

*Formation continue
Publications*

Actes du colloque national

**Le pôle scientifique au cycle central
du collège :
les thèmes de convergence**

Paris, le 10 mai 2006

Juin 2007

**Le pôle scientifique au cycle central du collège :
les thèmes de convergence**

**Actes du séminaire national
Cité internationale universitaire
Paris, 10 mai 2006**

**Ministère de l'Éducation nationale,
de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
Direction de l'Enseignement scolaire**

Sommaire

Ouverture des travaux	5
Jean-Marc Goursolas	
Jean-François Bach	

Conférences d'experts

Thème "santé"	11
Didier Jayle	
Thème "météorologie - climatologie"	17
Marc Payen	
Thème "énergie"	21
Bernard Multon	
Thème "sécurité"	27
Claude Got	
Thème "environnement, développement durable"	31
Michel Petit	
Thème "pensée statistique au service des disciplines scientifiques"	35
Alain-Jacques Valleron	

Synthèse

Mise en œuvre des thèmes de convergence	41
Gilbert Pietryk	

Annexe

Thème "météorologie - climatologie", diaporama	
Thème "énergie", diaporama	
Thème "pensée statistique au service des disciplines scientifiques", diaporama	

Ouverture des travaux

*Jean-Marc Goursolas,
chef du service des formations, direction générale de l'Enseignement scolaire
Jean-François Bach,
secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, président du groupe d'experts chargé
de la rédaction des programmes des disciplines du pôle des sciences du collège*

Jean-Marc Goursolas

N'étant pas scientifique moi-même, je n'ai aucune qualité pour vous parler des sciences au collège. S'il me revient l'honneur d'ouvrir ce séminaire, c'est par mon rôle d'adjoint du directeur de la direction générale de l'Enseignement scolaire.

Ce séminaire est organisé par la direction générale de l'Enseignement scolaire qui aura éventuellement à en tirer des enseignements. Vous connaissez mieux que quiconque les enjeux liés à l'enseignement des sciences au collège. Il s'agit tout d'abord de donner les moyens à chaque élève de comprendre les lois de la nature et de disposer d'une forte culture scientifique au sein de sa culture générale.

Un autre objectif consiste à élargir le vivier de nos scientifiques dans une perspective de poursuite des études, au lycée et au-delà. Il s'agit donc de gagner parmi nos élèves un nouveau public aux sciences. Ce sont les raisons pour lesquelles la direction générale de l'Enseignement scolaire et le ministère s'attachent aux thèmes de convergence. Je vous rappelle que ceux-ci sont apparus dans le cadre de la réécriture des programmes des pôles scientifiques du collège conduite par le professeur Bach et l'inspecteur général Sarmant, entre la fin 2002 et le début 2003. Ils font également partie des programmes du cycle central publiés dans un bulletin officiel¹, lors de la rentrée précédente. Ils seront mis en œuvre en classe de cinquième à la rentrée prochaine.

Enfin, je souligne leur actualité au sein des enseignements scientifiques. Aujourd'hui même, le ministre présente le projet de décret sur le socle commun des connaissances et des compétences, consécutif à l'avis émis par le Haut Conseil de l'Éducation. Ce dernier recommande que l'élève dispose d'une culture scientifique et technologique qui lui permette d'avoir une approche globale et cohérente de son environnement quotidien. Il s'agit précisément de l'esprit des thèmes de convergence.

¹ Hors-série n° 5 du 25 août 2005

Vous avez également dû prendre connaissance du rapport de la mission parlementaire sur les disciplines scientifiques et notamment du rapport Rolland². Il y est explicité qu'il convient de décloisonner les enseignements scientifiques. Pour y parvenir, il est proposé d'y introduire des thèmes d'étude communs aux différentes approches des sciences. Je pense qu'il ne pouvait pas y avoir de meilleure introduction à vos travaux que le rappel de la volonté du ministre et des préoccupations parlementaires.

Bien entendu, l'essentiel se joue dans la classe. C'est toute l'ambition de ce séminaire de mobiliser des énergies au profit de la mise en œuvre des thèmes de convergence et d'outiller l'enseignant dans le cadre de son expertise disciplinaire. Cela doit se réaliser de manière complémentaire, coopérative et croisée, pour que l'enseignant les mette en œuvre dans l'apprentissage quotidien.

Jean-François Bach

C'est un grand plaisir pour moi de participer à l'ouverture de cette session, qui est importante pour la mise en place des thèmes de convergence, sur lesquels nous avons travaillé d'abord avec Jean-Pierre Sarmant, puis avec Gilbert Pietryk, depuis près de quatre ans. Cette réunion consacre l'aboutissement d'un long parcours.

L'idée de thèmes transversaux avait été évoquée, il y a quelques années, pour le collège. Elle avait alors rencontré quelques difficultés. C'est pourquoi nous avons pris garde aux pièges qui pourraient se présenter dans leur nouvelle formulation et dans leur application.

L'objectif n'est pas uniquement de permettre aux disciplines scientifiques de se retrouver sur quelques sujets. L'ambition est plus profonde. La transversalité implique d'améliorer la communication entre les différentes disciplines scientifiques. Il s'agit autant d'une demande des enseignants, des parents d'élèves que des élèves, qui cherchent souvent à trouver une plus grande cohérence entre les enseignements scientifiques dispensés.

Nous sommes nombreux, et c'est le cas de chacun d'entre vous aujourd'hui, à défendre l'idée que la science fait partie intégrante de la culture. C'est pour nous une évidence, mais cette vision n'est malheureusement pas partagée par tous. C'est ainsi que j'ai participé, il y a deux ans, à un débat de l'Éducation nationale sur la culture, au cours duquel le mot « science » n'a pas été prononcé. Il est essentiel que tous nos concitoyens reçoivent une culture scientifique au meilleur niveau. L'Académie des Sciences a fortement œuvré dans ce sens en promouvant l'intégration de la culture scientifique et humaniste dans le socle commun des connaissances.

² Rapport d'information sur l'enseignement des disciplines scientifiques dans le primaire et le secondaire de Jean-Marie Rolland enregistré le 2 mai 2006

Les thèmes de convergence représentent un cadre particulièrement favorable permettant de transmettre davantage que la somme des connaissances présentes dans les programmes. Je tiens à remercier tous ceux qui ont participé au groupe multidisciplinaire dont le travail nous a permis de rénover les programmes des trois disciplines scientifiques. Il est apparu, dans cet exercice, que les différentes connaissances ou compétences n'étaient pas hiérarchisées. Certes, cela peut s'expliquer par le fait que les programmes doivent présenter la liste de ces connaissances et de ces compétences. Néanmoins, chacun sait que certains domaines présentent une plus grande importance que d'autres. Au terme des quatre années du collège, tous les élèves ne peuvent retenir l'ensemble des connaissances enseignées. Il est intéressant, et important, de réfléchir à la formation scientifique à donner aux collégiens, au-delà de la somme des connaissances que l'on souhaite leur faire acquérir. Les thèmes de convergence devraient y contribuer.

Ces thèmes ne recouvrent pas tous les grands domaines scientifiques actuels. Des choix ont été opérés. Ils pourront être l'objet de la discussion de ce matin. Toutefois, ils s'imposaient d'eux-mêmes, car ils correspondent à des problèmes de société majeurs dont les élèves et les citoyens entendent parler au quotidien. Certains sujets sont plus techniques comme la climatologie ou la météorologie. Ils représentent un très bon exercice de raisonnement scientifique même s'ils peuvent apparaître moins vitaux que l'énergie ou la santé.

Les thèmes de convergence correspondent à des problèmes majeurs qui étaient déjà enseignés auparavant, mais de façon dispersée et sans la cohérence que nous souhaitons voir apparaître aujourd'hui.

Avant d'entrer dans le détail de notre réunion, je rappellerai que les thèmes de convergence font partie des programmes classiques. Dans l'esprit, ils ne devraient pas représenter de suppléments aux programmes. Leur objectif est d'attirer l'attention sur des problèmes qui peuvent être traités transversalement dans différentes disciplines et qui doivent être enseignés avec cohérence afin d'ouvrir l'esprit des élèves sur l'approche scientifique. Certains thèmes peuvent faire apparaître quelques connaissances isolées hors du programme. Certains enseignants ont craint que nous ne rajoutions de nouveaux sujets à des programmes déjà lourds. Nous comprenons cette crainte et nous avons, dans cet esprit, cherché à alléger les programmes, avec un succès partiel, j'en conviens.

Les modalités d'application des thèmes de convergence représentent l'objectif essentiel de cette journée. J'ai rencontré beaucoup d'enseignants au cours de ces quatre années. Un grand nombre d'entre eux m'ont fait part de leur inquiétude quant à l'application pratique de ces thèmes de convergence sur le terrain. Ils ont souligné à quel point ils étaient contraints par des horaires très serrés et une absence de moyens pour mettre en place l'interaction souhaitée entre les disciplines. Nous sommes conscients de ces problèmes. Leur solution passe nécessairement par une flexibilité laissée à l'initiative des professeurs et des chefs d'établissement. Le système académique fonctionne à

effectifs relativement constants et les réformes actuelles ne font pas l'objet de modifications en profondeur de l'organisation de l'enseignement dans les collèges. Il convient de trouver le cadre, au sein de chaque établissement, dans lequel des groupes de professeurs puissent se concerter et collaborer.

Il est toujours plus facile dans notre pays d'ajouter des éléments plutôt qu'en supprimer. Une période d'adaptation sera évidemment nécessaire. Le séminaire d'aujourd'hui y contribuera.

Je vous propose d'entendre maintenant des rapports d'experts sur les thèmes de convergence. Nous avons toujours pris soin de faire examiner nos programmes par des experts extérieurs. En tant que scientifiques, nous sommes tous angoissés par l'erreur expérimentale, de concept ou de raisonnement. Ces craintes se rencontrent évidemment dans d'autres activités, mais les scientifiques y sont particulièrement sensibles. Nous avons voulu veiller à ne pas laisser perdurer des erreurs anciennes.

Une difficulté est apparue concernant la définition du domaine des thèmes de convergence. En effet, ces sujets anciens et connus de tous se caractérisent par des contours parfois complexes à appréhender. Il est tout à fait clair que le choix des sujets à introduire dans les thèmes de convergence représente un débat intellectuel en soi. Ainsi, le développement durable constitue une question majeure et sa présentation ne peut être exhaustive. Quant au domaine de la santé, que je connais bien, nous ne pouvons pas dresser une liste infinie de conseils et d'explications. Au-delà des choix, des problèmes pédagogiques apparaîtront sans doute concernant notre façon de les présenter aux élèves pour demeurer efficaces et intéressants.

