

Quel avenir pour l'enseignement scientifique au lycée et dans l'enseignement supérieur ?



Colloque organisé par le Collectif ActionSciences
le samedi 5 avril 2008
à l'Ecole Normale Supérieure, amphi Ferry
29 rue d'Ulm – 75005 – PARIS

Collectif ActionSciences
<http://www.sfc.fr/ActionSciences.htm>

Sommaire

<i>Présentation d'ActionSciences</i> , Véronique Slovacek-Chauveau	page 1
<i>Génèse du colloque</i> , Véronique Slovacek-Chauveau	page 3
<i>Les bacheliers S et STI – choix d'orientation dans l'enseignement supérieur</i> , Sylvie Lemaire et Delphine Perelmuter	page 5
<i>Constat / enquêtes CSA et SOFRES</i> , Daniel Boy	page 15
<i>Eléments de réflexion pour l'évolution du lycée d'enseignement général</i> , Daniel Duverney	page 21
<i>Les lycéens scientifiques et leurs choix d'études</i> , Bernard Convert	page 39
<i>Quelques exemples d'organisations dans d'autres pays</i> , Pierre Legrand	page 49
<i>Essor des sciences de la vie et de la terre : Le nécessaire enseignement expérimental et pratique au lycée</i> , Daniel Thomas	page 53
<i>L'évolution de la licence scientifique</i> , Pierre Arnoux	page 57
<i>Grandes écoles et formation des ingénieurs</i> , Vincent Mosser	page 63
Daniel Plusquellec	page 69
Interventions courtes au cours de la table-ronde intitulée <i>Quelles formations scientifiques pour quels besoins ?</i>	
Françoise Boutin	page 72
Céline Colson	page 73
Marie-Claude Gaudel	page 74
Pierre Léna	page 75
Alexandre Moatti	page 76
Jean-Claude Oriol	page 77
Jean Ulysse	page 79
<i>Discours de clôture du colloque</i> , Claudine Hermann	page 85
Questions et commentaires avant le colloque	page 89
Questions lors du colloque	page 92
Glossaire	page 93
Intervenant-e-s	page 95

Présentation du Collectif ActionSciences

Véronique Slovacek-Chauveau

La « naissance » d'ActionSciences remonte au mois de juin 2002, date à laquelle André Revuz, professeur de mathématiques honoraire à l'université Paris VII, rencontre Madeleine Sonnevile alors présidente de l'Union des professeurs de physique et chimie (UdPPC). Elle venait d'écrire un éditorial intéressant dans la Revue de l'UdPPC qui avait attiré l'attention d'André Revuz.

Lors de cette entrevue, Madeleine lui propose immédiatement d'étendre la réflexion à l'APMEP et à l'APBG. Les sociétés savantes et les autres associations suivent très vite : durant l'année scolaire 2002-2003 les réunions ont lieu à l'APMEP et les associations *femmes et mathématiques* et Femmes et Sciences se joignent au groupe.

Le nom d'ActionSciences est sans doute prononcé pour la première fois au printemps 2003 lors d'un colloque organisé par le Conseil national des programmes au Collège de France « Réussir avec les sciences ». Nous avons tenté d'y prendre la parole, ce fut « difficile ».

Le collectif ActionSciences voit le jour en avril 2003. Il regroupe quatorze associations, sociétés savantes et associations de professeurs, dans les domaines de la chimie, des mathématiques, de la physique, des sciences et techniques de l'ingénieur, des sciences de la vie et de la Terre.

La diversité des associations et sociétés savantes qui le composent témoignent d'une volonté de dépasser le cloisonnement des disciplines et de favoriser le dialogue entre professeur-e-s du secondaire et du supérieur et chercheur-e-s.

Depuis sa formation, le collectif a travaillé principalement sur :

- l'évolution des baccalauréats depuis 1962,
- les différents rapports sur la « désaffection » des jeunes pour les études scientifiques,
- le recrutement des enseignant-e-s (pré-recrutements, programmation pluriannuelle des postes),
- l'enseignement des mathématiques en relation avec les autres disciplines.

Le collectif a envoyé de nombreux courriers pour faire connaître ses positions aux sénateurs et députés membres des commissions des affaires culturelles du Sénat et de l'Assemblée Nationale, aux différents ministres en charge de l'Education Nationale, au Premier Ministre.

