

SERGE BLOCH POUR LA RECHERCHE

DR - LUDOVIC MARIN / AFP - DR



Estelle Blanquet
DIDACTICIENNE DES SCIENCES, présidente de la commission enseignement de la Société française de physique (SFP).



Serge Haroche
PHYSICIEN, prix Nobel de physique en 2012, il est membre de la SFP et professeur émérite au Collège de France.



Daniel Rouan
ASTROPHYSICIEN, président de la SFP, il est directeur de recherche CNRS émérite.

Mieux former les enseignants du primaire aux sciences

L'affaiblissement du niveau des élèves français en mathématiques et en sciences est de plus en plus flagrant avec chaque nouvelle enquête internationale sur le sujet. Il fait peu de doutes qu'un enseignement de qualité, dès le plus jeune âge, contribuerait à améliorer la situation. Cela passe nécessairement par une meilleure formation des professeurs du primaire dans ces disciplines. Un sacré défi quand on sait que celle-ci est réduite à la portion congrue dans le cadre de leur cursus universitaire.

Commençons par quelques chiffres qui donnent l'étendue des enjeux et des difficultés d'un enseignement des sciences et des mathématiques de qualité dès l'école primaire : les élèves français en fin de CM1 figurent en avant-dernière position des pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) participant à l'étude internationale TIMSS 2019 en sciences – seul le Chili est derrière nous. Et ce n'est pas mieux en mathématiques. Les résultats sont similaires en fin de quatrième : la France n'y amène que 3 % de ses élèves au niveau « avancé » en sciences, alors qu'ils sont en moyenne 10 % dans les pays de l'Union européenne et de l'OCDE. L'étude internationale PISA 2018 (élèves en fin de troisième) et les études françaises Cedre du ministère de l'Éducation nationale fournissent des résultats analogues (1). Cet affaiblissement se traduit aussi dans le supérieur. Certaines classes préparatoires scientifiques en province éprouvent désormais des difficultés à recruter des élèves de bon niveau. De même, de nombreux responsables de formation et enseignants en première année dans l'enseignement supérieur font régulièrement part des profondes

lacunes en mathématiques et en sciences des étudiants qu'ils accueillent dans leurs formations universitaires, comme ce fut souligné lors de la journée « Adaptation des nouveaux bacheliers dans les parcours de physique », organisée par la Société française de physique (SFP) à Nice, en juillet 2022. Une tendance que confirment les premiers résultats du QCM de positionnement mis à disposition de tous les enseignants en première année post-bac (et désormais en terminale) par la SFP, pour les aider à repérer les fragilités de leurs étudiants et mieux les dépasser (2).

UNE MÉFIANCE CHEZ LES JEUNES

La situation n'est pas nouvelle. Les sociétés savantes, tout comme l'Académie des sciences et celle des technologies, alertent depuis longtemps sur les risques qu'elle implique, non seulement pour la formation de futurs citoyens éclairés dans un monde aujourd'hui largement dépendant des sciences et de la technologie, mais aussi pour le développement économique du pays (3).

Les recherches en didactique des sciences pointent depuis plus de trente ans la méconnaissance, par les jeunes du monde entier, du fonctionnement de la science (4), et les rapports européens se succèdent pour alerter sur les risques associés en termes, en particulier, de citoyenneté et de rapport au savoir (5). Des sondages récents ont aussi montré chez les jeunes une méfiance bien plus importante que chez leurs aînés envers les connaissances scientifiques, voire chez certains une remise en cause de la façon dont ces connaissances se construisent, alors même qu'ils n'en ont qu'une compréhension limitée. Pour ne citer que quelques exemples tirés d'une enquête IPSOS de 2021 sur les jeunes et la science, 47 % d'entre eux pensent que « la réalité du réchauffement climatique n'a toujours pas été démontrée scientifiquement jusqu'à maintenant », un sur six pense que la Terre pourrait être plate et un sur quatre doute de la théorie de l'évolution (6).

