

P
PROFESSION
ENSEIGNANT

Enseigner l'expérimental en classe

POUR UNE VÉRITABLE ÉDUCATION SCIENTIFIQUE

Gérard De Vecchi

hachette
ÉDUCATION

PROFESSION
ENSEIGNANT

Enseigner l'expérimental en classe

POUR UNE VÉRITABLE ÉDUCATION SCIENTIFIQUE

Gérard De Vecchi



HACHETTE
Éducation

L'auteur

Gérard De Vecchi est agrégé, docteur en didactique des disciplines, maître de conférences en sciences de l'éducation et formateur d'enseignants (de la maternelle à l'université) depuis de nombreuses années. Il mène depuis la fin des années 1970 des recherches sur les pratiques de l'enseignement et la didactique des sciences.

Du même auteur

André Giordan, Gérard De Vecchi, *Les Origines du savoir, Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*, Delachaux-Niestlé, 1987.

Gérard De Vecchi et Nicole Carmona-Magnaldi, *Faire construire des savoirs*, Hachette, 1996.

Gérard De Vecchi, *Aider les élèves à apprendre*, Hachette, nouvelle éd. 2000.

Gérard De Vecchi, André Giordan, *L'Enseignement scientifique : comment faire pour que « ça marche » ?*, Delagrave, nouvelle éd. 2002.

Gérard De Vecchi et Nicole Carmona-Magnaldi, *Faire vivre de véritables situations-problèmes*, Hachette, 2002.

Gérard De Vecchi, *Une banque de situations-problèmes, tous niveaux* (2 tomes), Hachette, 2004 et 2005.

Gérard De Vecchi (sous la dir. de), Brigitte Brunel, Sylvie Giraud, Annie Lendrin, Marie Pelloux, *Sciences de la Vie et de la Terre 6^e*, Delagrave, 2005.

Gérard De Vecchi (sous la dir. de), Brigitte Brunel, Marie Pelloux, *Sciences de la Vie et de la Terre en 20 situations-problèmes, classe de 5^e*, Delagrave, 2006.

Gérard De Vecchi, *Un projet pour... enseigner le travail de groupe*, Delagrave, 2006.

Gérard De Vecchi, Michelle Rondeau-Revelle, *Un projet pour... favoriser la relation maître-élèves*, Delagrave, 2006.

Nos plus vifs remerciements à Vincent Bugeat, Nicole Carmona-Magnaldi, Nicole Chomilier, Christophe Lab, Marie-Odile Lefranc et Michelle Rondeau-Revelle pour l'aide précieuse qu'ils nous ont apportée.

Réalisation intérieur : Domino

Réalisation couverture : Pascal Plottier

© HACHETTE LIVRE 2006, 43 quai de Grenelle, 75905 Paris CEDEX 15

www.hachette-education.com

ISBN : 978-2-0118-1552.1

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés pour tous pays.

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes des articles L.122-4 et L.122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective », et, d'autre part, que « les analyses et les courtes citations » dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite ».

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français de l'exploitation du droit de copie (20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris) constituerait donc une contre-façon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Sommaire

Ne soyons plus des <i>éteigneurs de réverbères</i> !	5
--	---

Glisser du factice et du stéréotypé... à de vraies démarches expérimentales

1. Des représentations... tout à fait significatives !	13
2. Les manuels nous aident-ils vraiment à « expérimenter » en classe ?	23
3. Ça a l'odeur, le goût de l'expérimental... mais ce n'est pas de l'expérimental !	31
4. « OHERIC » décrié... mais toujours autant utilisé !	41
5. Vers une première définition de la démarche expérimentale en classe	49
6. <i>Une</i> ou <i>des</i> démarches expérimentales ?	55
7. Quelques exemples simples de démarches expérimentales	67

La démarche expérimentale : des moments véritablement connus ?