Nous avons rencontré de nombreux politiques, sénateurs, sénatrices, directeurs/trices de Cabinet des ministres, etc. :

- Mme Blandin¹ (18 juin 2003),
- M.Valade¹ (1er juillet 2003),
- Mme Buffet (8 juillet 2003),
- M.Nembrini (27 octobre 2003),
- M. Périssol (11 mars 2004),

¹ Les demandes du collectif ont été relayées devant le Sénat par Madame BLANDIN et le sénateur LEGENDRE

- Mme Desclaux de la DESCO (31 mars 2004),
- Mme Manteau et M. Roser, conseillers techniques de M. le Ministre de l'Education nationale (15 déc. 2004),
- M.de Froment, responsable enseignement à l'Elysée (26 juin 2007),
- M. Sherringham et M.Bénéfice, conseillers au cabinet de M.Xavier Darcos (28 juin 2007),
- M. Belloc, responsable à l'Elysée (11 juillet 2007),
- Mme Campion, directrice adjointe du cabinet et M. de Pirey, conseiller technique pour les sciences et les technologies au ministère de la recherche (3 octobre 2007),
- M. Rocard pour la commission Pochard (17 octobre 2007).

Nous avons été auditionnés par Jean Moussa, IGEN*, Claudine Peretti Inspectrice générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche, Daniel Secrétan, IGEN, auteurs du rapport « La série scientifique au cycle terminal du lycée : articulation avec le cycle de détermination et orientation vers les études supérieures ».

Le Collectif a proposé plusieurs communiqués dans la Presse sur ces sujets.

- Réussir avec les sciences (avril 2003) dans lequel nous énoncions déjà :
 1. Il faut renforcer la cohérence de la voie générale scientifique du lycée.
 2. La *réussite avec les sciences* repose aussi sur les séries technologiques scientifiques.
 3. Une grande partie des scientifiques qui nous manquent sont des jeunes filles.
 4. Il est devenu indispensable d'infléchir la formation universitaire des professeurs scientifiques dans la direction d'une ouverture plus large aux sciences dans leur ensemble.
 5. La Nation doit aujourd'hui se donner les moyens d'un pré-recrutement des professeurs de lycées et collège indispensable au maintien d'un flux suffisant d'étudiant-e-s se destinant à l'enseignement des sciences.
- Pour une véritable voie générale scientifique au lycée (mars 2004)
- Proposition d'un enseignement de détermination : Démarches et culture scientifiques en classe de seconde (novembre 2004)
- Pour une professionnalisation de la formation des enseignants (9 mars 2007)
- Propositions pour un renouveau de la voie générale scientifique au lycée (26 mars 2007)

Nous travaillons donc depuis plus de 5 ans sur l'enseignement scientifique. Nous souhaitons faire partager nos réflexions. **C'est pourquoi le collectif ActionSciences a décidé d'organiser un colloque le samedi 5 avril 2008.**

Introduction au colloque

Véronique Slovacek-Chauveau

Depuis 2002, les études sur « la désaffection des jeunes pour les études scientifiques » se multiplient. Les conclusions sont souvent faussées par un raisonnement simplificateur du type « c'est partout pareil en Europe », dans un souci d'uniformisation, de simplification qui cache les particularités nationales. Par exemple, plusieurs études font référence à un « désamour pour les sciences » qui serait bien connu et met le lecteur, la lectrice dans une certaine connivence avec l'auteur-e.

Pendant toute cette période, l'enseignement scientifique, au lycée et à l'université, fait l'objet de débats et rapports successifs. Fin 2007 sont parus deux rapports : un sur la filière L, puis un autre sur la filière S pour lequel nous avons été auditionnés. De nouvelles réformes se préparent.

Concernant l'école, il est beaucoup question d'évaluation, mais les conséquences des réformes sur l'enseignement sont rarement évaluées. Compte tenu de l'importance stratégique de l'enseignement scientifique, toute nouvelle réforme de celui-ci devrait s'appuyer sur des faits et une analyse rigoureuse des évolutions passées.

- Le premier but de ce colloque est d'exposer les faits objectifs que l'on peut tirer des données disponibles, et en particulier des statistiques très fournies dont dispose le Ministère de l'Education nationale, ainsi que d'un certain nombre de sondages et d'études sociologiques.
- Le deuxième but est de tracer des pistes pour l'avenir, en indiquant ce qu'il est souhaitable de faire, et, peut-être encore plus important, ce qu'il est souhaitable de ne pas faire, si l'on veut tirer les leçons du passé.

