « magistrale », démarche conduisant les élèves dans leur expérimentation, démarche laissant plus de place à l'investigation vont s'alterner au cours de l'année, voire au cours d'une même séance. C'est plutôt rassurant : on peut commencer à se lancer dans une démarche nouvelle sans bouleverser tous ses repères, toutes ses habitudes, et donc construire progressivement des gestes et des postures qui deviendront familiers.

Les travaux de recherche ont montré que les choix opérés par l'enseignant sont liés :

- ◆ *à la nature des contenus enseignés* : en classe de quatrième, la chimie se prête par exemple à des activités de modélisation, dans lesquelles les élèves peuvent discuter leurs propositions, alors que l'apprentissage de l'utilisation d'un appareil de mesure en électricité sera en général plus guidé par le professeur.
- ◆ *à la représentation qu'il a de sa discipline* et des concepts fondamentaux qui la fondent. Ainsi, il peut privilégier certains contenus pour les travailler de façon plus approfondie, en traiter d'autres plus rapidement, de façon plus frontale, ou en éliminer certains.
- ◆ *à la palette des procédures dont il dispose*, s'appuyant sur son expérience professionnelle, ses connaissances et savoir-faire didactiques et disciplinaires.
- ◆ *à la façon dont il se représente les processus d'apprentissage* de ces contenus par les élèves (difficultés ou obstacles qu'il a repérés, situations dans lesquelles les élèves s'impliquent...).
- ◆ *à l'ensemble des contraintes extérieures* liées à l'organisation institutionnelle, notamment dans ses dimensions temporelles, aux caractéristiques des élèves, aux attentes de l'entourage (professionnel ou familial des élèves).

3.2. Des questions en suspens

Il reste beaucoup de questions en suspens, pour lesquelles des recherches pourront apporter des éléments sur la base des compétences de ceux qui ont une pratique. C'est avec ces éclairages que le passage du prescrit au réel des classes peut être régulé. Les questions qui se posent dans le quotidien des enseignants sont légitimes et n'ont pas de réponse immédiate. C'est un problème de professionnel à gérer sur le long terme en s'appuyant sur les enseignants eux-mêmes et l'explicitation des problèmes qu'ils peuvent exprimer et discuter.

Quelle vision globale de l'enseignement d'une année scolaire ont les enseignants lorsqu'ils s'y engagent ? Ont-ils des possibilités d'improvisation, de réagir à l'imprévu ?

De quelles procédures de régulation disposent-ils ? Quelle évaluation mettent-ils en place au long de l'année pour suivre les apprentissages ou les progrès des élèves sur différents aspects ? Sur quoi passent-ils beaucoup de temps, pour en gagner ailleurs ? selon quelles modalités ? par exemple des reprises périodiques, un temps important consacré au départ à une question (ou un concept, ou une procédure) qu'on juge importante ?

CONCLUSION

En mettant l'accent sur le questionnement de l'élève, une démarche basée sur « l'investigation » renoue des liens avec les idées préalables des élèves et leur dépassement souhaité, éventuellement en faisant naître des intérêts nouveaux. Elle permet aussi de ne pas réduire les enjeux affichés pour un enseignement scientifique à la seule formation de futurs scientifiques et permet de prendre en compte celui de culture scientifique que ce soit en tant que futur citoyen ou en tant que personne intéressée. Elle tient compte de la diversité des démarches scientifiques, mais aussi des approches individuelles d'apprentissage.

Nous avons essayé de situer les activités scolaires d'investigation par rapport à d'autres types d'activités, soit moins prises en compte (familiarisation), soit plus habituelles (expérimentation, résolution de problème), et par rapport à celles mises en œuvre dans la construction des sciences par les scientifiques, de façon à repérer des raisons de diversification.

Nous avons surtout essayé de ne pas considérer cette démarche comme monolithique, nous avons au contraire pointé la nécessité de diversification pour assurer les enjeux différents affichés par l'institution, faire vivre aux élèves des approches diverses des sciences et tenir compte du fait que le temps scolaire est contraint. Certains chapitres ne gagnent rien à être envisagés de cette façon, gardons du temps pour une investigation réelle sur des champs où les ressources des élèves permettent des questions traitables en limitant les risques d'activisme et d'absence de validation. L'équilibre est difficile à trouver.

La curiosité est parfois considérée comme innée et à préserver, elle peut aussi être considérée comme à faire acquérir grâce à des activités créatrices.

BIBLIOGRAPHIE

Pour aller plus loin, nous vous proposons :

- ◆ Écrire pour comprendre les sciences. *Aster*, 2001, n° 33.
- ◆ Sciences, techniques et pratiques professionnelles. *Aster*, 2002, n° 34.
- ◆ Hétérogénéité et différenciation. *Aster*, 2002, n° 35.
- ◆ Interactions langagières. *Aster*, 2003, n° 37.
- ◆ ASTOLFI J.-P. Quelques logiques de construction d'une séquence d'apprentissage : l'exemple de la géologie à l'école élémentaire. *Aster*, 1991, n° 13, p. 157-186.
- ◆ ASTOLFI J.-P. & al. *Mots-clés de la didactique des sciences*. Paris-Bruxelles : De Boeck Université, 1997.
- ◆ ASTOLFI J.-P. *Le métier d'enseignant entre deux figures professionnelles*. In J.-P. ASTOLFI (dir). Éducation et formation ; nouvelles questions, nouveaux métiers. Paris : ESF. 2003, p. 23-52.
- ◆ MARTINAND J.-L. La culture scientifique des non-scientifiques. *Actes des 3^{es} journées Paul Langevin*, 1995, p. 61-64.
- ◆ MARTINAND J.-L. (coord). *Découverte de la matière et de la technique*. Paris : Hachette Éducation, 1995.
- ◆ PERRENOUD P. La communication en classe : onze dilemmes. *Cahiers pédagogiques*, septembre 1994, p. 326.
- ◆ PERRENOUD P. *Enseigner : décider dans l'urgence et agir dans l'incertitude*. Paris : ESF, 1996.
- ◆ VERIN A. Enseigner de façon constructiviste, est-ce faisable ? *Aster*, 1998, n° 26, p. 133-153.
- ◆ LARCHER C. et BEAUFILS D. (dirs). L'expérimental dans la classe. *Aster*, 1999, n° 28.
- ◆ LARCHER C. (dir). *Les activités expérimentales dans la classe. Enjeux, références, fonctionnements, contraintes*. Paris : INRP, 2003.
- ◆ PETERFALVI B. Les obstacles et leur prise en compte didactique. *Aster*, 1997, n° 24, p. 3-11.
- ◆ XYZEP. *Bulletin du centre Alain Savary*, 2003, n° 16-17.



Claudine LARCHER
 Professeur des universités
 UMR STEF - ENS Cachan - INRP
 La main à la pâte



Brigitte PETERFALVI
 Ingénieur de recherche
 UMR STEF - ENS Cachan - INRP