Comment inverser la tendance ? Il n'existe pas de solution unique, mais il y a peu de doutes sur le fait qu'un enseignement des sciences de qualité, dès le plus jeune âge, contribuerait

à améliorer la situation. C'est d'ailleurs l'une des recommandations fortes émises, récemment, par la Commission européenne. À ce jour, celle-ci n'a pas été suivie par la France, au contraire d'autres pays européens – à commencer par ceux dont les élèves sont dans les premières places des classements internationaux. Les recherches en didactique montrent pourtant qu'il est possible aux enfants dès 4-5 ans de s'approprier des concepts et des éléments de démarche scientifique, de donner la primauté à l'expérience en cas de contradiction entre les faits observés et un discours, de tester la reproductibilité et la robustesse d'une expérience avant de conclure, ou encore de naviguer entre le monde physique et ses représentations (7). En outre, l'appétence pour les sciences des élèves de primaire en France est une réalité : par exemple, neuf élèves sur dix disent aimer faire des expériences scientifiques et ils sont autant à souhaiter en faire davantage (8).

39 HEURES DE FORMATION EN FRANCE, PRÈS DE 600 EN SUÈDE

Comment alors expliquer ce décalage entre goût pour les sciences et performances des écoliers ? Dans l'enquête TIMSS 2019, les enseignants français dont les élèves ont été sondés déclarent consacrer, sur une année scolaire, 47 heures à l'enseignement des sciences, soit un déficit de 35 % sur les 72 heures annuelles prévues dans les programmes scolaires. Les raisons invoquées sont multiples mais, au final, une minorité d'enseignants (deux sur dix) disent aborder tous les domaines et traiter tous les points des programmes ; quatre sur dix admettent qu'ils ne réalisent que rarement ou jamais des expérimentations. En comparaison, les enseignants français sont moins nombreux que leurs collègues européens à déclarer se sentir « à l'aise » ou « très à l'aise » lorsqu'il s'agit de : proposer en sciences un travail plus complexe aux élèves qui réussissent le mieux (18 % contre 53 % en moyenne dans les autres pays européens) ; améliorer la compréhension des sciences des élèves en difficulté (45 % contre 68 %) ou encore expliquer les concepts ou les principes scientifiques en faisant des expériences (47 % contre 62 %) (9).

À Paris, en 2019, seuls 4,6 % des candidats au master enseignement en primaire avaient une licence en sciences

La formation des enseignants du primaire à l'enseignement des sciences constitue donc un enjeu crucial si l'on souhaite modifier la situation actuelle. Pourtant, depuis quelques années, cette formation est le parent pauvre, tant en formation initiale qu'en formation continue. Le cadrage national du contenu des masters « Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation » (MEEF) premier degré – qui ont pour objectif de former les futurs enseignants du primaire – a ainsi conduit la plupart des INSPÉ (Institut national supérieur du professorat et de l'éducation, 36 établissements pour 30 académies), depuis la rentrée universitaire 2021, à réduire à quelques heures la formation des aspirants enseignants aux disciplines scientifiques et à leur enseignement. Un sondage réalisé auprès de 22 INSPÉ révèle que la formation scientifique obligatoire des futurs enseignants du primaire y est en moyenne de 39 heures sur deux années complètes, ce que confirme le récent rapport de l'Inspection générale de l'éducation, du sport et de la recherche (IGÉSR) (10). Leur formation en physique-chimie-astronomie représente ainsi treize heures, soit à peine 1,5 % du total des 850 heures de formation d'un master. Il en va de même pour les sciences de la vie et de la Terre et pour la technologie. Pour comparaison, en Suède, il n'est pas rare que les enseignants du primaire bénéficient d'une formation en sciences de près de 600 heures (ils sont formés en trois années).