La filière S n'est pas plus importante que les autres. Il ne s'agit pas de défendre la voie S en tant que voie d'élite, cela lui fait d'ailleurs beaucoup de tort. Toutes les séries ont un intérêt. Mais le pays a besoin de scientifiques.

Or, même si des élèves vont en filière S et ne poursuivent pas d'études scientifiques post-bac, toutes celles et tous ceux qui font des études scientifiques sont passé-e-s par les séries scientifiques, générales ou technologiques.

D'autre part, l'augmentation d'au moins 15% du nombre de diplômés de l'enseignement supérieur en mathématiques, sciences et technologie (MST) est une PRIORITE européenne. Les gouvernements européens se sont entendus, au Sommet de Lisbonne de 2000, pour promouvoir une société et une économie accordant un rôle croissant au développement des connaissances. C'est primordial si l'Europe veut investir dans l'innovation. D'ailleurs, la ministre de l'enseignement supérieur et de la recherche ne cesse de répéter « La science, la recherche et l'innovation sont une **priorité nationale**.... »

Voilà trois points importants à rappeler en ce début de colloque :

- La série S est une série sélective et élitiste à cause de l'horaire insuffisant en mathématiques. Il est impossible de boucler le programme de Première S avec les élèves (le prof. tout seul sait faire !). Mais nous voudrions surtout que la formation donnée à nos élèves soit SOLIDE.

- Les difficultés d'orientation sont nombreuses car les élèves ne font pas suffisamment de mathématiques et de physique au lycée pour choisir en toute connaissance de cause et être sûr-e-s de leur choix. Ils/elles découvrent les mathématiques et la physique après le bac et peuvent être dégoûté-e-s.
- Le système optionnel a ses limites : un tronc commun de 4 heures avec 2 heures en spécialité n'est pas équivalent à un ensemble de 6 heures.

Le 18 mars 2008, invité en « chat », le ministre de l'éducation a précisé : « il n'y a aucun projet de fusion ou de refonte des filières du lycée ». Il a indiqué que « la réflexion sur les filières du lycée aboutira à moyen terme à une évolution du baccalauréat » avec la volonté d'y conduire des élèves d'une manière mieux répartie et plus équilibrée.

« Nous allons dans les semaines qui viennent mettre en place des groupes de travail, avec les lycéens et avec les enseignants, pour y réfléchir ensemble. Il n'y aura ni précipitation, ni projet ficelé à l'avance. »

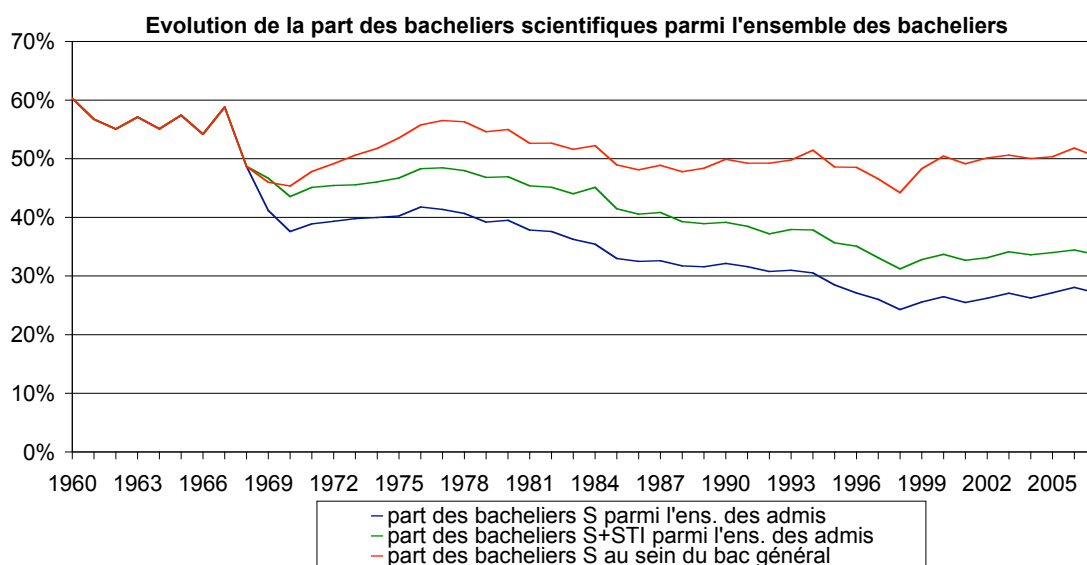
Nous sommes heureux/euses de l'entendre et ne demandons qu'à le croire. Nous ne refusons pas le changement et, dans cet esprit, nous proposons à Monsieur Darcos de participer aux groupes de travail qu'il annonce pour faire part de nos réflexions.