8. L'observation peut-elle être objective ?	75
9. L'observation est première... vraiment ?	83
10. « La science naît dans les problèmes et finit dans les problèmes »	93
11. C'est un vrai problème pédagogique que de faire émerger et formuler un problème !	103
12. Les hypothèses : suppositions ou pivot de la démarche expérimentale ?	111
13. Une hypothèse « vraie »... cela n'existe pas !	123
14. Et, pédagogiquement, quelle attitude avoir face aux hypothèses ?	129
15. Des montages... à concevoir : une des clés de l'expérimental ?	139
16. Si les élèves conçoivent... quel est le rôle du maître ?	147
17. Des résultats... mais surtout de la rigueur !	161
18. Des interprétations auxquelles l'on ne fait dire... que ce qu'elles peuvent dire	169
19. Pour une pensée critique. Les futurs adultes : des chercheurs qui doutent ou des fanatiques qui imposent ?	177
20. Communiquer... à ses pairs	189
21. Généraliser, structurer, valider : pas seulement des mots !	199
22. Utiliser des « modèles »... en les relativisant	205
23. Vers l'élaboration de modèles explicatifs abstraits	213

De la prise de sens à l'acquisition d'une culture	
24. Privilégier les approches par situations-problèmes ?	221
25. Une évaluation qui a du sens	231
26. Des outils pour évaluer des compétences ?	239
27. Une synthèse de la démarche expérimentale au plan pédagogique	247
28. De la démarche expérimentale... à l'apprentissage d'une démarche citoyenne ?	253
29. Une ouverture pour prolonger la réflexion... Petit historique de l'expérimental	261
<i>Et pour conclure... De l'utilisation des techniques à l'acquisition d'une culture</i>	279
Bibliographie	283

Dans la plupart des classes, les élèves ne font pas de sciences
expérimentales mais réalisent une succession d'activités
dont les contenus ont une connotation scientifique. Ces exercices
sont de plus en plus variés, sophistiqués, originaux même... mais
ce sont toujours des exercices. Et *être scientifique* ne consiste pas
à faire des exercices !

Toute acquisition réelle ne remplit pas une case, ou ne fait pas
monter le niveau d'un cran... mais a un retentissement
sur la personne. Si les connaissances acquises en sciences
expérimentales ne permettent pas aux élèves d'*être* et d'*agir, sur eux
et sur le monde*, faire des sciences ne sert à rien !
Gérard DE VECCHI

Ne soyons plus des éteigneurs de réverbères!

Où en est l'image de la science aujourd'hui ? Et son enseignement est-il à la hauteur de ce que l'on attend d'elle ? Voilà deux questions qu'il semble logique de se poser en ce début de XXI^e siècle !

Quand la société « fait des sciences »

Aujourd'hui, il existe une **grande confusion** autour de l'idée de « **faire des sciences** ». Les médias qui définissent nos opinions, pour ne pas dire nos connaissances, nous en montrent-ils le chemin ?

« Faites de la science : une exposition sur le voyage dans l'espace, les salles de découverte sur le Soleil et un planétarium. À partir de 8 ans¹. »

Ou même : « La science dans tous les sens : le spectacle *Les pigeons de Penzias et Wilson ou la première seconde* par la compagnie 400 pages. À partir de 12 ans. »

Faire des sciences, est-ce entrer dans le spectaculaire à travers des expositions ou des pièces de théâtre ? Bien sûr, nous n'avons rien contre ces manifestations... mais personne n'y *fait* des sciences !

On estime aussi que la science est faite pour répondre aux questions que l'on se pose. Peut-être un peu, mais ne nous méprenons-nous pas ? Un astre pose aux *astronomes* dix questions qui renvoient non pas à dix réponses mais à mille autres questions. Ce sont les *astrologues* qui ont réponse à tout ! Et on sait la place de plus en plus grande que prennent les *pseudo-sciences* aujourd'hui !

Enfin, la science frise parfois le ridicule. Chaque année, un jury de l'université Harvard de Boston nous le montre largement. Elle décerne les prix « Ig Nobel » (Ig venant de *ignominious*). Par exemple en 2002, en physique, on a couronné Arndt Leike, de l'université de Munich, pour ses travaux sur la « désintégration exponentielle de la mousse de bière » (il a montré que les petites bulles de bière disparaissent avant les grosses !). Le prix Ig Nobel de biologie, décerné à l'Anglais Charles Paxton, se rappor-

1. Évry – Planète Science Île-de-France, 2004.

tait à une étude démontrant que « la présence d'humains suscite une excitation sexuelle chez les autruches ». Et, en médecine, c'est le Britannique Chris MacManus, pour ses recherches sur « l'asymétrie du scrotum chez l'homme et dans la sculpture ancienne », qui a été primé ! Ce n'est pas cela qui donnera ses lettres de noblesse à la recherche fondamentale et qui justifiera les crédits que beaucoup réclament !

