

Dans le sillage de *La main à la pâte*

Rencontre entre disciplines scientifiques au collège

Alice Pedregosa (alice.pedregosa@academie-sciences.fr)
Chargée de mission à l'Académie des sciences de Paris

Depuis 12 ans, l'équipe de *La main à la pâte*, portée par l'Académie des sciences, a œuvré pour promouvoir l'enseignement des sciences expérimentales dans les écoles primaires. Le travail se prolonge aujourd'hui au collège dans une expérimentation d'enseignement intégré de science et technologie, qui associe les trois disciplines de sciences de la nature et technologie autour d'une thématique commune. L'étude des matériaux de nos vêtements permet d'illustrer l'approche interdisciplinaire encouragée par ce projet.

Une expérimentation d'enseignement intégré de science et technologie (EIST), « Dans le sillage de *La main à la pâte* au collège », a été mise en place en septembre 2006 dans une vingtaine de collèges en France. Initiée par l'Académie des sciences, l'Académie des technologies et le ministère de l'Éducation nationale, elle veut améliorer le goût des élèves pour la science et, dans ce but, propose aux enseignants de physique-chimie, de technologie et de science de la vie et de la Terre, de rénover leurs pratiques d'enseignement en formant une équipe cherchant à mettre en cohérence les programmes disciplinaires trop cloisonnés. En quoi consiste cette expérimentation ? Peut-elle faire évoluer la vision de notre propre discipline ?

Un contexte déclencheur

Afin de comprendre les fondements de cette expérimentation, il est important de rappeler quelques éléments du contexte dans lequel elle s'est développée. Depuis 12 ans, l'expérience de *La main à la pâte* à l'école primaire a souligné la curiosité naturelle dont les enfants font preuve en découvrant par la science le monde qui les entoure [1, 2]. Quel plaisir, quelle émotion pour un professeur d'université de voir ces jeunes élèves avides de découvrir, posant des questions, s'enthousiasmant pour une expérimentation, cherchant à comprendre le phénomène qui se manifeste devant eux. Pourtant, quand l'élève arrive au collège, cette flamme s'éteint souvent trop vite [3]. Dix ans, quinze ans plus tard, ce même professeur d'université s'adresse à des étudiants fuyant absolument les premiers rangs des amphithéâtres, prêts à recevoir sans question le savoir qui leur est transmis. Effet de génération ? Peut-être est-ce le cas. Faut-il pour autant l'accepter comme une fatalité ? Le défi est bien de préserver cet enthousiasme tout au long de l'adolescence.

Rappelons, par ailleurs, ce constat qui inquiète chacun d'entre nous, au-delà même de



Les élèves du collège des Grazaillies à Carcassonne cherchent à comprendre pourquoi une bouteille en verre remplie d'eau s'est rompue lorsque l'eau a gelé. Roland Poss, directeur de recherche à l'Institut de recherche pour le développement (IRD) de Montpellier, et engagé dans ce projet, les accompagne dans leur expérimentation.

nos frontières. L'université déplore depuis quelques années une désaffection des jeunes pour les études scientifiques [4]. Les physiciens sont bien conscients de ce phénomène, la discipline étant particulièrement touchée par ce déclin. Il n'est donc pas nécessaire ici d'en analyser les raisons ou effets. Mûrie de l'expérience de *La main à la pâte*, notre petite équipe de la délégation à l'éducation et à la formation de l'Académie des sciences cherche modestement à s'attaquer à ces problèmes, en travaillant avec des enseignants de collèges. De multiples objectifs sont visés : atténuer la transition entre l'école primaire et secondaire [5], favoriser des pratiques expérimentales et innovantes en classe, et surtout, donner une vision unifiée et cohérente de la science et de la technologie.

Concernant ce dernier point, citons un fait saillant de la récente étude TIMSS [6] (*Trends in International Mathematics and Science Study*, réalisée en 2007 dans 50 pays, dont la France

ne fait pas partie). Cette étude a révélé que les jeunes montrent une attitude plutôt positive envers la science lorsque celle-ci est enseignée de façon intégrée. Lorsqu'une distinction disciplinaire est faite, l'enseignement de la biologie suscite un intérêt comparable, alors que celui de la physique et de la chimie serait démotivant. Cloisonnement disciplinaire, pratiques vieillottes s'éloignant des préoccupations de la vie quotidienne, enseignement d'une science présentée comme morte, énoncé de vérités du passé, nombreuses sont les hypothèses possibles pour comprendre et analyser un tel constat.

Pourtant, la science est bien vivante et dépasse les frontières disciplinaires, culturelles et nationales. Après plusieurs décennies de spécialisation des chercheurs, nous sommes dans l'ère des sciences aux interfaces : biotechnologies, biophysique, ingénierie écologique, ou neuro-informatique. La liste de nouveaux thèmes de recherche amenant les spécialistes aux marges de leurs disciplines nourrit tous les jours des projets de recherche innovants. Comment faire partager la frénésie de collaborations, bien réelle dans la communauté des chercheurs, aux enseignants du secondaire ?