Disons-le clairement : treize heures sont un volume horaire qui frôle le ridicule, *a fortiori* lorsque l'on sait que moins de 14 % des étudiants dans les INSPÉ ont reçu une formation universitaire scientifique. À l'INSPÉ de Paris par exemple, en 2019, sur 1 014 candidats au master MEEF mention premier degré, 47 avaient une licence en sciences, soit 4,6 %. Les résultats du QCM de la SFP adapté aux étudiants MEEF pre-

Une année scolaire consacrée à la physique

Aujourd'hui, le besoin de connecter les scientifiques et la société est de plus en plus impérieux : la culture scientifique se fragilise de manière générale, la perte de confiance dans les faits scientifiques et dans l'utilité de la science empêche que suffisamment de jeunes s'engagent dans les études et les carrières scientifiques nécessaires pour relever les défis de demain. Cinq partenaires de poids se sont unis à l'automne 2022 pour lancer une opération désormais sur des rails :

faire de l'année scolaire 2023-2024 une année consacrée à la physique, au travers d'actions de médiation scientifique vers le public scolaire et le grand public. Il s'agit du ministère de l'Éducation nationale et de la Jeunesse, du CEA, du CNRS, de France Universités et de la Société française de physique. Plusieurs autres partenaires les ont rejoints ou continuent de le faire, comme des sociétés savantes, des associations d'enseignants, l'Académie des sciences

ou des fondations comme La main à la pâte. Il s'agit de déployer de nombreux dispositifs de culture scientifique en physique sur tout le territoire, avec l'objectif de promouvoir une image attractive de la discipline, qui est l'objet de recherches intenses, à la fois fondamentales et appliquées, couvrant de très nombreux champs de la connaissance : du monde de l'infiniment petit aux grandes structures de l'Univers, en passant par l'étude de la matière

et de son interaction avec la lumière, les nanosciences, la mécanique ou la physique du vivant. Cela exige de partager de façon accessible les résultats de ces recherches, d'explicitier comment ils se construisent, d'illustrer comment ils peuvent souvent devenir utiles à la société. La rencontre des publics avec celles et ceux qui font avancer la recherche sera une composante importante de l'opération.

■ <https://anneedelaphysique.cnrs.fr/presentation/>

Faire en sorte que les sciences ne soient plus optionnelles dans le concours de recrutement des enseignants

mier degré mettent quant à eux en évidence un manque de compréhension des concepts de base en physique dans l'ensemble des domaines qu'ils auront à enseigner. Même s'il est possible de former à la physique et à son enseignement dans un même mouvement, il est impossible, en treize heures, de remettre à niveau les étudiants sur l'ensemble des contenus de la maternelle au CM2. Mais on peut faire pire encore : dans certaines académies, les lauréats du concours qui ne sont pas passés par un master MEEF bénéficient d'une formation de cinq heures en physique pendant leur année de titularisation !

On pourrait imaginer qu'une formation continue solide soit dispensée, pour compenser les graves lacunes de la formation initiale. Ce n'est pas le cas. Depuis plusieurs années, l'offre de formation continue des enseignants est réduite à peau de chagrin, faute, en particulier, d'enseignants remplaçants dans les classes. En outre, l'immense majorité de cette formation est focalisée sur les priorités ministérielles (mathématiques, français, inclusion, laïcité), avec très peu de liberté laissée pour répondre aux autres besoins remontant du terrain (sciences, histoire-géographie, arts, éducation physique et sportive). Les enseignants qui le voudraient n'ont donc que peu d'opportunités de se former. Dans le meilleur des cas, ils bénéficient de formations de six ou douze heures (qui incluent la physique, les sciences de la vie et de la Terre et la technologie) ; mais, le plus souvent, il s'agit de formations de trois heures en mode « conférence », peu adaptées à une discipline expérimentale. Un enjeu important est en effet de convaincre les enseignants de se lancer avec leurs élèves dans des activités scientifiques. S'ils n'éprouvent pas, au moins une fois, le plaisir et les interrogations nées de l'expérimentation, de l'observation (ou de la modélisation en astronomie) qu'il leur revient de transmettre ensuite à leurs élèves, le risque est grand

que la formation n'aboutisse pas à une mise en œuvre effective dans les classes. Quelles propositions, dès lors, peut-on avancer ? Améliorer la formation initiale des professeurs des écoles est crucial si l'on veut disposer de nouveaux enseignants aptes à enseigner les sciences et rompre le cercle vicieux actuel. Un minimum absolu de 220 heures de formation sur deux ans en sciences et technologie semble nécessaire pour mettre à niveau les étudiants et leur donner les bases pour enseigner les sciences à leurs élèves. Par ailleurs, il faudrait tenir compte du profil et des besoins de ceux qui sont issus d'études littéraires ou de sciences humaines et sociales, en les faisant bénéficier d'une formation en sciences et technologies personnalisée renforcée.

