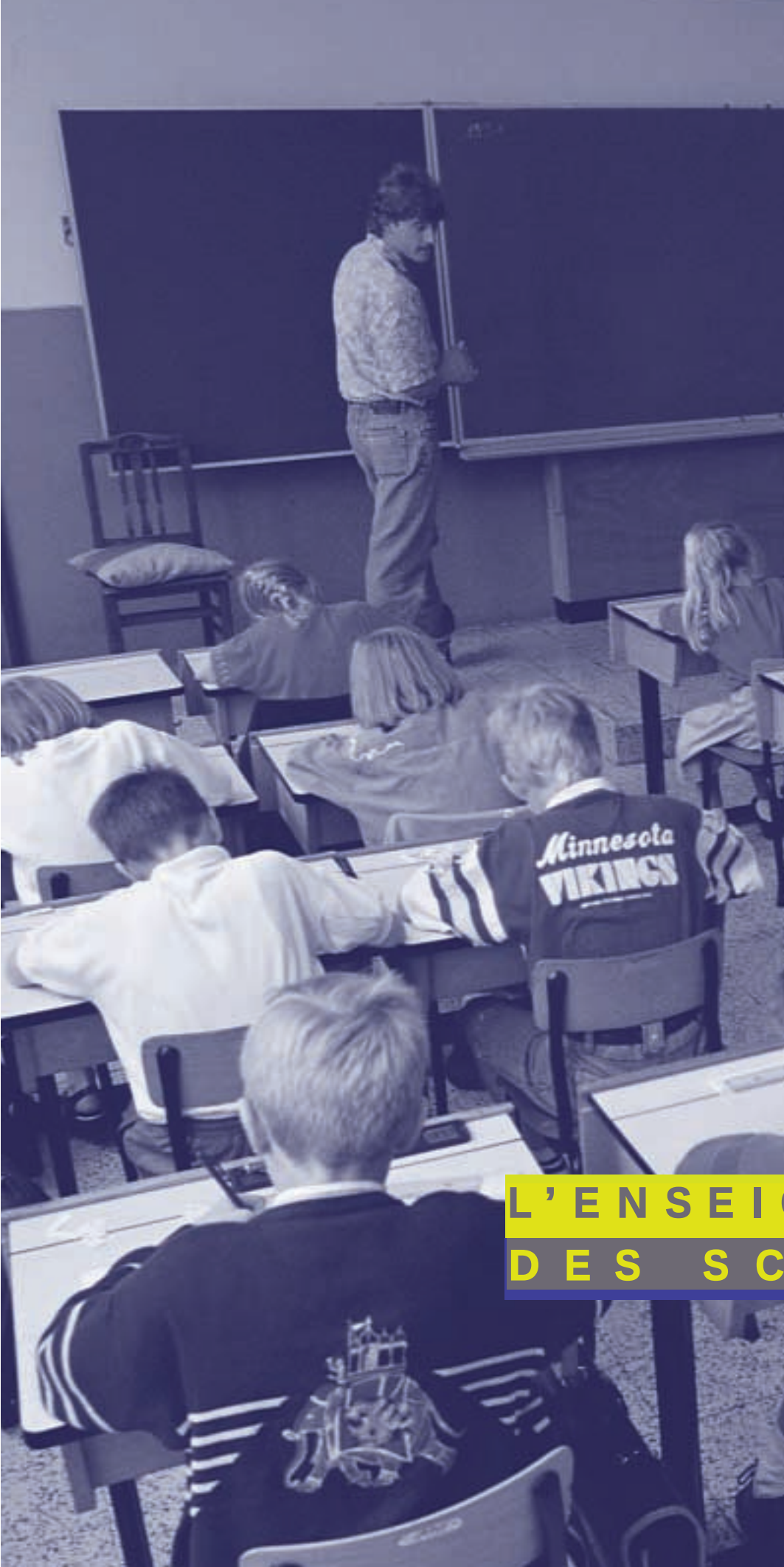




Comment doit-on enseigner les sciences, à l'école, puis au collège et au lycée?

Pour la Science participe au débat sur une réforme de l'enseignement en présentant les points de vue de *Pierre-Gilles de Gennes*, de *Jean-Marie Lehn*, de *Claude Allègre* et de *Jean-Christophe Yoccoz*. Aucun de ces chercheurs n'enseigne sa discipline à des élèves de l'école primaire ou du secondaire, mais ils ont accepté de regarder d'un œil critique, indépendamment les uns des autres, l'enseignement des sciences. Leurs points de vue sont parfois contradictoires : c'est la preuve que le débat est nécessaire.

L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

PIERRE-GILLES DE GENNES

Je me suis intéressé aux polymères, aux cristaux liquides, aux colloïdes, etc. Aujourd'hui, je me préoccupe aussi d'éducation ; je ne suis pas content de notre système éducatif, de ses filières de formation et de ses critères.