Dans cet esprit, nous avons organisé des réunions pour chacun des thèmes. La première d'entre elles a consisté en une discussion générale sur le contenu. Les suivantes ont permis de préparer des textes d'accompagnement qui sont importants, même s'ils sont moins lus que les programmes. Ces textes s'appuient éventuellement sur des documents divers et sur les techniques modernes d'information, comme Internet, qui permettent d'approfondir l'analyse des sources d'information.

Nous écouterons d'abord les conférences des six experts qui ont aimablement accepté de nous rejoindre. Les doyens de l'inspection générale des disciplines concernées interviendront ensuite. L'après-midi sera consacrée à un travail en atelier.

Conférences d'experts

Thème « santé »

*Didier Jayle,
président de la Mission interministérielle de lutte contre les drogues et la toxicomanie
(MILDT)*

Je voudrais tout d'abord vous remercier pour votre invitation. Je n'ai pas été choisi seulement en tant qu'expert pour mon rôle de président de la MILDT, mais aussi, et surtout, comme médecin investi dans la prévention, en premier lieu du sida. À ce titre, j'ai le souvenir, alors que j'étais médecin hospitalier, en 1994, d'avoir commis un film de prévention du sida, tourné dans la bibliothèque de la cité universitaire, ici même. J'ai ensuite élargi mon domaine d'activité à la prévention de la toxicomanie, en devenant responsable du Centre Régional d'Information et de Prévention du Sida et de la Toxicomanie (CRIPS). Ces expériences me permettront de tenir des propos assez libres.

Je trouve passionnant le grand chantier des thèmes de convergence mené sous la responsabilité du professeur Jean-François Bach et du doyen Gilbert Pietryk. Il s'agit d'une occasion exceptionnelle d'enrichir le *corpus* des disciplines, même s'il a été précisé que des éléments ne seraient pas ajoutés inutilement. Néanmoins, vous avez prévu non seulement de hiérarchiser, mais aussi de pouvoir ajouter les notions nécessaires à l'interface entre la science et la santé, ce qui me concerne. Cette possibilité offrira aux enseignants de se rapprocher davantage des enjeux de société et de mieux aider les élèves à se construire une représentation globale du monde dans lequel ils vivent.

Je trouve pertinent d'avoir limité le nombre d'objectifs définis dans chaque thème et je vous livrerai quelques commentaires sur les sujets qui me sont familiers. L'un concerne la lutte contre le tabagisme. Je pense que la connaissance des dangers du tabac, comme les cancers, les maladies cardiovasculaires et pulmonaire, est essentielle. Vous n'ignorez pas que l'industrie du tabac s'est réinvestie dans les pays en voie de développement, plus particulièrement en Afrique, et que très peu d'information y circule sur les risques. J'en parlais hier soir à un responsable algérien. Il me disait que deux émissions venaient d'être diffusées sur la télévision algérienne pour présenter les dangers du tabac. Dans les semaines consécutives, il a constaté que des dizaines, et même des centaines, de personnes ayant visionné ces films avaient arrêté de fumer, car elles n'avaient auparavant aucune conscience des effets nocifs de la fumée.

Il est important de parler des risques encourus par les fumeurs actifs, mais aussi par leur entourage à travers le tabagisme passif. Toutefois, je souhaiterais signaler que si les professeurs se précipitent dans la salle « fumeurs » après les cours pour relever leur taux de nicotémie, l'exercice perd de sa crédibilité. Les études d'impact des séances d'information sur les changements de comportement ne sont pas probantes. Un rapport de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) souligne que la meilleure prévention du tabac passe par des écoles totalement non-fumeurs, dans des établissements eux aussi totalement non-fumeurs, mais nous n'en sommes pas là. Nous avons rédigé un petit dépliant³ que le ministre Gilles de Robien et moi-même avons envoyé, en début d'année scolaire, à l'ensemble des établissements pour que la loi Évin soit appliquée totalement dès la rentrée. J'aurais souhaité que le passage à des établissements totalement non-fumeurs soit annoncé à partir de la rentrée prochaine. Cela n'a pas été fait, mais devrait l'être prochainement⁴.

En ce qui concerne la prévention des risques liés à la consommation d'alcool ou de drogues illicites, il me paraît fondamental d'expliquer aux élèves le fonctionnement du cerveau, l'action des neuromédiateurs et des mécanismes de la dépendance, mais aussi celui des circuits de la récompense et du plaisir engendré par les drogues. Si la drogue était seulement de la « merde », excusez-moi du terme, il ne serait pas aussi difficile de la combattre. La compréhension des mécanismes neurophysiologiques me paraît essentielle. Le discernement du phénomène de libération de la dopamine par la cocaïne ou l'héroïne qui donne l'illusion que tout va bien alors que tout est peut-être en train de s'écrouler, permet de ne pas être dupe de l'effet des drogues. Les conséquences néfastes, à court ou à moyen terme, de la consommation du cannabis ou d'ecstasy doivent être étudiées, car ceux qui vendent les produits ne parlent que des propriétés qui les rendent attirantes. J'étais à Amsterdam, hier, où j'ai eu l'occasion de visiter des *coffee shops*, par ailleurs sans alcool (qui est totalement prohibé), que je n'avais jamais vus. J'ai trouvé frappant, non pas seulement de voir des jeunes acheter quelques grammes de cannabis pour leur consommation personnelle, mais de découvrir une publicité pour d'autres produits, comme des psychostimulants ou des champignons hallucinogènes, décrits sous un jour particulièrement favorable. En France, un nombre croissant de jeunes utilisent ces produits. Il est essentiel de les renseigner pour que leur information ne provienne pas seulement de ceux qui en font le commerce illicite.

Pour accompagner les enseignants, la perspective accordée en séance de développer des outils comme des cédéroms ou des DVD permettrait d'illustrer les cours par différents biais :

- des films scientifiques ;
- des documentaires ;
- des interviews des meilleurs chercheurs ;

³ Fiche « Prévention dans le cadre des séances prévues par les textes »

⁴ Déclaration faite avant la préparation et l'entrée en vigueur du  décret n°2006-1386 du 15 novembre 2006, explicitées par la  circulaire n°2006-196 du 29 novembre 2006, fixant l'interdiction de l'usage du tabac pour les élèves et les personnels dans l'enceinte des établissements scolaires à compter du 1^{er} février 2007.

- des analyses des retombées, dans la presse, des débats de société ;
- des campagnes de prévention menées dans les pays étrangers (principalement pour les professeurs de langues).

La MILDT y apporterait son concours actif, si cela lui était demandé.

Il est déterminant de définir jusqu'où s'étend le rôle de l'enseignant dans le long chemin de l'éducation à la santé. Il existe évidemment le *corpus* indispensable des connaissances, mais aussi le *corpus* des attitudes, dans lequel interviennent d'autres facteurs comme les normes sociales et culturelles, toutes aussi déterminantes pour le comportement. Il est indispensable d'enrichir les programmes scolaires de certaines informations aidant à mieux comprendre le monde et l'environnement, mais il convient aussi d'acquérir des savoir-faire, des aptitudes à exercer des choix et des capacités de négociation, pour appréhender le risque et savoir dire « non ». Cela implique l'intervention supplémentaire d'autres professionnels, en particulier de la santé et de l'éducation. Nous pourrions définir trois volets à l'éducation à la santé :

- **l'enseignement de base sur les problèmes de santé**

Il s'inscrit parfaitement dans le cursus des disciplines. Je crois qu'il s'agit de l'objet principal du projet scientifique des thèmes de convergence.

- **des séances d'éducation à la santé centrées sur les attitudes**

Elles font intervenir des techniques interactives, comme les jeux de rôle, appliquées par des professionnels formés à ces techniques. Vous savez sans doute que l'Institut National de Prévention et d'Éducation à la Santé (INPES), en lien avec l'éducation nationale, a pour mission de définir un calendrier de l'éducation à la santé, de l'enfance à l'adolescence, qui concerne donc toute la vie scolaire. Ce calendrier devrait définir l'ensemble des connaissances à détenir avant la première relation sexuelle ou avant la première cigarette, tant au moment des expérimentations qu'ultérieurement, afin de savoir réguler ou abandonner un comportement à risque pour la santé. C'est, dans cet esprit, que la MILDT et la DGESCO ont rédigé en 2005 un guide⁵ d'intervention sur les conduites addictives, destiné à mettre en place à l'école des séances interactives de prévention par des professionnels formés, faisant partie de l'éducation nationale ou extérieurs, comme des membres d'associations agréées par le ministère.

- **les projets pédagogiques**

Ils fonctionnent généralement sur la base du volontariat des enseignants, autour d'un projet participatif d'une ou plusieurs classes, tels des concours d'affiches ou de scénarios. Les enseignants peuvent s'appuyer sur des structures comme le CRIPS, ou les Centres d'information régionale sur les drogues et les dépendances (CIRDD), qui devraient être prochainement présents dans la plupart des régions d'ici à la fin de l'année.

⁵ Guide d'intervention en milieu scolaire « prévention des conduites addictives »

Je souhaite revenir sur des considérations plus générales concernant l'éducation à la santé, notamment sur mon expérience dans la prévention du sida. Je souligne tout d'abord que les sources d'information principales demeurent la presse, écrite mais surtout audiovisuelle, qui assure l'essentiel de l'information sur la santé. À ce titre, les organismes officiels, comme la MILDT, utilisent les médias pour leur communication et octroient une part importante de leurs budgets à la diffusion de *spots* radiophoniques ou télévisuels. Cela coûte cher, mais touche un grand nombre de personnes. En outre, ces campagnes apportent une légitimité et renforcent les actions de proximité. Il est beaucoup plus facile de mener une action d'information dans une classe quand un *spot* a été diffusé auparavant. Les jeunes disposent ainsi d'une information préalable à une séance d'éducation à la santé. Ce qui se dit en petits groupes, *a fortiori* en tête à tête, présente alors un impact beaucoup plus fort que la communication de masse, mais les effets pervers peuvent aussi être amplifiés. Émile Lévy disait avec pertinence que les difficultés rencontrées dans l'éducation à la santé sont de trois ordres :

- **éthiques**

De quel droit peut-on décider de modifier le comportement de quelqu'un ? Cette interrogation est d'autant plus forte quand nous parlons de comportements sexuels qui constituent l'aspect le plus intime de la vie de chacun.

- **scientifiques**

Quelle certitude peut-on avoir que le changement de comportement aura un effet bénéfique sur la santé ?

- **didactiques**

Quelle formation suivre, et poursuivre, pour remplir cette fonction d'éducation ?