Les bacheliers S et STI : évolutions récentes et choix d'orientation dans l'enseignement supérieur

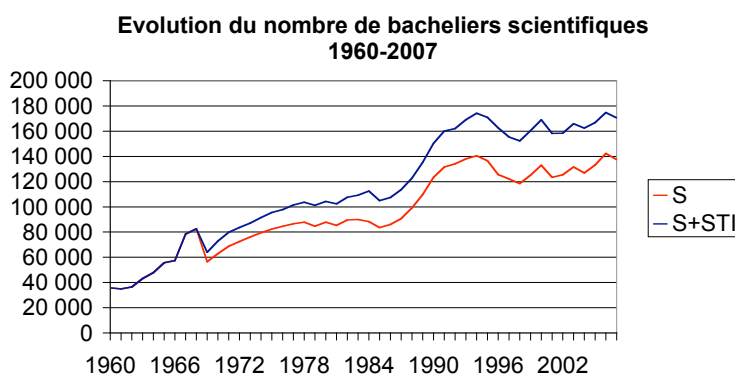
Sylvie Lemaire et Delphine Perelmuter

Première partie: Données de cadrage sur les bacheliers S et STI

1. La part des bacheliers scientifiques dans l'ensemble du baccalauréat (général, technologique, professionnel) diminue depuis 1960. Ceci est essentiellement dû à la création du bac technologique (1969), puis professionnel (1986). La part des bacheliers scientifiques au sein du baccalauréat général reste approximativement constante (50%) depuis 1968.

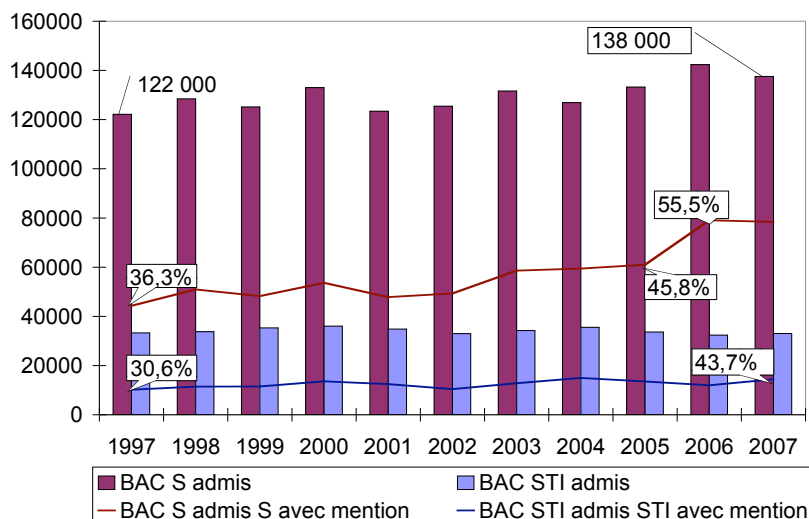


Par contre, le nombre de bacheliers scientifiques a subi une hausse considérable sur la même période. Il a été multiplié par 3 entre 1960 et 2007 :