Les enfants du XIX^e siècle appartenaient en majorité à une civilisation agricole : élevés dans la nature, ils apprenaient à travailler de leurs mains, à observer, à développer leur sens pratique. L'école de Jules Ferry apportait un complément abstrait mais utile. Les enfants de la fin du XX^e siècle vivent en majorité dans des villes ; ils ont perdu le contact avec la nature. La télévision diminue leur potentiel d'observation, et ils n'ont plus l'occasion de travailler de leurs mains. Pourtant l'école reste aussi abstraite que du temps de Ferry. Il faut corriger le déséquilibre.

Les systèmes informels d'éducation, musées, télévision éducative, etc. ne pallient pas les insuffisances, car la visite d'un musée, par exemple, surprend plus qu'elle ne fait comprendre. Elle éveille la curiosité, mais appelle un autre travail, sans guide, autonome. Je ne crois pas à l'éducation par la télévision, et je pense même que la télévision éducative a des effets pervers : le spectateur est dans une position passive, on ne le fait pas chercher. Pour bien comprendre le monde, il faut un investissement personnel.

Il n'est pas besoin de moyens matériels pour éveiller le sens de l'observation, du concret, de la recherche. Au lieu d'utiliser l'argent à visiter des villes – encore des villes! –, on pourrait l'employer pour organiser des promenades naturalistes, chasser des fossiles, collectionner des insectes ou des plantes, etc.

Ce premier problème va de pair avec un rejet de l'édu-

cation scientifique par les jeunes de 14 ou de 15 ans. On pense, en France, que ce rejet est en partie dû à l'utilisation des sciences, notamment des mathématiques, comme outil de sélection. Doit-on supprimer les examens? Non : je suis fermement en faveur des examens, même dans les classes du creux adolescent. Je crois qu'on a été trop laxiste et que l'exemple des pays nordiques est dangereux. Je souhaite des examens aussi bien en français, en histoire, qu'en mathématiques ou en physique. Ces examens ne doivent pas nécessairement faire le lit de la sélection, mais ils s'imposent pour beaucoup de raisons et, notamment, pour que le travail fait en classe soit pris au sérieux : on ne peut cautionner une sorte de folklore où tout le monde est accepté, où tout le monde est bon et génial. Si un dessin n'a pas été réalisé avec soin, on ne doit pas l'afficher à côté de ceux qui ont été soignés. Les professeurs et les enfants doivent avoir la liberté de s'organiser, mais je crois qu'il faut aux élèves des clignotants qui les avertissent de leurs insuffisances ou de leurs incompréhensions. C'est vrai à tous les niveaux, de l'école à l'université.

Qu'enseigner? Un groupe de pression puissant, au sein de l'Éducation nationale, pense que l'école doit expliquer les techniques modernes. Le programme de physique, en Seconde, présente les amplificateurs opérationnels, les haut-parleurs, un certain nombre d'appareils de ce genre. C'est, à mon avis, une catastrophe, car on parle de joules et de watts sans savoir ce qu'est une énergie, une force, un travail : on met la charrue avant les bœufs. On lutte contre le trop abstrait en enseignant les amplificateurs : quelle vision restreinte du sens pratique! Ce qui est aujourd'hui proposé confond la technique et la science. Je ne fais pas de hiérarchie entre les deux, car elles sont également indispensables, mais on ne peut former à l'esprit scientifique en enseignant seulement la technique (l'inverse est également vrai).

D'autre part, il faut trouver un juste milieu entre un enseignement trop qualitatif et un enseignement excessivement formel. Je peux faire une leçon d'une heure, très qualitative, sur les polymères d'usage courant, à des étudiants de troisième cycle d'université, mais j'essaie de ne pas le faire ainsi : les étudiants pensent, à tort, que ce n'est pas sur du qualitatif qu'ils seront interrogés à l'examen ; ils écouteront d'une oreille passive, sans mémoriser, sans comprendre que, plus tard, quand ils arriveront dans l'industrie des polymères, ils feront de graves erreurs s'ils ne savent pas distinguer un polymère cristallisable d'un polymère non cristallisable, un polymère utilisable pour du textile d'un polymère inutilisable... En pratique, j'alterne des moments formels et des moments qualitatifs, afin que l'attention soit soutenue. Je pense que le professeur de lycée doit avoir un peu la même stratégie, mais je crains qu'il ne soit accablé par la sélection, les programmes et l'anxiété des parents, de sorte que les parties abstraites occupent une majorité du temps. Je conçois que ces parties soient plus faciles à contrôler, mais l'accumulation des abstractions est dangereuse.

Revenons positivement à la question : qu'enseigner? J'ai sur mon bureau un petit système composé de deux plaques de plexiglas parallèles et dont les côtés sont fermés par du ruban adhésif, sauf dans un des coins supérieurs ; en introduisant un mélange de sucre blanc et de sucre roux, des physiciens observent des avalanches, voient des stratifications blanc/roux se produire et explorent une physique inconnue. Ce système (qui coûte moins de cent francs) serait excellent pour une option expérimentale en Première S. Naturellement on ne demandera pas à des élèves de lycée de faire un travail de recherche sur ces systèmes, mais ils pourraient découvrir quelques faits simples.