Aux étudiants désireux de s'orienter vers le professorat des écoles dès la licence, il est indispensable de proposer en amont des enseignements de sciences adaptés au premier degré pendant leur licence disciplinaire – cette recommandation figurait déjà dans un avis publié en 2007 par l'Académie des sciences... Autre proposition indispensable : faire en sorte que les sciences ne soient plus optionnelles dans le concours de recrutement. Les rendre obligatoires conduirait les étudiants à ne pas les considérer comme une discipline sans enjeu, et inciterait les INSPÉ à modifier leurs maquettes de formation.

BÉNÉFICIER D'UNE FORMATION EN LIEN AVEC LE NIVEAU DE LA CLASSE

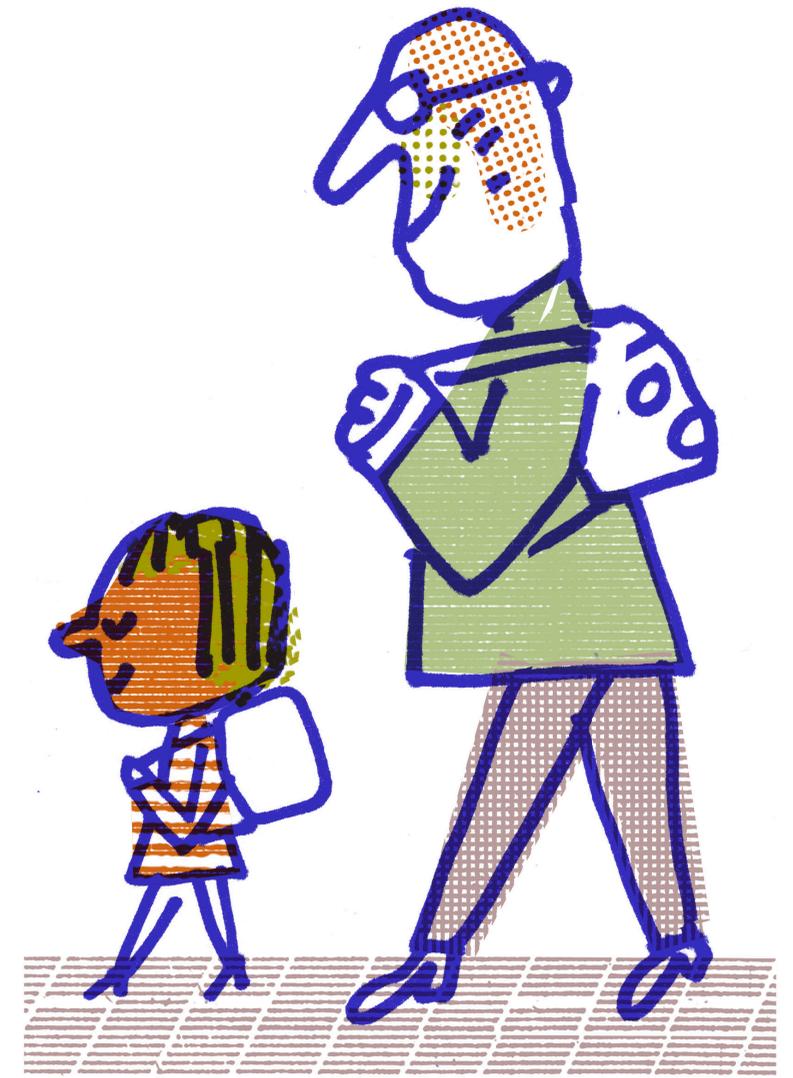
Il est évident que le renforcement de l'enseignement des sciences dans le cursus des candidats professeurs des écoles n'aura d'effet positif auprès des élèves que d'ici quelques années. En attendant, il faut améliorer la formation continue des enseignants déjà dans le métier. Il nous paraît donc essentiel de mettre en résonance les deux démarches – approfondissement scientifique de la formation initiale et structuration de la formation continue – afin de donner aux enseignants en devenir et en activité une image claire et cohérente de la volonté politique. Ainsi, durant les premières années d'exercice du métier, les professeurs des écoles doivent bénéficier de formations en sciences en lien direct avec leur niveau de classe, ce qui leur permettra de faire pratiquer les sciences à leurs élèves et