« Dans le sillage de *La main à la pâte* » mis en pratique dans les classes

L'Académie des sciences, sa délégation à l'éducation et à la formation et les acteurs de *La main à la pâte* en son sein (notamment Yves Quéré et Pierre Léna), ont fait le pari d'y parvenir en amenant les professeurs de trois disciplines (physique-chimie, technologie, et sciences de la vie et de la Terre) à collaborer étroitement en classes de 6^e et 5^e. Concrètement, ils vont construire un enseignement unique de science et technologie ; puis chaque professeur aura la responsabilité d'un groupe réduit d'élèves toute l'année pendant 3,5 à 4,5 heures par semaine, pour aborder avec eux des thèmes dans leur ensemble, en multipliant les points de vue, articulant des notions de biologie, géologie, technologie, chimie et physique. Un pôle « sciences de la nature et technologie » est ainsi constitué, de poids comparable à celui des autres pôles fortement mis en avant, « mathématiques » et « français ».

Afin de faciliter le travail des enseignants, l'Académie des sciences a réuni des spécialistes de la communauté scientifique et pédagogique pour proposer aux enseignants des

guides d'accompagnement comprenant une progression cohérente et des activités interdisciplinaires pour une année scolaire [6]. Le thème « matière et matériaux » est privilégié en classe de 6^e, pour aborder ensuite le thème parallèle « énergie et énergies » en classe de 5^e.

Avec une équipe de scientifiques de disciplines variées, coordonnée par Étienne Guyon, j'ai eu la chance d'expérimenter cette confrontation de points de vue lors de l'écriture de ressources scientifiques à destination des enseignants de collèges. Enrichissant progressivement le site internet de l'expérimentation [7], ces ressources sont recueillies dans un ouvrage de culture scientifique interdisciplinaire explorant la matière et les matériaux (parution prévue à l'automne 2009).

Un exemple concret : la matière à vêtir

À titre d'illustration, voici quelques éléments d'un des thèmes interdisciplinaires que nous abordons. Il s'agit d'un matériau nous enveloppant tous les jours, thème rarement abordé à l'école et pourtant tellement proche du quotidien des élèves : nos habits, qui sont bien le résultat d'innovations technologiques, des plus lointaines aux plus récentes, faisant appel à tous les domaines de la science.

Les chercheurs de la filière fibre et textile de l'ENSISA⁽¹⁾ à Mulhouse ont répondu à nos questions de physiciens concernant la mécanique des tissus, en allant du métier à tisser Jacquard aux tests de Kawabata établissant une correspondance entre des appréciations de caractère physiologique et des mesures physiques.

Peut-on s'intéresser aux textiles sans observer d'abord le rôle de notre peau ? J'ai appris, entre autres, que plusieurs types de récepteurs cutanés nous permettent de détecter les vibrations produites par le frottement d'une surface sur notre peau. L'expérience est facile. Posez un doigt sur un tissu, la peau subit une légère déformation et la rugosité de la surface est à peine perceptible par les disques Merkel⁽²⁾. Naturellement, nous frottons notre doigt sur le tissu pour en percevoir pleinement la texture et l'éventuelle douceur. Nous stimulons ainsi d'autres récepteurs cutanés, sensibles aux hautes fréquences. Heureusement, ces derniers récepteurs cessent rapidement d'être excités. Cela explique que nous ne

sentions plus nos vêtements quelques secondes après les avoir enfilés. Notre corps est ainsi capable de définir une notion de douceur d'un tissu. Bien que paraissant relative, cette notion motive l'industrie textile à s'intéresser très largement à la fabrication de « détecteurs de la douceur » reproduisant les récepteurs de la peau [8].

Après la peau, l'étude des fibres nous amène à faire un tour dans les plantations de coton et les particularités de la cellulose, ou bien dans l'industrie pétrochimique pour nous aventurer dans le monde de la chimie des polymères. Quelle que soit la matière première, l'assemblage de ces polymères en fibres, en fils puis en tissus, présentera des propriétés mécaniques qui peuvent s'étudier de façon élémentaire. Une expérience estimant les propriétés de déformation d'un tissu nous a été présentée par l'Institut textile de Mulhouse. Prenez trois étoffes dont la trame de tissage est différente : une toile de tissage régulier, un sergé (toile de jeans) et un satin dont le nombre de croisements entre fils de chaîne et fils de trame est le plus limité. Posées sur un même volume, les propriétés de déformation de ces étoffes sont mises en évidence, comme le montre l'exemple du ballon (fig. 1). Un tissu se déforme facilement, car les fils de chaîne et de trame glissent les uns contre les autres. Ce phénomène est d'autant facilité que le nombre de croisements est réduit.