On ne pourra modifier le système existant que si l'on agit simultanément sur plusieurs communautés : les professeurs, les fonctionnaires de l'Éducation nationale, les créateurs des programmes, les associations de parents d'élèves... Très souvent, un de ces milieux est prêt à une

réforme tandis que les autres ne le sont pas, et le projet échoue. La sensibilisation des élèves et des parents est fondamentale. Certains enseignants ont accueilli avec réticence l'option sciences expérimentales, installée en Première, mais les parents me semblent constituer l'obstacle le plus puissant au changement : ils craignent que leurs enfants ne «perdent leur temps» avec cette option.

Aujourd'hui je suis frappé de voir que l'angoisse remonte vers les plus jeunes, peut-être en raison de l'augmentation du chômage. Dans certaines classes poussées, les élèves de Terminales en arrivent à se comporter comme des élèves de classes préparatoires! Un fossé se creuse entre des lycées passifs et des lycées de bachotage. Ce n'est pas bon.

Pierre-Gilles de Gennes, prix Nobel de physique, est directeur de l'École supérieure de physique et de chimie industrielles.

JEAN-MARIE LEHN

Faut-il enseigner la chimie au collège et au lycée? Bien sûr! Le monde où nous vivons est composé de molécules et d'atomes. Nous n'avons quelque espoir de comprendre le monde que si nous explorons le monde moléculaire : c'est l'objet de la chimie. Faudrait-il enseigner cette discipline de préférence aux arts ou aux lettres? Les arts expriment l'un des aspects de la créativité humaine, les sciences un autre ; elles sont donc indispensables ; la culture sans science serait obscurantiste, régressive.

Les écoles, collèges et lycées doivent faire un choix difficile, car le nombre d'heures d'enseignement est limité. Naturellement l'art stimule la créativité, mais la créativité scientifique doit être d'autant plus encouragée qu'elle est fondée sur la curiosité naturelle des enfants. Si vous donnez une montre à un enfant, il la démontrera pour essayer de comprendre son fonctionnement. Pourquoi ne pas utiliser ce penchant spontané de notre espèce pour enseigner les sciences?

Dans la même veine, je regrette que les appareils scientifiques périmés soient jetés à la casse : pourquoi ne pas les confier aux écoles et aux collèges, afin que les enfants les démontent. Ils y trouveront un prisme? Ils s'en serviront, aidés par leur professeur, pour explorer les lois de Descartes, pour refaire les expériences de Newton. Ils y trouveront des piles? Ils les utiliseront pour récupérer le bioxyde de manganèse à partir duquel ils prépareront de l'oxygène. Ainsi répondra-t-on doublement à la question «comment ça marche?» : en montrant la constitution des appareils et en faisant marcher la tête avec les mains.

Quelle dose de chimie administrer? La chimie doit-elle avoir une place égale à celle de la physique ou des mathématiques? Je ne veux pas faire de comptes d'apothicaires, mais je constate que la chimie, aujourd'hui, a une portion excessivement congrue alors qu'elle intervient dans l'essentiel des activités humaines, indus-

trielles en particulier : le textile, la pharmacie, l'électronique, etc. Tout est chimie, puisque tout est matière.

À partir de quel âge les enfants doivent-ils apprendre la chimie? Je n'ai moi-même découvert la chimie qu'en classe de Terminale, mais la présentation des transformations moléculaires à de très jeunes enfants peut leur donner une sensation nouvelle : en faisant réagir deux poudres de couleurs différentes pour obtenir une troisième couleur, on opère une transformation intrinsèque de la matière.

Que présenter à ces jeunes? Le programme actuel me semble aberrant de formalisme. On devra commencer par la pratique de la discipline, présenter des transformations spectaculaires, sensibles : changements de couleur, changement d'odeur, changement de saveur. Puis, en utilisant la curiosité spontanée des élèves, on leur présentera plus en détail les objets chimiques. On insistera sur la chimie, science architecturale : les molécules sont de petites constructions que l'on édifie à l'aide de briques, comme un jeu de construction.

À quelles molécules s'intéressera-t-on? Se limitera-t-on à la chimie inorganique, dans les petites classes, et réservera-t-on la chimie organique pour les classes supérieures? Cette distinction devient inutile si l'on considère la chimie sous l'angle de la construction architecturale. La possibilité, pour les atomes de carbone, d'établir quatre liaisons avec des atomes voisins fait de la chimie organique un champ qui peut être présenté de façon simple. Je n'exclus pas que l'on présente également des molécules inorganiques : pourquoi se priver d'évoquer le

J'AI DEMANDÉ
DU MATÉRIEL
PÉDAGOGIQUE
POUR ÉTUDIER LA GRAVITÉ
TERRESTRE ET LE RECTORAT
M'ENVOIE DES PÔMES!