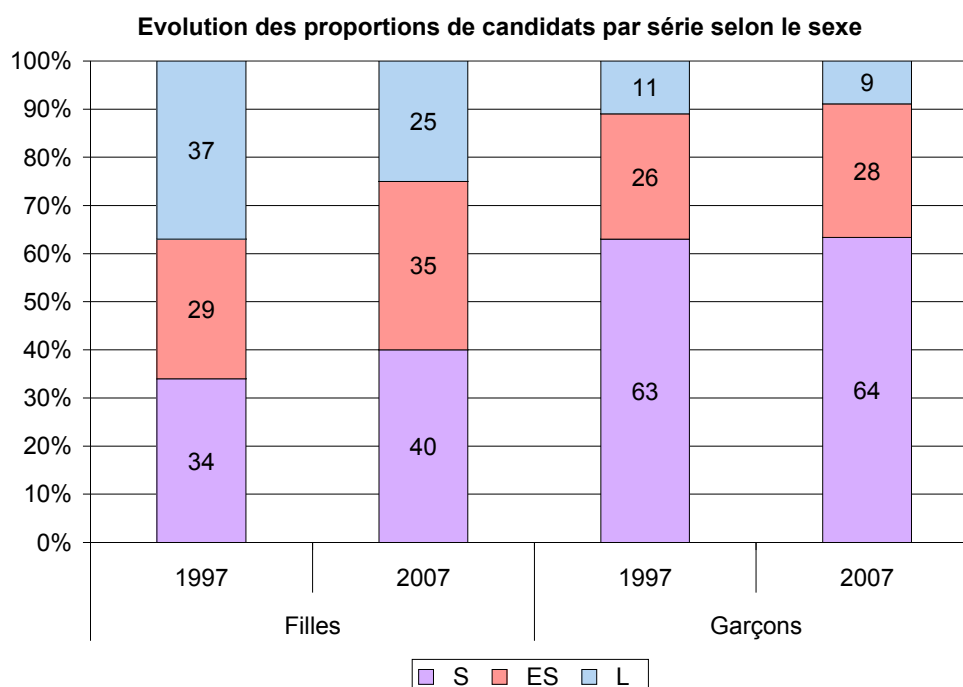


2. Evolution 1997-2007 des effectifs de bacheliers S et STI :

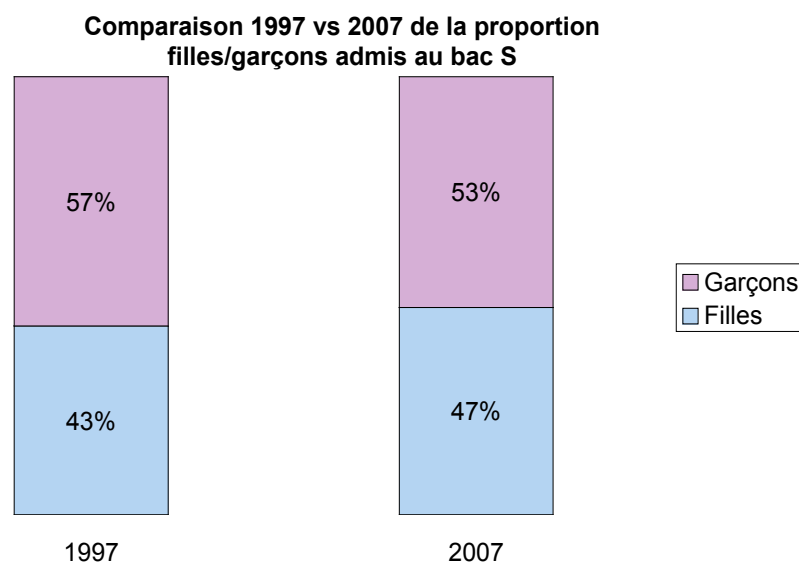
- a. On observe une forte hausse de la part de bacheliers S admis avec mention (en particulier +10 points entre les session 2005 et 2006) :