>>>

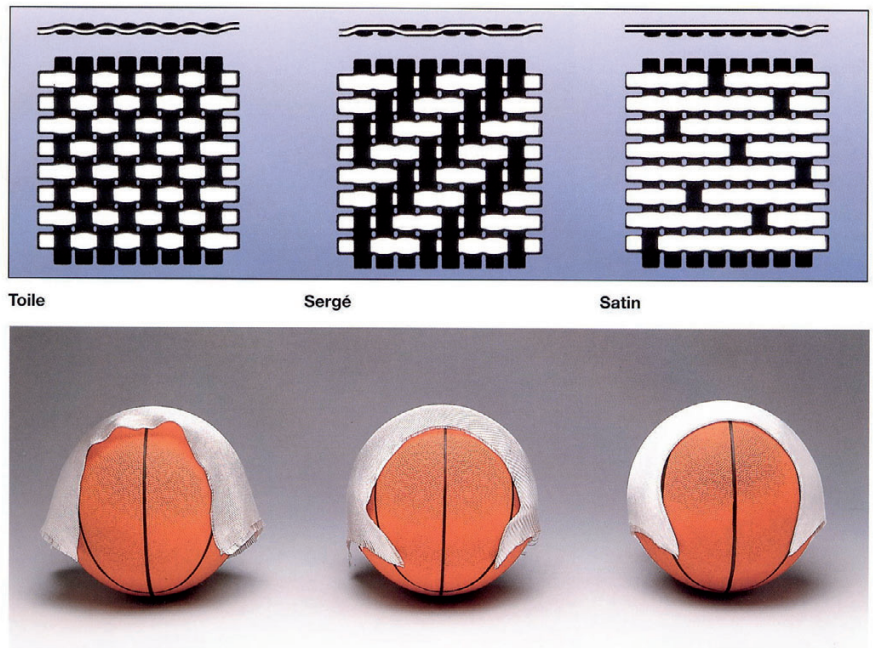
Références

- 1 • G. Charpak, P. Léna, Y. Quéré, *L'Enfant et la Science, l'aventure de La main à la pâte*, Odile Jacob (2005).
- 2 • M. Rocard *et al.*, "Science education now: a renewed Pedagogy for the future of Europe", rapport de la Commission européenne n°22845 (2007). http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_fr.pdf
- 3 • P. Léna, « Avec la main à la pâte, rénover l'enseignement des sciences », *Annales des mines*, série Réalités industrielles (mai 2007).
- 4 • *Encouraging student interest in science and technology studies*, Rapport de l'OCDE (2008).
- 5 • « L'École primaire », Rapport du Haut Conseil de l'Éducation (2007). www.hce.education.fr/gallery_files/site/21/40.pdf
- 6 • TIMSS : http://timss.bc.edu/TIMSS2007/PDF/TIMSS2007_InternationalScienceReport.pdf
- 7 • <http://science-techno-college.net/>
- 8 • M.-A. Bigué-Bueno, M. Renner, *Pour la science* n°266 (décembre 1999).

Le temps des bilans

Après bientôt trois ans d'expérimentation (depuis la rentrée 2006), il nous semble que l'engagement et le travail des professeurs pourraient porter leurs fruits. Le nombre de collègues volontaires pour tenter cette aventure a augmenté peu à peu et on en compte 40 en 2008. Certaines équipes d'enseignants témoignent déjà d'un changement d'attitude chez les élèves. Ceux-ci n'hésitent pas à prendre la parole pour partager leur opinion dans les autres enseignements qu'ils reçoivent. Ils répondent plus facilement à des questions ouvertes et semblent capables d'imaginer des stratégies pour résoudre de nouveaux problèmes. De leur côté, les professeurs sont souvent satisfaits du travail en équipe et apprécient d'avoir acquis de nouvelles connaissances.

Une évaluation est lancée fin 2008 pour croiser les regards de plusieurs partenaires : inspection générale, chercheurs de l'INRP et DEPP (Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance ; statisticiens du ministère de l'Éducation nationale). Nous espérons ainsi obtenir des informations précises sur les gains éventuels de cette expérimentation en termes de connaissances et compétences des élèves, de leur appétence pour les sciences à l'issue du collège ou de leurs choix d'orientation. Ces données sont essentielles pour tirer de solides conclusions de l'expérimentation. En attendant, cette aventure interdisciplinaire attise la curiosité



1. Une expérimentation simple permet de mettre en évidence que selon le mode de tissage, un tissu se déforme plus ou moins facilement. Nous voyons que le tissu de satin (à droite), dont le nombre de croisements est le plus limité, est celui qui s'adapte le mieux à la forme du ballon. (Courtoisie de l'équipe du Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles, ENSISA, Mulhouse.)

des enseignants de collèges et des chercheurs pour explorer des domaines inexpérimentés, des approches originales ou de nouvelles collaborations. Dans un an se posera la question de son éventuelle extension, du passage de l'expérimentation à une pratique courante dans un grand nombre de collèges,

comme, en son temps, celle de *La main à la pâte* fut posée dans l'école primaire. ■

(1) École nationale supérieure d'ingénieurs Sud Alsace (www.ensisa.uha.fr/)

(2) Mécanorécepteurs à adaptation lente, composés d'une extrémité nerveuse aplatie en disque, adjacente à une cellule de l'épiderme.