UNE IMAGE DE LA SCIENCE QUI NORMALISE, ACCUMULE, DÉGOÛTE, EXCLUT

Beaucoup d'auteurs se sont exprimés sur ce sujet.

Elle normalise. Même au plan scientifique, on assiste à une montée en puissance d'une pensée unique. L'époque a perdu le goût du questionnement, elle veut des réponses. Tout ce qui est critique ou complexe est sous l'étouffoir. Il nous reste la liberté d'expression mais notre *liberté d'interprétation* est gravement menacée¹. Le marché veut des livres sans vocabulaire, sans idées, sans subversion. Le grand public est de plus en plus grand public et de moins en moins cultivé².

Elle accumule. C'est le reflet de notre culture scientifique... et de notre pédagogie, en France peut-être encore plus qu'ailleurs ! Battons-nous contre ce qu'Edgar Morin appelle la « culture d'encylopédants » ! Ne peut-on pas limiter nos ambitions en ce qui concerne les contenus, plutôt que d'entrer dans les traditionnels discours antipédagogiques tenus par ceux qui sont... particulièrement incultes sur ce plan ?

Elle dégoûte. Et pourtant, il est dans la nature humaine d'éprouver le *besoin de savoir* ! En effet, « il s'agit bien d'un besoin, c'est-à-dire d'une tension éprouvée comme un manque et appelant une réponse, et non comme on le croit trop souvent, d'une simple curiosité »³.

Mais, comment estimer les scientifiques qui entrent dans une course aux brevets, aux publications et qui travaillent pour les lobbies industriels ? Comment avoir confiance et aimer une science qui s'allie avec des pôles militaires et financiers ? « Être scientifique est simplement être homme », a dit Albert Jacquard.

Elle exclut. Les disciplines scientifiques servent à sélectionner les élèves. La physique, par exemple, accorde encore une prépondérance à l'approche mathématique même si, au lycée, elle a considérablement allégé ses exigences. De plus, elle utilise beaucoup les manipulations, tout en présentant de grandes faiblesses au plan expérimental. Tout cela handicape bon nombre d'élèves. Le fait de présenter d'une manière complexe la science éloigne et décourage beaucoup de personnes qui, ainsi, ne s'occupent plus des problèmes actuels.

1. D'après Paul Virilio, *La Bombe informatique*, Galilée, 1998.

2. D'après deux formules de Michel Onfray. Voir son ouvrage : *Les Vertus de la foudre*, Grasset, 1998.

3. Jacques Billard, *Le Pourquoi des choses*, Nathan, 1994.

Quand l'enseignement « fait des sciences »

Les jeunes enfants éprouvent un très grand intérêt pour les sciences. Mais, curieusement, celui-ci ne cesse de diminuer dès qu'on l'introduit dans l'enseignement... jusqu'à arriver au lycée ou, de plus en plus souvent, la finalité du cours (son objectif général)... c'est la fin du cours (son terme)! Cette perte d'intérêt est-elle *naturelle*? Pourtant, la motivation existe à l'extérieur du collège ou du lycée et elle reprend même parfois lorsque les études (vécues comme accablantes) sont terminées!

Que l'on soit instituteur ou professeur des écoles, enseignant en physique ou en sciences de la vie et de la Terre... notre métier est bien difficile. Le plus souvent, comme nous le disait une jeune enseignante en SVT: « Pendant quarante ans je vais enseigner les sciences à des adolescents... et on ne m'a pas appris ce qu'étaient les sciences, ni ce que sont les adolescents »!