Dans la prévention du sida et des infections sexuellement transmissibles (IST, que l'on préfère au sigle MST), nous avons mis l'accent sur le préservatif. Le message le concernant peut être résumé en une phrase : « pour éviter les IST et le sida, mettez un préservatif ». Or, cette injonction est simpliste, car l'utilisation du préservatif soulève une multitude de problèmes. Tout d'abord, il convient de l'acheter. Certes, c'est plus facile aujourd'hui qu'à une époque où cela provoquait une gêne, car un tel achat revient, pour le jeune, à dire, devant un adulte, qu'il a des relations sexuelles. Ensuite, il faut pouvoir le proposer à son partenaire. Enfin, il n'est pas toujours facile de le mettre d'autant qu'il peut casser. Le préservatif induit également une différence fondamentale avec la pilule qui permet aux mères de parler de contraception sans parler de l'acte sexuel. Il impose d'entrer dans les détails, de parler d'érection, de pénétration, d'éjaculation, de retrait. Ces thèmes peuvent être délicats à aborder avec les élèves.

Ensuite, la notion de risque est centrale. La dynamique des centres d'information sur le sida illustre bien cette problématique autour du risque. Lors des questions sur les modes de transmission, il est souvent difficile de répondre par oui ou non. Lorsqu'un mode de contamination est évité à 99 %, beaucoup en retirent qu'il existe 1% de risque. La pensée en termes de probabilité n'est pas entrée dans le sens commun. L'éducation à la

santé nécessite de travailler dans une dynamique allant en permanence du clos à l'ouvert, le clos représentant les moments où il faut fermer et ponctuer du côté de l'incertitude, de l'angoisse et de la peur. L'ouvert représente le moment où il faut laisser l'autre se construire lui-même son savoir, en gérant le taux d'incertitude. Les individus construisent leurs propres parcours en fonction de leur histoire, de leur famille, de leur personnalité et de leur sensibilité. Une aide épidémiologique et scientifique leur permet de dessiner une carte de navigation indiquant les bornes et les chemins porteurs de sur-risques.

Dans les séances de prévention à l'école, il est fréquent de parler du sida, du tabac, de la drogue ou des MST, dans une intervention relayée par des médecins à la retraite et pleins de bonne volonté. Ils délivrent une sorte de prévention pédagogique où l'idéal équivaut à une sorte de maîtrise totale des risques. Le risque est banni, enfermé, cloîtré. Une telle idéologie sécuritaire peut, à mon avis, devenir un gel pour la vie, car les risques font partie de la vie. Une existence sans risque deviendrait un tel cauchemar qu'il faudrait peut-être en réinventer. Les risques doivent être envisagés et l'esprit de chacun préparé à y être confronté.

Un autre écueil fréquent de l'éducation à la santé réside dans la culpabilisation du fumeur, du buveur excessif ou du séropositif. Il s'agit de rendre des individus coupables de conditions de vie dont ils sont souvent les victimes. Il existe malheureusement davantage de risques de devenir toxicomane au crack pour un individu chômeur, immigré et sans structure familiale stable. En d'autres termes, s'il est admis que la résolution des problèmes de santé passe par la modification des comportements individuels, il existe une tendance à vouloir changer non pas le tissu social, mais ceux qui en sont les victimes. C'est sans doute pour cela aussi que l'éducation à la santé soulève tant de résistance.

Thème « météorologie – climatologie »

*Marc Payen,
chargé de mission jeunesse éducation à Météo France*

Je m'occupe principalement des relations entre Météo France et l'Éducation nationale. En tant que météorologue et climatologue, j'ai quelques compétences. En revanche, je n'en ai aucune dans l'enseignement pédagogique, car j'ai oublié autant les programmes que les méthodes.

La météorologie-climatologie dans l'univers des élèves

C'est un domaine dans lequel chacun d'entre nous baigne abondamment, notamment par les médias. Ainsi, le bulletin météorologique de TF1 du dimanche soir est l'une des émissions de télévision les plus regardées, par près de la moitié des Français.

Ensuite, la conversation est une source d'information importante. Évidemment, suivant les milieux où vit la population, la météorologie-climatologie sera abordée différemment. Ainsi, elle est particulièrement importante dans les milieux agricoles.

Enfin, tout navigateur Internet ou moteur de recherche donne accès à des références de météorologie-climatologie. Cet accès entraîne des difficultés de tri entre les informations scientifiques, commerciales ou charlatanesques.

De nombreuses questions peuvent introduire le thème de la météorologie-climatologie : « qu'est-ce que le climat, la température ou le vent ? », « à quoi sert la météorologie ou la climatologie ? », ou « pourquoi le ciel est bleu ? » Cette dernière n'est pas une question facile ! Quant à la question : « pourquoi les nuages sont noirs ou ne tombent pas ? », elle revient souvent, car les élèves savent que les nuages pèsent plusieurs tonnes.

La météorologie-climatologie constitue l'un des domaines dans lesquels les mathématiques et la physique-chimie ont été poussées le plus loin. Ainsi, un cours de mathématiques peut être illustré par la climatologie, dans son document d'accompagnement destiné aux enseignants, par les moyennes ou les statistiques (mais tout de même pas par les équations différentielles !).

En physique-chimie, le cycle de l'eau peut être abordé, comme le cycle de l'énergie en travaillant sur la pression, le vent ou la pluie, voire la pluie acide. La météorologie-climatologie concerne les thèmes de convergence par plusieurs aspects, comme le développement durable ou la sécurité.

La qualité de l'air, le changement climatique et l'effet de serre peuvent être traités en Sciences de la vie et de la Terre.

En géographie, le sujet des climats du monde et des populations peut être abordé.

En ce qui concerne l'Éducation physique et sportive, la décision de sortir en bateau ou de pratiquer la course à pied ou la randonnée touche de près la météorologie.

La météorologie : une implication individuelle

La météorologie reste une science de bricoleurs ayant commencé par manipuler un fer à souder et effectuer du travail manuel. Cette science repose d'abord sur l'observation, en préalable à toute prévision. Aujourd'hui, tout commence par l'observation de photos satellites ou des cartes météo.

La météorologie passe aussi par la mesure, c'est-à-dire la physique instrumentale et expérimentale. À ce titre, il peut être intéressant d'expliquer aux élèves comment fonctionne un thermomètre à mercure pour mesurer la température de l'air, avant de passer dans la cour pour une expérience. Cela permet d'effectuer d'éventuelles prévisions ainsi que des comparaisons avec les stations météorologiques locales ou d'autres groupes menant les mêmes mesures puis de rassembler les statistiques. Il s'agit d'une activité très concrète qui atteste combien la science est expérimentale.

L'écoute d'un bulletin météorologique constitue également une expérience de français intéressante. Rédiger soi-même un bulletin constitue un bel exercice pour un élève.

L'application des connaissances

La météorologie ne se limite pas à connaître le temps qu'il fera le lendemain. Elle est une aide à la prévention des risques. Je vous rappelle que Météo France a mis en place une carte de vigilance après les tempêtes de 1999 (qui avaient fait plusieurs dizaines de morts).

Il est important que l'élève comprenne la dimension de sécurité corrélée à la météorologie. Cela doit lui faire adapter son comportement et son activité. Il peut, par exemple, décider ne pas faire de la voile en cas de force 6 ou 7 ou préférer pratiquer la planche à voile. Cela permet en outre de ne pas mettre en danger inutilement d'autres membres de la société, comme les pompiers ou les sauveteurs.

La météorologie sert aussi à veiller à l'avenir, autour des questions de changement climatique ou des problèmes de pollution. Elle doit nous aider dans notre comportement de citoyen, notamment à utiliser nos connaissances pour mieux nous conduire en société.

Conclusion

Je participe actuellement à la rédaction de documents d'aide aux enseignants ainsi qu'à la préparation des objectifs pour 2007. La thématique jeunesse et éducation représente un sujet important sur lequel nous travaillerons volontiers avec vous dans les années à venir.

La conférence de Marc Payen était accompagnée d'un diaporama que l'on trouvera en annexe.

Questions sur la météorologie et la climatologie

Pourquoi	le ciel est bleu Les nuages sont noirs Il pleut Les nuages ne tombent pas
Qu'est ce que	La chaleur, le froid Le vent L'atmosphère L'ozone Le climat Le changement climatique
Comment	On mesure la température, les précipitations, le vent, la pression... Comment on prévoit le temps
Où	fait il plus chaud, moins chaud
A quoi sert-il	De prévoir le temps demain, après demain, dans une semaine, dans un mois, dans un an De connaître le climat De prévoir le climat futur

Thème « énergie »

*Bernard Multon,
professeur des Universités
École normale supérieure de Cachan*

Je voudrais aborder certains points importants du thème de convergence énergie. Je ne me sens pas compétent pour formuler des propositions d'applications pédagogiques, sachant que des listes vous ont été communiquées (auxquelles j'ai par ailleurs partiellement contribué).

L'énergie est un concept physique unifié que nos concitoyens comprennent généralement très mal et qui sert à décrire des phénomènes très variés. L'énergie est indispensable à la vie et à l'activité humaine. Je vois, dans ce thème de convergence, l'occasion d'accélérer la lente compréhension de ce concept, ce qui devrait tout de même prendre des années. Cette compréhension permettra en outre de favoriser l'action citoyenne dans le développement durable. En effet, les problèmes de l'énergie se trouvent au cœur de la problématique du développement durable, car l'énergie entraîne un fort impact environnemental mais aussi économique.

J'aimerais rappeler que le problème de l'énergie prend naissance dans l'univers. Je vais considérer quelques exemples de cycles de la vie. Les physiciens présents ici s'ennuieront peut-être, mais j'espère que les autres seront attentifs. Nous ne savons pas d'où vient fondamentalement l'énergie, ce qui pose notamment un problème métaphysique. Nous savons qu'elle prend naissance dans des réactions nucléaires de fusion au cœur des étoiles et qu'elle est ensuite propagée dans l'univers, par rayonnement électromagnétique. Les planètes du système solaire interceptent une partie de l'énergie de fusion de l'hydrogène du soleil, ce qui permet notamment le cycle de l'eau. C'est un élément important de la météorologie-climatologie. Ce cycle de l'eau produira par exemple l'énergie hydraulique ou éolienne, qui peut être utilisée comme une force motrice, pour parvenir quoi qu'il arrive à la production de chaleur, réémise plus ou moins complètement dans l'espace, suivant la réduction qu'entraîne l'effet de serre.

La photosynthèse constitue un autre exemple. La vie exploite le rayonnement solaire pour synthétiser des molécules organiques. Ainsi, quand on utilise la biomasse pour en faire un combustible, elle peut être brûlée directement dans un moteur à explosion et devenir, au final, de la chaleur.