d'acquérir une culture scientifique solide. Il est en outre urgent qu'un véritable plan sciences, à l'aune de ce qui a été réalisé pour le français et les mathématiques, voie le jour. Un objectif minimal devrait être que tous les élèves du primaire pratiquent au moins une, sinon deux séquences de sciences (c'est-à-dire un déroulement sur plusieurs séances / leçons permettant l'acquisition d'un concept ou d'un ensemble cohérent de concepts) complètes par an, avec une montée en puissance au fur et à mesure que les enseignants sont formés. Pour être efficaces et pouvoir motiver les élèves dans toute leur diversité, ces séquences devront non seulement être complètement maîtrisées par le professeur, mais aussi intégrer, au-delà des connaissances du programme, des éléments explicites de méthode scientifique (reproductibilité, modélisation, primauté de l'expérience).

DONNER CONFIANCE GRÂCE AU PARTAGE DES EXPÉRIENCES

Pour la plupart des enseignants en poste, cela suppose une formation spécifique, typiquement de douze heures, qui pourrait idéalement être reproduite tous les ans, afin de les former à toutes les disciplines scientifiques (physique, biologie, technologie). Par ailleurs, il conviendrait de donner aux professeurs des écoles les plus motivés les moyens d'engager leurs classes dans un projet impliquant une forme élémentaire de communication scientifique (concours, projets citoyens, jardin des sciences). Cela permettrait par surcroît de développer des communautés d'apprentissage chez les enseignants d'une ou plusieurs écoles proches, moyen reconnu pour donner confiance via le partage des expériences.

Une telle approche nécessite de former massivement des formateurs. La situation est telle que l'on manque aujourd'hui cruellement de formateurs compétents dans les académies, voire dans les INSPÉ, pour former les enseignants en sciences. Compte tenu du nombre de professeurs des écoles en jeu, il va de soi que les douze heures de formation pour chaque enseignant ne peuvent pas toutes être délivrées par un professionnel de la didactique des sciences, et ce d'autant moins que la formation à une séquence d'investigation n'est efficace qu'en



mettant « la main à la pâte » (*), donc en petits groupes. Il serait donc nécessaire de déployer une approche pyramidale avec au moins trois échelons de formateurs : les professionnels de la formation à l'enseignement des sciences ; les conseillers pédagogiques ; des enseignants référents en sciences dans chaque école.

Beaucoup d'autres actions ou incitations sont possibles en partenariat, même si elles ne peuvent en aucun cas se substituer à un enseignement scolaire de qualité pour tous. Pensons par exemple au développement de la culture scientifique hors milieu scolaire : les régions pourraient augmenter encore leur soutien aux centres de culture scientifique, technique et industrielle (*), aux associations, aux

(* La fondation La main à la pâte promeut une pratique active et raisonnée des sciences et de la technologie, au service des professeurs et de leurs élèves ; mouvement initialement lancé en 1995 par Georges Charpak, prix Nobel de physique.