Notre culture pédagogique, et cela particulièrement en France, est largement imprégnée du *syndrome du kouglof*, en référence à ce gâteau alsacien accumulant les ingrédients pour, soi-disant, être meilleur! On nous a surtout habitués et on nous incite encore à amasser des savoirs plutôt qu'à passer un peu plus de temps à les construire!

On ne s'étonnera donc pas des résultats des différentes enquêtes comparatives internationales faites régulièrement: **la France est dans le peloton... de queue!** Si les élèves sont relativement performants (relativement seulement!) par leurs réponses à des questions fermées, ils se placent très loin pour la résolution des problèmes pratiques, les prises d'initiatives et la transférabilité des savoirs! On a donné aux élèves des éléments ponctuels ne servant pas les idées générales... et des idées générales ne s'appuyant sur rien de pratique!

Et les sciences « expérimentales », n'est-ce pas encore pire? Mais, tout d'abord, cette **attitude expérimentale**, que nous devrions faire intégrer aux élèves, la possédons-nous... nous-mêmes? Nous verrons quelles sont les conceptions les plus communes, chez de nombreux enseignants, et comment elles empêchent de *vraiment* faire expérimenter les élèves! Par exemple, pour beaucoup, la « méthode expérimentale », c'est... la Bible (ou le Coran, ou la Torah!). Mais sommes-nous réellement certains que ce soit une démarche adaptée à l'enseignement? Et si la plupart des manuels scolaires employaient le terme d'*expérience* d'une manière abusive?

UN CHOIX SURANNÉ... OU UN NAUFRAGE DE L'INTELLIGENCE ?

Certains manuels, même très récents, même en physique, n'incitent pas vraiment les élèves à manipuler, et à plus forte raison à expérimenter !

Ils ne fonctionnent que par *questions-réponses*... avec un court *résumé* en fin de grande partie.

Par exemple, sur un sujet aussi ouvert à la manipulation que « L'eau gèle », un manuel¹ propose :

- une photo de réfrigérateur ouvert avec un bac à glaçons ;
- des aliments surgelés ;
- des poissons sur de la glace ;
- des images de neige, de givre et de glace dans la nature (par exemple arbres couverts de neige...).

À chaque fois une série de questions est posée... et rien d'autre !

« Qu'a-t-on mis dans ce bac pour fabriquer des glaçons ? Que s'est-il passé dans le réfrigérateur ? Que vont devenir les glaçons une fois sortis du réfrigérateur ? »

Dans la *totalité* de la partie relative à la physique (très limitée dans l'ouvrage), *une seule* incitation à *faire* (et encore !) : « Que se passe-t-il quand tu souffles avec une paille dans un verre d'eau ? » ! En fait, il s'agit d'une simple demande noyée (c'est le cas de le dire) au milieu d'une série de questions, et il semble que l'intention des auteurs ne soit pas de *faire réaliser* mais seulement d'obtenir une réponse à l'interrogation formulée !

Et la rigueur n'est même pas respectée : sous le titre « La *glace* dans la nature », on présente, entre autres, un paysage de... *neige* !

Alors !

Que signifie vraiment « faire des sciences » ?

Et qu'est-ce qu'une « démarche expérimentale » ?

Un véritable enseignement expérimental est-il possible ?

Expérimenter, c'est, par définition, avoir recours à l'expérience. Celle-ci a donc sa place dans l'enseignement scientifique... mais laquelle (ou plutôt lesquelles) ? « Quelle expérience de l'expérience voulons-nous faire acquérir aux élèves² ? »

De plus, « on croit former l'esprit du jeune en l'emplant de connaissances, alors qu'il s'agit d'abord de le vider des idées fausses

1. Sophie Le Callennec (sous la direction de), *Découverte du monde, cycle 2*, Hatier, 2000.

2. Jean-Yves Cariou, « La formation de l'esprit scientifique – trois axes théoriques, un outil pratique : DiPHTeRIC », *Biologie-Géologie* n° 2, 2002.

qui l'encombrent¹... » On retrouve là les idées de Karl Popper : « Les démonstrations les plus convaincantes sont celles qui établissent qu'une idée est fausse². »

En fait, notre enseignement repose sur une **conception de la démarche scientifique vieille d'un siècle**. « Partant de quelques constatations issues de l'observation "immédiate", ou bien de l'expérience, elles échafaudent tout un édifice théorique. Puis, de temps à autre, ces pratiques parsèment leurs propos de quelques expériences destinées à illustrer un long raisonnement déductif³. » Quant à l'utilisation de *protocoles*, comportant parfois plusieurs pages, l'élève exécute une série de gestes qui n'ont aucun sens pour lui.