Enfin, je citerai l'effet photoélectrique, qui consiste à intercepter le rayonnement solaire par des générateurs photovoltaïques pour produire de l'électricité et, encore une fois, de la chaleur. Beaucoup d'autres exemples comparables pourraient être cités. Je laisse le soin à chaque secteur disciplinaire de trouver des applications cohérentes avec les programmes : il suffit de se documenter.

L'impact des activités humaines sur la Terre

La Terre reçoit de l'énergie solaire, et en a reçu dans le passé, qu'elle a stockée notamment en constituant des combustibles fossiles.

Il existe une corrélation entre l'évolution de la population humaine et la puissance moyenne des activités énergétiques des êtres humains. Celle-ci s'élève aujourd'hui à plus de 10 000 gigawatts, ce qui correspond à $1/8\,000^{\text{ème}}$ de la puissance moyenne du rayonnement solaire intercepté par la Terre. Ce chiffre est considérable ou minime suivant le point de vue. Cependant, il est incontestable que nous en disposons en grande quantité. Si nous devions un jour être dix milliards d'habitants sur Terre, et que notre consommation devenait similaire à celle des Américains du Nord, nous ne consommerions toujours qu' $1/1\,000^{\text{ème}}$ du rayonnement solaire.

Les besoins métaboliques des humains se situent entre 2 et 3 kWh par jour et par personne. Les autres besoins, liés par exemple à nos déplacements en avion, en automobile et autres, conduisent à une consommation par jour et par individu comprise entre quelques kWh à près de 300 kWh pour les populations les plus riches. En effet, il existe un lien entre richesse et dépenses énergétiques.

Les ressources

Je préfère utiliser l'expression de ressources épuisables plutôt que celle de ressources non-renouvelables. Il s'agit tout d'abord des combustibles fossiles pour lesquels nous nous dirigeons progressivement vers un épuisement. C'est en quelque sorte d'une énergie solaire fossilisée. Ensuite vient la fission atomique, qui exploite aujourd'hui de l'uranium, et qui s'épuise elle aussi tout aussi vite.

Ces ressources énergétiques exploitent des matières premières, appelées « ressources primaires ». Elles satisfont plus de 80 % de nos besoins énergétiques. Les 20 % restants sont des ressources renouvelables dont une large partie est constituée de bois non renouvelé. Par exemple, du bois est brûlé dans les pays les plus pauvres sans être forcément replanté. Les énergies renouvelables ne sont donc pas toujours renouvelées.

J'ai rédigé un document sur le thème des vecteurs de l'énergie, prochainement accessible sur le site du ministère, à la rubrique des thèmes de convergence et du thème

énergie. Les vecteurs énergétiques, comme l'électricité et probablement l'hydrogène dans un futur proche, sont fabriqués à partir de ressources primaires.

Pour dresser un bilan partiel, j'avancerai qu'une prise de conscience planétaire a eu lieu au XXème siècle, peut-être du fait de nos voyages dans l'espace. Une grande partie de nos concitoyens a compris que nos ressources diminuaient, en particulier celles en énergie, et que nous perturbions notre environnement. Dans l'histoire de la Terre, il apparaît effectivement que la vie a façonné l'atmosphère terrestre.

Pour traiter des ressources renouvelables, je rappellerai que le sens du renouvellement consiste à mettre en parallèle une autre échelle de temps avec la vie du système solaire. Les échelles de temps sont alors si différentes que l'espèce humaine aura sans doute disparu de la surface de la terre quand le soleil s'éteindra, par exemple. L'ensemble des activités humaines correspond à environ $140 \cdot 10^{12}$ kWh ou 12 milliards de tonnes équivalent pétrole par an. Or, le soleil nous délivre annuellement 12 000 fois ce montant d'énergie. 30 % de cet ensemble est réémis dans l'espace, dans la haute atmosphère. Nous pourrions aller les y chercher. Les agences spatiales mondiales développent des projets consistant à satelliser des grands générateurs photovoltaïques. Je ne trouve pas cela véritablement raisonnable, même si cela doit permettre d'exploiter de nouveaux marchés. Ainsi, 70 % de l'énergie parvient à la surface du sol, ce qui est considérable. Ensuite, le noyau terrestre produit de la chaleur, pour différentes raisons, et dégage annuellement environ le double de nos besoins énergétiques. L'exploitation de l'énergie du noyau existe déjà : ce procédé s'appelle la géothermie.

45 % du rayonnement solaire frappe le sol, soit encore 6 000 fois notre consommation mondiale, avant d'être renvoyé dans l'atmosphère. Il est possible de l'intercepter, pour prendre une « douche solaire », par exemple, ou pour toute autre utilisation.

25 % de l'énergie transmise par le soleil est convertie, principalement dans les cycles hydrologiques, en vent, en houle et, dans une moindre mesure, en photosynthèse. Celle-ci ne fait pas directement partie des cycles hydrologiques, mais elle exploite une petite partie du rayonnement solaire.

Il apparaît donc qu'une quantité d'énergie d'origine renouvelable très élevée existe, qui pourrait satisfaire nos besoins, au prix de nombreux changements économiques et de comportements. L'interaction Terre-Lune-Soleil, à travers les marées et les courants marins qui en résultent, dissipe une partie de l'énergie, mais celle reste toutefois partiellement exploitable.

Le graphique du WWF⁶ de ma présentation évalue l'empreinte écologique de l'espèce humaine. Depuis les années 80, au vu de la surface biologiquement productible, il est estimé que nous vivons au-dessus des moyens biologiques de la Terre. À elle seule, l'énergie représente plus de 50 % de l'empreinte écologique de l'humanité.

⁶ World Wildlife Fund

Les besoins de stockage d'énergie

J'accorde une importance particulière à ce sujet, car nous avons besoin de stocker de l'énergie pour différentes raisons, notamment dans les systèmes embarqués. Nous utilisons généralement des piles ou des accumulateurs, comme dans les téléphones portables. C'est aussi le cas dans les transports, car il est nécessaire d'embarquer de l'énergie pour se déplacer. À l'exception des tramways ou des trains à caténaire, l'énergie est embarquée. Les carburants, notamment liquides, constituent le moyen le plus facile pour transporter l'énergie.

Dans les applications stationnaires, comme ceux d'une île, il convient de disposer d'une énergie locale. Or, si une énergie renouvelable est exploitée, comme le soleil, l'énergie n'est pas obtenue en même temps que son besoin s'exprime : il nous faut de la lumière la nuit, alors que le soleil est couché. Un stockage est alors indispensable. Nos comportements sont déformés par l'électricité qui a pris une importance majeure dans nos vies. Elle représente la forme d'énergie à laquelle nous sommes le plus habitués dans nos usages domestiques. Son emploi croît de façon disproportionnée et coûte très cher à l'environnement : il est urgent d'en consommer moins.

L'exploitation des ressources intermittentes comme le vent, le soleil ou la houle pose des problèmes de prévisibilité. La météo rend ainsi un service énorme. De fait, la gestion des énergies éoliennes, dans les pays qui en produisent beaucoup, n'est possible que grâce aux prévisions météorologiques. Cela demeure tout de même insuffisant et le stockage est encore nécessaire.

Certaines montres fonctionnent sur l'exploitation des mouvements, l'énergie est stockée sous forme mécanique dans un ressort ou électrique dans un petit accumulateur électrochimique. Le chauffe-eau solaire constitue également un très bon moyen de stocker de l'énergie thermique. L'électricité photovoltaïque, quand elle se trouve dans des sites isolés, nécessite également des accumulateurs pour son fonctionnement.

Il est possible de produire des carburants de synthèse à partir de l'énergie solaire, par exemple en électrolysant de l'eau avec l'électricité produite par des éoliennes. On peut aussi stocker de la chaleur dans l'eau, dans des réfractaires ou dans des aquifères. Du stockage saisonnier de chaleur est ainsi possible. En ce qui concerne l'énergie électrique, différentes solutions sont exploitables, la plus connue est celle à base d'accumulateurs électrochimiques, malheureusement, elle coûte cher.

J'ai réuni ces informations dans un document intitulé «énergie et développement durable » dans lequel j'énumère les élan importants que les thèmes de convergence devraient entraîner :

- prise de conscience planétaire et temporelle ;
- compréhension des notions physiques minimales (notamment la différence entre énergie et puissance) ;
- apprentissage des liens entre énergie et économie, notamment sur le coût des ressources, de l'investissement dans les systèmes de conversion d'énergie ou le coût des matières premières (encore nul car non encore soumis à taxation).

L'énergie, les impacts environnementaux et l'analyse sur cycle de vie

Cette approche croise les aspects environnementaux et économiques. Pour un véritable développement durable, il est indispensable de concevoir nos systèmes et de les analyser sur tout leur cycle de vie : de la fabrication jusqu'à son recyclage et sa remise en circulation en tant que matière première, tout cela en tenant compte en particulier des rejets environnementaux et de la consommation d'énergie globale.

À cause de notre boulimie énergétique, nous avons créé une civilisation extrêmement vulnérable. J'ai consacré à ce sujet un paragraphe conséquent sur notre surexploitation d'énergie. Il nous faut apprendre tout d'abord à consommer moins, avant d'utiliser les énergies renouvelables. Sur le thème d'énergie et citoyenneté, il convient de développer les comportements citoyens.

J'achève mon intervention en retournant un slogan de la première crise pétrolière : nous ne manquons pas d'énergie, mais il nous faut des idées. Il nous faut également avoir le courage de prendre rapidement les bonnes décisions.

La conférence de Bernard Multon était accompagnée d'un diaporama que l'on trouvera en annexe.

Thème « sécurité »

*Claude Got,
membre du comité d'experts auprès du Conseil national de sécurité routière*

Mon intervention est se limitera à cinq notions.

La connaissance seule est insuffisante pour modifier son comportement

C'est la notion la plus importante. L'idée simple que l'accès à la connaissance provoque la modification des comportements humains n'est que très partiellement vraie. Nous l'avons entendu plus tôt : un avertissement à la télévision, dans un pays en développement, sur les risques du tabac est certes important, puisqu'il entraîne un changement de comportement d'un nombre limité de personnes, mais il demeure insuffisant.

Il nous faut nous situer dans une séquence d'événements et d'actions. La transmission d'information doit aider à convaincre en s'intégrant dans une séquence d'événements : « j'accepte cette connaissance, puis je reconnais qu'elle est importante pour moi, je me persuade qu'il faut que je modifie mon comportement et finalement je passe à l'acte ». Nous nous trouvons alors dans la complexité. Dire que le tabac tue un fumeur chronique sur deux, d'une maladie spécifiquement attribuable à son tabagisme est une vérité qui initie la réflexion du fumeur, il va ensuite essayer d'arrêter, rechuter, essayer à nouveau, réussir enfin, etc. Il s'agit bien d'une séquence complexe.