(*) Un centre de culture scientifique, technique et industrielle est un lieu qui remplit la double fonction de centre de ressources (bibliothèque, médiathèque, etc.) et de centre de production et de diffusion de produits culturels (conférences, expositions, etc.).

musées scientifiques. Pourquoi, aussi, ne pas encourager les scientifiques à présenter leurs recherches, voire à accompagner des classes ? Il reviendrait alors probablement aux organismes de recherche et aux universités de mieux considérer ce type d'actions dans l'évaluation des carrières des chercheurs et des enseignants-chercheurs. Les chercheurs et chercheuses qui participent déjà à ce type d'initiatives disent souvent y prendre un grand plaisir, et il serait dommage de ne pas bénéficier de ce réservoir de compétence et d'entrain. L'initiative du CNRS,

Impliquer les familles et leurs enfants, en proposant des défis à faire à la maison ou les inciter à des projets de science participative

de la SFP et de l'IGÉSR de faire de l'année scolaire 2023-2024 une année de la physique dans le milieu scolaire va clairement dans ce sens (lire l'encadré p. 102). Impliquer les familles dans des projets liés à la science, en proposant des défis à faire à la maison, en invitant les proches en fin d'année à découvrir les projets scientifiques réalisés dans le cadre scolaire, en engageant les enfants et leur famille dans des projets de science participative (collecte de données dans la nature, identification d'objets complexes dans des grandes masses de données, etc.), pourrait également avoir un impact bénéfique. Enfin, un travail de lobbying est sans doute nécessaire pour que renaissent de vraies émissions de culture scientifique à la télévision. Il serait aussi intéressant de populariser et de faire connaître les chaînes scientifiques qui, sur les réseaux sociaux, offrent à voir une science authentique (le contenu pourrait par exemple être validé par les organismes de recherche).

Concluons par quelques remarques générales. La situation est aujourd'hui critique et demande, d'urgence, une réelle volonté politique. Les

enjeux d'une formation scientifique de qualité pour tous les jeunes élèves sont de taille, l'avenir de notre pays dépend des compétences des écoliers d'aujourd'hui. Pour que la réforme de la formation des enseignants soit un succès, un profond changement de perception de la valeur de la science sera nécessaire, tant chez les enseignants et les candidats professeurs que chez nos gouvernants et donc dans la société. Augmenter simplement le nombre d'heures consacrées à la science dans la formation des enseignants, en espérant que tous ceux qui sont engagés dans ces études deviendront automatiquement compétents, ne suffira pas. Il faudra inévitablement, pour que cet enseignement soit pris au sérieux, que les connaissances acquises soient évaluées dans le processus de sélection des candidats, comme c'est le cas par exemple dans les études médicales. Cette évolution doit s'accompagner d'une amélioration des perspectives de carrière, tant sur le plan de la reconnaissance sociale que sur celui des salaires. Ce ne sont pas les maigres promesses actuelles de revalorisation qui suffiront. Et c'est là que la perception par les politiques de la valeur de la science devient essentielle. Ce sont eux qui doivent prendre conscience du problème et faire en sorte que la science devienne un enjeu de formation primordial, ce qui ne sera vraiment possible que si les carrières des enseignants sont fortement revalorisées. Il faut engager l'éducation dans un cercle vertueux, avec des élèves mieux instruits à la science par des enseignants mieux motivés et mieux formés. Il y faudra du temps, des financements importants et de la continuité dans les moyens et les efforts consentis par la société. ■

(1) Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance (DEPP), Note d'information n°20-46, déc. 2020 ; DEPP, NI n°20-48, 2020 ; DEPP, NI n°19-32 et n°19-50, 2019.

(2) qcm.sfpnet.fr

(3) <https://tinyurl.com/rapport-sci-technol-primaire>.

(4) J. S. Lederman *et al.*, *Int. J. Sci. Educ.*, 43, 991, 2021 ; J. S. Lederman *et al.*, *J. Res. Sci. Teach.*, 56, 486, 2019.

(5) <https://tinyurl.com/rapport-enseign-scient-auj> ; <https://tinyurl.com/rapport-sci-educ-citizenship>.

(6) <https://tinyurl.com/enquete-jeunes-rapport-science>.

(7) E. Blanquet et E. Picholle, *Reflets de la physique*, 41, 46, 2014.

(8) DEPP, NI n°33, 2016.

(9) *Ibid.*

(10) <https://tinyurl.com/rapport-igesr-avril-2023>.