Chez les non-spécialistes, cela aboutit essentiellement à une **accumulation de faits, de mots vides de sens et de stéréotypes**, souvent erronés. Beaucoup d'adultes ignorent que la Terre met un an pour tourner autour du Soleil (28 % croient qu'elle met un jour !), que les électrons sont plus petits que les atomes (63 %), que toute radioactivité n'est pas artificielle (20 %), que les antibiotiques ne tuent pas à la fois les virus et les bactéries (50 %), que l'homme descend des animaux (25 %) et qu'il ne vivait pas au temps des dinosaures (25 %) ... Cela semble incroyable ! Mais il est vrai que nombreux sont ceux qui pensent encore que pour « être cultivé », il n'est pas nécessaire d'avoir des connaissances scientifiques : la littérature, les arts, l'histoire, la géographie... et maintenant le sport et la connaissance des émissions télévisées suffisent ! Pourtant, les chercheurs tentent de parler aux citoyens... mais les citoyens ne leur répondent pas ! Ils se sentent rejetés et impuissants.

Le moins que l'on puisse dire, c'est donc que notre enseignement scientifique et technique n'est plus adapté à la société d'aujourd'hui ! **Il lui manque l'affectif, la relation à l'objet et une place pour l'imaginaire et l'invention.**

Si ces objectifs sont délaissés, les sciences nous rejettent et nous rendent impuissants.

Et « La main à la pâte », un mouvement pédagogique qui a eu le mérite de débloquer l'enseignement scientifique... ? Mais comment est-il compris et reçu sur le terrain ? Mettre la main à la pâte ne suffit pas ! L'activité seule de l'élève est *nécessaire* mais non *suffisante*.

Et si beaucoup d'activités scientifiques... n'étaient pas de réelles activités scientifiques ?

1. André Giordan, *Une didactique pour les sciences expérimentales*, Belin, 1999.

2. Karl Popper, *La Logique de la découverte scientifique*, Payot, 1973.

3. André Giordan, *Une didactique pour les sciences expérimentales*, op. cit.

Comment vivre une démarche expérimentale... et peut-on la faire réellement vivre à l'école, au collège, au lycée ? Si cela est possible, **que faire pour que l'enseignement expérimental soit un moteur au développement de vraies compétences et à l'acquisition d'une nouvelle attitude scientifique ?** Comment passer d'une technique pédagogique bien huilée... mais tournant un peu à vide, à une approche expérimentale qui soit vécue comme telle par les élèves ? Enfin, faut-il aller vers le « tout expérimental », comme certains le préconisent, même si, parfois, l'expérimental est difficilement possible (nous pensons en particulier à la biologie) et même peu souhaitable car il remet en cause certaines règles d'éthique ?

Nous abordons là un sujet complexe, lié à la philosophie et aux valeurs de chacun. Nous allons tenter de le présenter simplement, tout en l'abordant en profondeur, avec **beaucoup d'exemples simples** pour être compris par l'ensemble des enseignants qui ne sont pas tous des spécialistes de la physique ou de la biologie ! L'expérience nous a montré que le transfert à des activités pour grands élèves était facile à réaliser.

1

Glisser du factice et du stéréotypé... à de vraies démarches expérimentales

SOMMAIRE

Des représentations... tout à fait significatives !	► 13
Les manuels nous aident-ils à vraiment « expérimenter » en classe ?	► 23
Ça a l'odeur, le goût de l'expérimental... mais ce n'est pas de l'expérimental !	► 31
«OHERIC» décrié... mais toujours autant utilisé !	► 41
Vers une première définition de la démarche expérimentale en classe	► 49
Une ou des démarches expérimentales ?	► 55
Quelques exemples simples de démarches expérimentales	► 67