Un saupoudrage de notions parcellaires dans un programme n'entraînera pas de modifications du comportement

C'est la deuxième étape. L'accès à cette conviction passe par le cerveau profond, notamment par le système de la récompense, après le passage par le cerveau cortical qui apprend, voit, entend et regarde et permet d'acquérir certaines notions. Puis, l'information passe par un cerveau beaucoup plus instinctif, passionnel et émotif, qui finira par mémoriser des convictions et des motivations. Ce circuit fait appel à des méthodes que vous connaissez : la lecture, mais aussi le théâtre ou le jeu, bref tout ce qui permet de faire quelque chose avec intérêt, en s'impliquant personnellement.

Il est important dans ce processus d'éviter le terrorisme sanitaire, car il est trop facile. Dans ma spécialité qui est la sécurité routière, mes motivations sont issues de ma pratique. Un jour, un médecin travaillant chez le constructeur automobile Renault s'est rendu à l'hôpital de Garches pour solliciter notre assistance dans l'amélioration des ceintures de sécurité. Je pratiquais alors les autopsies des accidentés décédés tandis qu'un chirurgien renseignait sur la nature des blessures de ceux qui avaient survécu. À cette époque, 17 000 personnes mouraient chaque année sur les routes et je voyais des parents venir enterrer leur enfant. Il est normal de perdre ses parents, cela fait partie de la nature des choses. En revanche, perdre ses enfants apparaît contre-nature. Il s'agit d'une émotion terrifiante, insupportable, qui détruit des vies humaines après la destruction d'une première vie, celle de l'enfant. Cela pousse à acquérir des motivations, sans qu'il soit nécessaire selon moi que des images terrifiantes de mort ou d'accidents de la route soient diffusées sur les écrans de télévision. Il s'agit d'un débat actuel sensible. Certains pays ont opté pour le choix de la violence, dans une surenchère qui plaît aux médias. Ils veulent faire un spectacle à partir d'images de ce type. Pour ma part, je garde des souvenirs d'autopsies d'enfant qui m'empêchaient de trouver le sommeil et je n'ai pas envie qu'une mère, ayant perdu un enfant sur la route, voit ces images. Il existe des limites à l'usage des moyens de convaincre. Il est préférable de construire un raisonnement convaincant avec des éléments objectifs faisant appel à la physique, aux comportements des usagers, puis de développer des motivations d'action en utilisant des motivations affectives ou relevant du civisme, notamment le respect des autres.

Une transition est nécessaire

Pour cela, il faut bénéficier d'une culture, c'est-à-dire d'une aptitude à mettre en relation des notions qui appartiennent à des domaines très différents, comme la philosophie morale ou politique, voire plus techniques ou scientifiques. L'ensemble des connaissances, et souvent des références, permet d'agir dans un cadre complet et cohérent.

Donner aux êtres humains une culture probabiliste de la relation avec les faits et les événements

Cette notion empiète légèrement sur un point important de l'intervention d'Alain-Jacques Valleron.. Selon moi, les enfants devraient jouer aux dés dès la maternelle et savoir tracer en CM1 une courbe de distribution des résultats. Ensuite, on leur ferait comprendre le plus difficile : la relation entre les probabilités objectives et les probabilités subjectives. J'ai mis plusieurs dizaines d'années à la comprendre, alors que j'avais pourtant connu un premier déclic sous l'influence de mon professeur de mathématiques de terminale. Il a commencé un cours sur les permutations, les combinaisons et les probabilités en nous disant que le hasard n'avait pas de mémoire. J'ai mis du temps à comprendre ce que sa phrase signifiait.

J'ai récemment relu Antoine Augustin Cournot, l'un de vos anciens collègues, agrégé de mathématiques ayant présidé pendant plusieurs années le jury d'agrégation, au milieu du XIX^{ème} siècle. Il avait parfaitement compris le lien entre les mathématiques, la rationalité et la théorie, c'est-à-dire entre ce qui est parfait, et qui ne prête pas à conséquence en termes de mise en doute de l'énoncé et de la règle, et le monde de la réalité. On cherchait à l'époque à appliquer, au monde de la réalité, cette rigueur parfaite des mathématiques et des formules. Si Cournot s'est orienté vers les liens entre probabilité et philosophie, c'était à la fois du fait de sa cécité qui l'empêchait de développer son activité de mathématicien, mais aussi parce qu'il comprenait que ce passage de la règle et de l'objectivité au sujet qui veut comprendre et prévoir rejoignait certaines questions fondamentales, comme celles posées par David Hume. Celui-ci indiquait que seule l'expérience permettait de prévoir les événements qui allaient se passer, mais qu'il demeurait toujours une part d'incertitude. Il a conduit à l'acceptation du fait que la logique de la science était une logique probabiliste. Ces notions fondamentales doivent être développées dans l'esprit des élèves pour qu'ils soient capables de gérer la notion de risque qui n'est qu'une notion de probabilité : « je m'expose à un danger, il en découle un risque de subir un certain dommage, et ce risque se trouve entre 0 et 1 ».

Il s'agit donc d'organiser des références. Il est évident qu'il n'existe pas de vie sans prise de risque et sans apprentissage. Le risque est étroitement lié à l'apprentissage. Il faut parvenir à convaincre les enfants, les adolescents, mais aussi les adultes qu'il existe des risques qui apportent un bien, et d'autres qui sont insupportables, car ils nous privent de la vie, de l'usage de nos membres ou de notre cerveau. Le principe est de comprendre, à un instant précis, que le plaisir apporté par un comportement est sans commune mesure avec la probabilité et l'ampleur du risque. La compréhension de ces notions fait appel à des principes d'autant mieux compris que l'expérience a fait acquérir des notions aussi fondamentales que la brièveté de la vie, l'importance d'éviter la maladie et le handicap si l'on veut en profiter, cette expérience est celle des adultes, d'où la difficulté de la faire partager par des jeunes qui ne connaissent ni des mécanismes d'inhibition très profonds ni l'aversion au risque que nous développons au cours de notre vie. Cela commence, par exemple, par des chutes à mobylette qui

permettent de lier la sécurité, la vitesse et la prise de risque sur la route, mais dans ce domaine de l'accident la première expérience peut être mortelle.

La maîtrise des comportements à risque passe par la rationalité bien sûr, mais aussi par le développement individuel d'inhibitions comportementales qui nous rendent incapables de nous exposer à certains risques. Nous ne pouvons transmettre avec conviction que des notions acquises personnellement, par l'expérience. Dès que nous nous plaçons dans une transmission indirecte, la conviction ne se situe plus au même niveau. Tout comme mes convictions sur la sécurité routière sont venues de mes expériences de garde, ma compréhension de l'aversion au risque est venue d'expériences personnelles très concrètes. À douze ou quatorze ans, je pouvais tout faire d'un plongeur de cinq ou dix mètres, comme plonger à vélo le quatorze juillet à une époque où les organisateurs de festivités publiques n'étaient pas inhibés par la crainte des responsabilités. Ensuite, à cinquante ans, j'ai constaté que je ne pouvais même plus monter sur le plongeur et regarder l'eau avec l'intention de plonger à la suite de ma vie professionnelle à Garches. En effet, je savais que des plongeurs, dans une eau peu profonde, suivis d'un choc pouvaient provoquer des tétraplégies, mais également des plongeurs en eau profonde avec une hyperextension du cou. J'avais acquis des notions et une culture pratique qui m'empêchaient d'avoir un comportement à risque de ce type.

Il est fondamental de faire passer la notion de risque réel, c'est-à-dire de risque objectif et mesuré, vers celle de risque ressenti, en conservant à tout moment le respect de l'individu et de son droit à expérimenter, tout en lui faisant comprendre que certaines expérimentations ne doivent pas être tentées. Au final, il faut faire comprendre à l'élève l'existence d'interdits décidés nationalement par les décideurs légitimes qui ont estimé qu'il ne fallait pas rendre possible un comportement considéré comme trop dangereux. Quand une loi est votée pour limiter la vitesse ou punir le débridage des mobylettes, nous entrons dans une logique sociale de solidarité qui veut éviter l'apprentissage du risque par l'expérience, cela doit être expliqué.

Le lien fondamental entre solidarité et politique de prévention

Ce débat est ancien. Il opposait Darwin et Spencer. Chacun avait abordé le problème du risque dans la société. Darwin, par son expérience de biologiste, considérait que la survie des espèces provenait en grande partie de la solidarité. Il utilisait les exemples des termites ou des fourmis qui survivent du fait des liens sociaux entre les membres et de la spécialisation de leurs tâches. En transposant ces observations à la vie humaine, il considérait que la survie des individus résidait dans leur capacité à s'intéresser aux autres et à accepter les contraintes au profit de l'autre et du groupe. L'individu assure égoïstement sa survie à travers celle du groupe.

Spencer se présentait davantage comme un libéral traditionnel. Il parlait de sélection naturelle : celle qui s'observe à tout moment dans la nature par la survie des meilleurs. Cette pression était, pour lui, la garantie de la survie de la société.

Cette même opposition se trouve au cœur du débat actuel, notamment dans celui récent sur le tabagisme passif et la marche arrière du gouvernement par faiblesse politique. Il a été décidé de repousser la protection des non-fumeurs alors que la loi Evin n'est toujours pas respectée, quinze ans après sa promulgation. C'est pourtant une défense des libertés. À ce titre, je considère fondamental d'enseigner aux élèves des notions de morale politique, éthique et philosophique. En effet, étant un anti-clérical primaire, je m'étonne d'être traité d'ayatollah quand je demande le respect des non-fumeurs. On me répond qu'il y a là une atteinte à la liberté du fumeur, comme si l'agresseur pouvait être la référence en matière de défense des libertés. Ce rapprochement étrange souligne bien l'existence d'un défaut de référence, ma référence n'est pas religieuse et de nature dogmatique, elle est de nature épidémiologique et sociale.

J'ai détaillé cette diversité du risque et de sa gestion dans un livre « Risquer sa peau » (Éditions Bayard).

Thème « environnement, développement durable »

*Michel Petit,
président du comité environnement à l'Académie des Sciences*

Le terme environnement, dans son sens le plus général, désigne ce qui est autour de quelqu'un ou de quelque chose. Dans le contexte du thème de convergence considéré, l'être humain est au cœur du problème. C'est donc à son cadre de vie que nous nous intéresserons plus particulièrement.

Aujourd'hui, les Français vivent dans un environnement qui n'est pas naturel car considérablement aménagé. On y trouve facilement de quoi se désaltérer, se nourrir, se mettre à l'abri des intempéries dans des locaux chauffés en hiver et à l'abri du soleil, voire climatisés, en été, et, partout, des routes nous permettent de nous déplacer.

L'environnement naturel brut apparaît finalement plutôt inconfortable : il suffit de penser au sort des sans-abri, que nous ne considérons pas comme enviable. On s'en convainc encore mieux en s'imaginant nu, seul, dans une forêt éventuellement peuplée de carnassiers affamés, et n'ayant aucun moyen de faire du feu, comme l'étaient les hommes préhistoriques. Ces derniers ont commencé à se nourrir de la cueillette et de la chasse. Puis, ils se sont mis à cultiver le sol, en y faisant croître les plantes qu'ils pouvaient consommer et, par là même, ils ont commencé à modifier leur environnement en remplaçant la végétation naturelle par des champs où poussaient les plantes qu'ils avaient choisies. L'élevage d'animaux remplaçant la chasse, ils ont été amenés à créer des prairies artificielles pour nourrir ces animaux. Auparavant, ils avaient acquis la maîtrise du feu pour se chauffer, faire cuire leurs aliments, faire fuir les bêtes sauvages et, pour cela, ils avaient brûlé du bois. Depuis les temps préhistoriques, l'homme modifie son environnement à son profit.

Il ne s'agit pas de prôner un retour à une hypothétique Mère Nature bienveillante. Le véritable problème concerne l'empreinte croissante de l'homme sur la planète, avec l'accroissement de la population humaine et le développement considérable des moyens techniques. Les perturbations apportées à l'environnement ne sont plus de petites égratignures qui se guérissent spontanément, mais des blessures profondes dont les effets sur les générations présentes et futures seront peut-être néfastes. Il convient désormais de nous interroger sur les conséquences réelles ou potentielles de nos

décisions d’agir – ou de ne pas agir – quand la possibilité nous est offerte. C’est, dans ce contexte, qu’est né le concept de développement durable qui, dans une perspective à long terme, consiste à assurer le développement et l’amélioration du bien être des hommes, sans imposer aux milieux naturels des altérations dont pourraient pâtir les générations ultérieures. Cette recherche d’un compromis entre l’amélioration des conditions de vie humaines et l’altération des milieux naturels se trouve au cœur de la problématique « environnement et développement durable ».

Il existe différentes échelles géographiques pertinentes concernant l’environnement. L’analyse de l’environnement urbain concerne les citoyens à l’échelle de la ville ou du quartier. La dégradation de la qualité de l’air par le jeu des vents peut affecter une campagne ou une forêt distante de plusieurs dizaines de kilomètres de la source de la pollution. La nitrification des eaux souterraines peut s’étendre à toute une nappe phréatique et prendre une dimension régionale.

Nous en arrivons à un thème plus général, celui des problèmes mondiaux qui lie plusieurs thèmes de convergence. En effet, le thème 3 « météorologie et climatologie » rejoint le thème « environnement et développement durable » lorsque nous abordons l’évolution du climat. Plusieurs facteurs mènent à la conclusion que le climat mondial a amorcé une évolution qui pourrait prendre, au cours du siècle, des dimensions inquiétantes pour l’ensemble de l’humanité et parmi eux :

- l’analyse de l’évolution du climat au cours des cinquante dernières années ;
- l’étude de la simulation sur ordinateur de la circulation atmosphérique et océanique ;
- l’examen du bilan radiatif entre le rayonnement solaire incident et les rayonnements infrarouges émis par la Terre dans l’espace, déterminant la température de la planète.

La raison principale de ce changement climatique est l’émission, par les activités humaines, de gaz dits à effet de serre. Ceux-ci présentent la propriété d’absorber le rayonnement infrarouge émis par la Terre, tout comme les serres de jardinier. Une augmentation continue de la teneur de ces gaz s’observe en effet dans notre atmosphère. Le gaz carbonique est le principal d’entre eux par l’ampleur de son pouvoir réchauffant et sa durée de vie dans l’atmosphère. Bien évidemment, son action n’est pas uniquement négative : sans l’effet de serre dû à sa présence naturelle dans l’atmosphère, la vie ne se serait pas développée telle que nous la connaissons.

L’utilisation des combustibles fossiles ne cesse de croître. Elle conduit actuellement à brûler sept milliards de tonnes de carbone, émis dans l’atmosphère sous forme de gaz carbonique. Nous rejoignons là le thème 1 (« Énergie »), puisque 80 % de l’énergie commercialisée dans le monde provient des combustibles fossiles. Il m’a semblé que la présence de ce sujet dans trois thèmes aboutissait à ce qu’il ne soit, au final, traité nulle part. Or, il s’agit d’un sujet fondamental. Récemment, un rapport d’une mission parlementaire adopté, en avril 2006, par trente-quatre voix pour et trois abstentions, se présentant « d’abord comme un cri d’alarme » précise que « le changement climatique est le défi principal que nous ayons à relever au cours de ce siècle ». L’épuisement des

combustibles fossiles est abordé dans le chapitre sur l'énergie. Selon moi, et selon beaucoup d'autres, l'humanité ne consommera jamais la totalité des combustibles fossiles présents dans son sous-sol. En effet, la modification des changements climatiques nous entraînera à prendre des décisions qui nous feront cesser son exploitation bien avant cette échéance. Certes, l'économie immédiate est sensible au prix du pétrole. Cependant, avec un minimum de recul, il apparaît que le changement de climat sera l'élément limitant.

C'est évidemment un problème de dimension mondiale, car seule la concentration atmosphérique mondiale de ces gaz à longue durée de vie compte et non la distribution des émanations locales. À ce titre, l'un des composants fondamentaux du développement durable se trouve dans l'inégalité de niveau de développement entre pays. Nous ne pouvons ignorer ce phénomène, sachant qu'il semble difficile de refuser, aux Terriens les moins favorisés le droit d'aspirer aux conditions de vie confortables que connaissent les plus favorisés, ne serait-ce qu'au regard de l'espérance de vie. Il faut donc permettre aux pays en développement d'améliorer leur sort, tout en limitant les émissions mondiales de gaz à effet de serre.

Pour revenir à l'enseignement, je crois qu'il ne convient pas d'inculquer une sorte de religion du respect d'une nature infiniment bonne. Cette approche est par trop naïve. En vérité, l'homme doit se défendre de la nature. Il s'agit d'analyser aussi objectivement que possible les avantages ou les inconvénients des aménagements ou des développements techniques envisagés. Une autre approche consiste à étudier les atteintes des activités humaines à certains milieux naturels, comme l'eau ou l'air, ou la perturbation de phénomènes comme le climat qui mériterait à lui seul au moins une heure de conférence.

Dans le même esprit, il convient de procéder à l'analyse non seulement des atteintes portées à la nature, mais aussi des raisons qui ont conduit l'humanité à mener les actions qui provoquent ces atteintes. Le même phénomène peut avoir des effets positifs et négatifs pour le même acteur. Par exemple, le réchauffement climatique peut faire fondre le pergélisol (ou permafrost) des régions arctiques, ce qui est favorable à l'agriculture, mais provoque aussi l'effondrement des constructions. L'existence de débats passionnés ne doit pas être occultée, mais l'enseignement doit rester neutre quant aux options personnelles et quant aux procédures de débat démocratique et d'arbitrage qui peuvent se révéler nécessaires.

Le lien avec les programmes scolaires et les différentes disciplines mérite une attention particulière. Si l'analyse d'un problème fait appel à des notions acquises, il peut être envisagé que des exercices soient effectués d'après la problématique environnementale, dans le cadre de l'enseignement de la discipline concernée. Par exemple, les traditionnelles fuites de baignoires pourraient être remplacées par des calculs de contenu en eau d'une nappe phréatique dans un projet d'implantation d'un barrage.

La question devient plus délicate si certaines notions ne sont pas acquises, car il est illusoire de vouloir surcharger les programmes. Dans la plupart des cas, nous devons pouvoir conduire les élèves à conceptualiser la problématique qu'ils rencontrent dans un cas concret. Nous devons leur faire prendre conscience de leur incapacité à apporter certaines réponses, voire les motiver pour la suite de leurs études, en leur indiquant quels outils nouveaux, ils apprendront à utiliser dans les années à venir.

Je crois qu'il ne faut pas systématiser le recours artificiel à toutes les matières, qui risque de se révéler aussi frustrant pour les élèves que pour les enseignants. L'idéal serait que les élèves fassent eux-mêmes appel à une autre discipline et, bien sûr, à l'un de leurs professeurs pour les aider sur une difficulté spécifique.

Thème « pensée statistique au service des disciplines scientifiques »

*Alain-Jacques Valleron,
professeur à l'Université Pierre et Marie Curie,
Membre de l'Académie des Sciences*

Mon intervention sera forcément influencée par mon activité personnelle, ne serait-ce que par les exemples que je prendrai : je suis épidémiologiste et mon métier est donc d'étudier la distribution de la fréquence des maladies dans la population, de rechercher les facteurs de risque, si possible causaux, de ces maladies et d'évaluer, a priori ou a posteriori, l'efficacité des politiques de santé publique destinées à les prévenir ou des traitements destinés à les guérir. Notre métier combine donc, à longueur de journée, l'usage des mathématiques et en particulier de la statistique, l'étude des facteurs environnementaux, celle des facteurs de risque génétiques... Notre activité est donc en elle-même un "thème de convergence". L'épidémiologie est le bras armé de la santé publique, et c'est par elle que passe toute l'information sur les risques sanitaires, et sur la quantification des parts respectives des facteurs de risque environnementaux, imposés (par exemple, les rayons cosmiques, la pollution atmosphérique, le tabagisme passif) ou choisis (la tabagie, l'alcoolisme, etc). Nous constatons à longueur de journée comme il est difficile de faire apprécier en dehors de notre cercle professionnel ce qu'est un risque, ce qui différencie un risque d'un danger, et de faire comprendre comment on peut mesurer un risque. A longueur de journées nous constatons la divergence qu'il y a entre les risques objectifs tels que nous savons les mesurer, et les risques perçus dans le public qui sont tout aussi importants que les risques objectifs quand on veut comprendre les attitudes des personnes vis-à-vis de la santé ou de leur santé.

De mon point de vue, un thème de convergence autour de la statistique devrait permettre en premier de faire comprendre aux élèves la différence entre le calcul des probabilités, les statistiques et la statistique.

Le calcul des probabilités permet de modéliser la variabilité et, bien entendu, tous les élèves doivent pouvoir expérimentalement se rendre compte de l'importance de la variabilité : que ce soit la variabilité due à l'erreur de mesure (on la rencontre dans toutes les disciplines scientifiques), ou la variabilité intra individuelle (à deux moments différents, la glycémie ou la température d'un même individu sont différentes) et la variabilité inter individuelle (deux personnes d'une même population ne sont jamais identiques). Après tout, pour démontrer l'importance de la variabilité dans les sciences de la vie, il suffit de rappeler que s'il y a eu une sélection naturelle et, si donc il y a sur terre la vie telle qu'on la connaît, c'est grâce à la variabilité. Et, sur le plan sociétal, dire l'importance de la variabilité, c'est rappeler qu'elle est la manifestation de la diversité.

Les élèves apprennent rapidement ce que sont les statistiques, c'est-à-dire essentiellement des tableaux de chiffres informant sur tel ou tel sujet, et ils apprennent rapidement comment on peut faire des statistiques descriptives, donner des médianes, des quantiles, etc. Tout ceci est déjà dans les programmes.

Mais, dans ce thème de convergence, il est essentiel qu'ils comprennent ce qu'est la Statistique : ce n'est ni le calcul des probabilités, ni les statistiques. La statistique, c'est l'art de tirer des conclusions générales à partir de l'observation d'un échantillon particulier. C'est l'art de l'inférence. Il est essentiel évidemment que le futur citoyen et électeur comprenne bien dans quelle condition on peut, à partir de l'observation selon laquelle il y a 49% de personnes favorables à un candidat dans un échantillon de 600 personnes, on peut en déduire que dans la population en général le pourcentage est de 49%. Ce passage direct de l'échantillon à la population est fait allègrement, et en général à tort, par la presse qui alerte les citoyens sur des variations observées de 1% sur des échantillons, dont rien ne dit qu'elles représentent les variations dans la population. Avant tout, la notion d'échantillon représentatif –c'est-à-dire strictement d'échantillon tiré au sort et non pas d'échantillon plus ou moins manipulé- doit être comprise à travers les travaux effectués par les élèves. La représentativité d'un échantillon se définit par le mode opératoire (le tirage au sort) et non par le résultat. Un échantillon de 10 naissances tiré au sort dans une maternité dans lequel on observerait 10 garçons sur 10 serait un échantillon représentatif, puisqu'on l'a tiré au sort. Notez d'ailleurs que la probabilité de cet événement est extrêmement faible ($1/2^{10}$). Ensuite, il faut absolument que les élèves, à travers les travaux qu'ils mèneront, puissent comprendre la notion de fluctuation d'échantillonnage. Ceci est possible, en procédant expérimentalement (c'est-à-dire en tirant au sort des échantillons successifs soit dans une vraie population, celle du collège par exemple, soit grâce à des petits programmes informatiques très simples à mettre en œuvre y compris sur les calculettes de collège).

Les problèmes de comparaison de deux échantillons doivent être privilégiés. Comment, à partir des résultats observés sur 2 échantillons, tirer des conclusions raisonnables sur ce qu'on peut dire de ce qui se passe dans les populations correspondantes. Par exemple, pour rester dans les exemples de mon métier, si lorsqu'on observe sur deux échantillons de 50 personnes l'un recevant de l'aspirine, et l'autre ne recevant aucun traitement, que dans le premier il y a 40 personnes dont la fièvre tombe, tandis que dans le second il y en a 34, est-ce qu'on peut en conclure que l'aspirine a été efficace pour faire tomber la fièvre (en d'autres termes, pour utiliser le vilain langage des statisticiens, peut-t-on conclure que cette différence observée est "significative"?). Autre exemple : Quelles sont les conclusions qu'on peut tirer en comparant les notes moyennes à un contrôle de géographie (par exemple, d'un échantillon de 20 garçons et de 20 filles du collège, où à coup sûr on observe des différences (par exemple : moyenne des 20 notes des filles = 11,75 et moyenne des 20 notes des garçons = 11,20) ? D'abord les échantillons ont-ils été bien constitués de manière à être représentatifs des garçons et des filles du collège? Ensuite, cette différence est-elle "significative"? (C'est à dire, trouverait-on toujours une différence à l'avantage des filles si on constituait des nouveaux échantillons?). Et, si elle est significative, quelle interprétation en donner ?

Un autre enjeu dont on doit faire comprendre l'importance est celui de la causalité. Tout le monde sait que le tabac cause le cancer des bronches. Pourtant, chacun connaît des fumeurs qui n'ont pas eu le cancer des bronches et quelques uns connaissent des cancers des bronches survenant chez des personnes qui n'ont pas fumé (c'est rare, moins de 10% des cas). Bien entendu, ces observations ne remettent pas en cause la causalité du tabac dans la genèse du cancer du poumon et il faut donc apprendre à raisonner en termes probabilistes, c'est-à-dire à comprendre qu'un facteur est causal lorsqu'il augmente le risque de la maladie sans qu'on puisse expliquer l'augmentation du risque autrement que par la présence du facteur. C'est toute la différence entre la causalité déterministe, et la

causalité probabiliste (le cas de figure le plus fréquent en Sciences de la Vie et de la Santé).

Le problème de l'évaluation de l'efficacité d'un traitement est aussi un bon exemple pour les élèves : lorsqu'un traitement est plus efficace qu'un autre, cela ne veut pas dire qu'il y a 100% de succès avec l'un et 0% avec l'autre, cela veut dire que de façon reproductible il y a plus de succès avec ce traitement qu'avec l'autre. Ceci est vrai aussi pour le diagnostic : une majorité des personnes déclarant une grippe ont une fièvre soudaine et élevée, mais pas tous...

Il y a donc un aller retour continu à faire entre la variabilité, omniprésente en tout cas dans les Sciences de la Vie, et la statistique qui permet de savoir quelle conclusion solide on peut tirer à partir des résultats anecdotiques qu'on observe sur un échantillon et dont on sait bien qu'ils auraient été plus ou moins légèrement différents sur un autre échantillon.

Il me semble aussi important de faire comprendre la différence en termes de possibilité d'extrapolation d'un résultat selon qu'on traite d'un problème à une ou à deux variables. Je m'explique : j'appelle problème à une variable un problème du type "quelle est la fréquence des enfants de 12 ans dormant moins de 6 heures en moyenne dans la nuit?" Pour répondre à cette question, idéalement, on constitue un échantillon par tirage au sort dans la population qu'on étudie; on mesure la fréquence recherchée et par un calcul statistique on donne la fourchette (les statisticiens diraient l'intervalle de confiance) du pourcentage observé. Le résultat qu'on trouve est en général peu extrapolable à une autre population (par exemple, des collégiens anglais, ou chinois...). Par problème à deux variables, j'entends un problème du type : est-ce que la quantité de sommeil et le succès scolaire sont corrélés ? Pour répondre à cette question, là aussi, on prend idéalement un échantillon tiré au sort, on mesure les deux variables et on regarde par une technique statistique adaptée, à la rigueur en traçant le nuage de points, si les deux variables sont "corrélées". On montre que si tel est le cas dans une population, il y a beaucoup de chances que cela soit également le cas dans une autre population différente. C'est de ce point de vue qu'on peut dire qu'il est plus facile d'extrapoler les résultats à deux variables que les résultats des problèmes à une variable. C'est pourquoi aussi lorsqu'on démontre dans une population particulière que, disons, le tabac est responsable du cancer des bronches (ce fut démontré par exemple dans une gigantesque étude portant sur les médecins anglais), on pense que le résultat s'extrapole à une population différente (les français de toutes professions, par exemple).

Un dernier problème que les élèves devraient absolument apprendre à travers leurs travaux pendant les thèmes de convergence concerne le calcul, au moins la réflexion, de ce qu'est la bonne taille d'un échantillon. Il faut en effet comprendre que la taille d'un échantillon nécessaire pour traiter un problème donné dépend du problème qu'on se pose. Si on veut départager deux candidats qui, a priori, bénéficient d'intention de vote très proches dans la population, il faut évidemment une taille d'échantillon beaucoup plus grande que si l'on veut départager un candidat marginal d'un candidat dont on sait d'avance qu'il est très majoritaire. Il est facile de montrer (toujours avec des petites simulations) que si deux candidats ont respectivement 29% et 31% d'intention de vote dans la population des sondages sur 500 personnes sont absolument incapables de le démontrer ; il suffit de simuler successivement des échantillons de 500 personnes dans une population théorique où il y a justement ces intentions de vote de 29% et 31% et constatera que l'on observe certaines fois que A est meilleur que B et d'autres fois que A est moins bon que B...

Au total, mon message principal est qu'il faut faire tous les efforts possibles pour faire apprécier ce qu'est le mode de raisonnement statistique, ce qui est fort différent d'enseigner le calcul des probabilités ou les statistiques descriptives. Il faut que les thèmes de convergence choisis permettent aux élèves d'appréhender la notion de risque, de savoir définir une population de référence et construire un échantillon représentatif, puis de comprendre comment à partir des résultats anecdotiques observés sur cet échantillon on peut tirer des conclusions générales sur la population d'où est tiré cet échantillon.

La conférence de Alain-Jacques Valleron était accompagnée d'un diaporama que l'on trouvera en annexe.

Synthèse

Mise en œuvre des thèmes de convergence

*Gilbert Pietryk,
inspecteur général de l'éducation nationale,
Doyen du groupe des sciences physiques et chimiques*

Les thèmes de convergence impliquant une démarche pluridisciplinaire concertée des enseignants, il est apparu nécessaire aux inspecteurs généraux des quatre disciplines représentées aujourd'hui, d'intervenir de manière conjointe sur le champ de la mise en œuvre de ces thèmes. Pour ma part, je me placerai sur un plan tout à fait général pour rappeler qu'ils sont le fruit d'une longue réflexion du groupe d'experts, s'inscrivant dans une dynamique internationale et en premier lieu européenne.

Il est important de revenir sur la décision du Conseil de Lisbonne de mars 2000 et sur les orientations prises en termes de société et de connaissance. L'objectif fixé visait à faire de l'Europe une société de la connaissance la plus compétitive et la plus dynamique du monde. Dans cette optique, le Conseil de l'Europe a demandé une adaptation des systèmes de formation et des systèmes d'éducation à ces nouveaux besoins. Cela a pris la forme, par exemple, d'un Cadre européen de compétences de base dans des domaines précis : les technologies de l'information et de la communication, les langues étrangères, la culture scientifique et technologique. En France, cela s'est traduit par une loi⁷ qui a introduit la notion de socle et qui comprend les trois éléments mentionnés.

Un second virage a été pris après la publication en janvier 2005 d'un rapport de l'UNESCO qui souligne que les orientations à prendre doivent s'inscrire au niveau mondial dans la construction d'une société de la connaissance partagée. Les progrès scientifiques et technologiques ont généré, au cours des dernières décennies, des bouleversements, notamment en matière d'économie, de dépenses énergétiques et d'environnement. Ces mutations rapides se sont accompagnées d'une perte de confiance du public envers la science, doute accentué par des accidents tel que celui de Tchernobyl. La nécessité d'amener les populations à valider des engagements politiques qui concerneront notamment l'énergie, le développement durable, la bioéthique - engagements qui pèseront fortement sur l'avenir de la planète - , s'impose aujourd'hui de manière plus en plus forte. Cette donnée amène à promouvoir une certaine familiarité de tout citoyen avec les démarches scientifiques et avec leurs aspects concrets et

⁷ Loi d'orientation et de programme pour l'avenir de l'École du 23 avril 2005

technologiques. Cela a conduit l'UNESCO à plaider, dans son rapport de 2005, pour une « alphabétisation en science et technologie », permettant à chaque citoyen d'acquérir les compétences lui permettant d'appréhender les questions essentielles de la science et de maîtriser les concepts de base permettant de se situer dans le monde.

Les thèmes de convergence s'inscrivent bien dans cette problématique et constituent une anticipation remarquable de recommandations et de décisions qui n'ont été formulées que très récemment.

Pour revenir à la mise en œuvre des thèmes de convergence, je rappellerai qu'ils se placent dans les programmes, sans toutefois bénéficier de plages spécifiques permettant aux professeurs de se retrouver pour traiter d'un thème pluridisciplinaire transversal. La difficulté résidera donc dans l'organisation pratique de la concertation entre les professeurs qui interviennent sur ces thèmes afin qu'ils puissent organiser leur enseignement sur l'année, dans un premier temps. Ensuite, il s'agira de planifier les enseignements sur la totalité du collège afin que les connaissances correspondant aux thèmes de convergence puissent être dispensées dans les meilleures conditions. Le message que nous voulons transmettre est simple : soyons modestes. Les thèmes sont au nombre de six et seront abordés dès la classe de sixième. À chaque niveau, pour un thème donné, il ne saurait être question de développer plusieurs thématiques, ce qui multiplierait par un facteur six l'ensemble des thématiques proposées. La modestie consiste à ne proposer qu'une ou deux pistes.

Les thèmes de convergence se trouvant inscrits dans les programmes - ils sont donc à ce titre obligatoires -, l'un des points sur lesquels il nous a paru important d'insister, est l'évaluation. La nécessité d'évaluer les élèves au regard de ces thèmes ne doit pour autant se traduire par une évaluation « traditionnelle ». Les thèmes de convergence traduisant une démarche pluridisciplinaire, une évaluation qui se ferait de manière cloisonnée, discipline par discipline, ne pourrait répondre que très partiellement à cet objectif, sans compter qu'elle susciterait beaucoup moins la curiosité et l'intérêt des élèves qu'une évaluation construite conjointement par plusieurs enseignants. C'est pourquoi il nous paraît indispensable que cette réflexion puisse faire l'objet d'une concertation entre les enseignants.

Débat avec la salle

De la salle

Pourquoi n'existe-t-il pas de thème de convergence « évolution » ? Aux yeux des élèves, les six thèmes retenus apparaissent plutôt négatifs et moralisateurs : « limitez votre vitesse », « ne fumez pas », ou « n'émettez pas de CO₂ ». Ne pourrait-on pas imaginer d'introduire un thème plus positif, qui traiterait de la fantastique aventure de l'humanité, de l'évolution de l'univers, des espèces et des idées, et même des langues ou des procédés techniques ?

Jean-François Bach
Président du groupe d'experts
Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences

Il s'agirait effectivement d'un thème riche, mais sans doute complexe. N'oublions pas que nous parlons du collège. Sur les thèmes que vous évoquez, il serait intéressant de mettre en parallèle l'évolution des idées et des espèces. Toutefois, cette question se posera le jour venu, au moment de l'évolution des thèmes de convergence. Ceux choisis sont arbitraires : ils correspondent à de grandes questions que nous nous posons tous aujourd'hui. Nous ne pouvons pas les changer si tardivement, après la publication des programmes.

Ensuite, il ne faut pas considérer ces thèmes comme répressifs. Certes, de la prévention est menée et des recommandations sont formulées, mais il existe aussi beaucoup d'éléments positifs, comme l'énergie ou la météorologie.

J'aimerais aborder pour ma part la question des mathématiques. Il convient de ne pas pousser le modèle à l'extrême pour aboutir à des participations artificielles. Ainsi, les mathématiques restent à part. Néanmoins, nous sommes parvenus à trouver des procédés intéressants pour faire participer les mathématiques à la plupart des thèmes de convergence, mise à part la santé. J'aimerais donc ~~vous~~ demander à Monsieur Jacques Moisan son point de vue sur l'interaction entre votre discipline et ces thèmes.

Jacques Moisan
Inspecteur général de l'éducation nationale
doyen du groupe mathématiques

Il y a deux ans, j'avais indiqué au professeur Bach que les thèmes de convergence en mathématiques nous avaient poussé à une réflexion approfondie sur notre enseignement et pas seulement au collège. Depuis lors, des avancées notables ont eu lieu. Ainsi, je n'ai eu aucune difficulté à trouver cinq IA-IPR de mathématiques pour participer au groupe destiné à l'élaboration des documents d'accompagnement, ce qui est déjà significatif.

Je voudrais reprendre un thème qui a été mentionné : la question du socle. Le fait de donner du sens aux mathématiques enseignées est absolument essentiel. Les élèves nous interrogent souvent pour savoir à quoi sert cette matière. Nous sommes constamment confrontés à cette question. À ce titre, je signale que nous nous trouvons dans une réflexion qui avance à un rythme relativement rapide pour le corps d'inspection, un peu moins pour les enseignants. Les cinq premiers thèmes de convergence abordés ce matin n'appartiennent pas à la science mathématique, mais les mathématiques peuvent y être présentes à condition d'avoir des idées et d'y réfléchir.

Michèle Métoudi
inspectrice générale de l'éducation nationale
groupe éducation physique et sportive

Le cas de l'éducation physique et sportive apparaît légèrement différent, car certains thèmes transversaux sont directement inscrits dans les programmes de cette discipline dont les buts les plus connus sont la santé et la sécurité. Notre objectif est de mettre en œuvre des méthodes qui permettent à l'élève de préserver sa santé, aujourd'hui et dans l'avenir, et nous appliquons celles fondées sur la prise de risque et l'évaluation de la prise de risque et de la sécurité.

Pour les autres thèmes, le rapport est sans doute plus difficile, mais nous ne peinons pas à trouver des personnes pour travailler sur ces sujets. En effet, les séances d'éducation physique et sportive constituent des occasions de réfléchir sur l'environnement ou la météorologie, par exemple. Certes, ce n'est pas ici que les élèves apprendront directement quoi que ce soit sur ces thèmes, mais ces cours représentent l'occasion, pour les élèves, de se poser des questions. L'éducation physique et sportive constitue alors un terrain d'approche et d'accroche d'habitudes afin de saisir, en soi ou dans l'environnement direct, des éléments qui permettent de comprendre ou d'aller chercher des concepts dans d'autres matières. C'est aussi l'une des raisons qui justifie, selon nous, la présence de l'éducation physique et sportive dans les thèmes de convergence.

Une telle démarche sera peut-être plus difficile à conduire pour la santé, car elle se trouve au cœur de nos préoccupations, sans pour autant qu'elle ne passe forcément par les sous-thèmes de convergence. Ainsi, notre préoccupation n'est pas de lutter contre le tabagisme, mais de faire en sorte que l'élève soit capable de se servir de sa capacité respiratoire. Il existe donc des thématiques sur lesquelles nous devons nous convaincre qu'il est possible de travailler ensemble et pas seulement côte à côte.

Gérard Bonhoure,
inspecteur général de l'éducation nationale
groupe sciences de la vie et de la Terre

Si la question n'a pas été posée aux sciences de la vie et de la Terre, c'est sans doute parce que la démarche est assez naturelle chez nous : nous ne pouvons pas fonctionner sans le recours aux autres disciplines scientifiques. Les professeurs y sont préparés dans leurs études et dans les concours de recrutement. Si la transversalité est insuffisante, cela s'explique par l'absence d'information des professeurs sur les réalisations de leurs collègues. Les thèmes de convergence viennent alors pointer du doigt ces insuffisances. En outre, il existe parfois un problème de vocabulaire. Ainsi, alors que les professeurs ont découvert l'oxygène pendant leurs études, ils découvrent ensuite le dioxygène.

Si les sciences de la vie et de la Terre s'intègrent aussi naturellement dans les thèmes de convergence, c'est parce que nous pratiquons, depuis une vingtaine d'années, un

enseignement par problématiques biologiques ou géologiques construites sur la recherche d'explication. Or, celles-ci partent souvent de problématiques beaucoup plus générales. La difficulté consiste alors à bloquer une explication au champ de la discipline. Les thèmes de convergence permettent de poser d'emblée des questions larges pour montrer à l'élève que la matière n'est qu'une composante d'un édifice que les autres disciplines contribueront également à construire. Leur place s'inscrit dans une continuité.

Jean-François Bach

J'aimerais revenir sur le problème de la transdisciplinarité pour les enseignants eux-mêmes. Il faudra préparer les futurs maîtres à ces méthodes et nous avons rédigé un texte à ce sujet. En complément de ce que nous avons dit sur la culture scientifique et les thèmes de convergence, se pose peut-être le problème de la culture scientifique des enseignants au-delà de leur propre discipline. Ce sujet me semble tout à fait important et intéressant.

Ensuite, dans un cadre plus logistique, j'aimerais aborder la question des manuels. Nous avons rencontré les éditeurs et cela nous a permis de répondre à leurs questions sur les programmes, et donc de les « éclairer » en particulier sur les thèmes de convergence. Les documents d'accompagnement en cours d'élaboration, qui seront publiés sous la responsabilité de la DGESCO, seront par ailleurs amenés à jouer un rôle important ; les thématiques qui y seront proposés montreront des exemples d'interdisciplinarité. Ces documents d'accompagnement ont vocation à s'enrichir avec le temps, de manière à répondre au mieux au besoin des enseignants en matière de formation.

Annexes

Thème "météorologie - climatologie", diaporama

Thème "énergie", diaporama

Thème "pensée statistique au service des disciplines scientifiques", diaporama