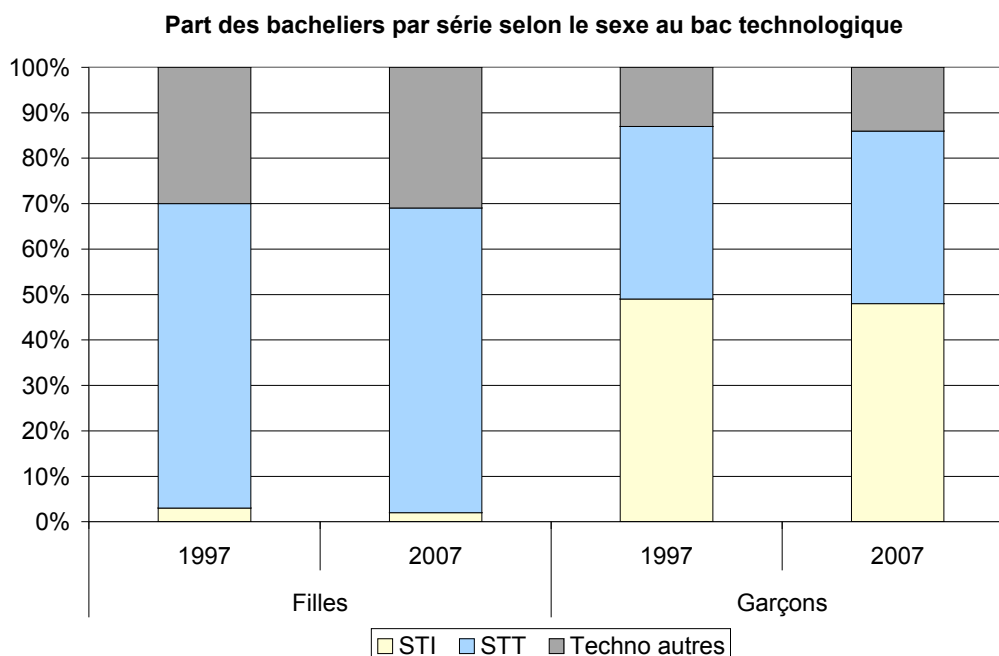
- b. Le choix des séries dépend du sexe. Les filles ont modifié leur choix de série entre 1997 et 2007, mais il y a peu de changement dans le choix des garçons. Au bac général, les filles choisissent de plus en plus souvent la série S, devenue leur premier choix :



c. La composition des élèves admis en série S tend vers une égalité des sexes :



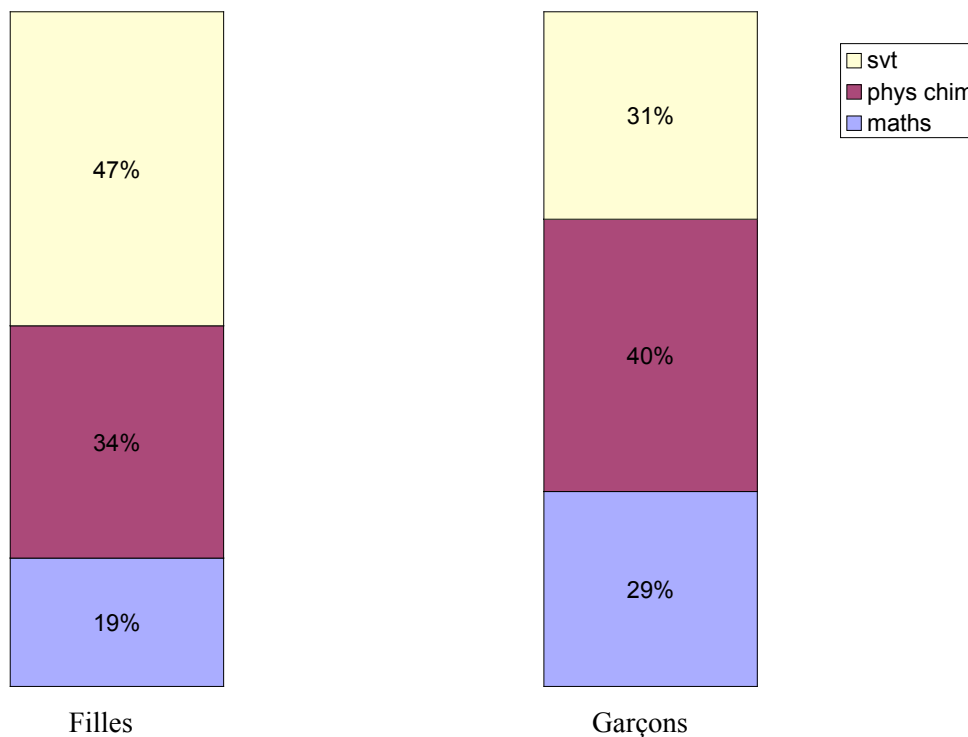
d. Au bac technologique, les profils par sexe sont opposés entre filles et garçons : depuis 10 ans, filles et garçons choisissent dans des proportions inchangées leur série de baccalauréat technologique. Une grande majorité de garçons choisissent Sciences et Techniques Industrielles, à l'opposé des filles qui s'orientent massivement vers les Sciences et Techniques Tertiaires ou Sciences Medico-Sociales :



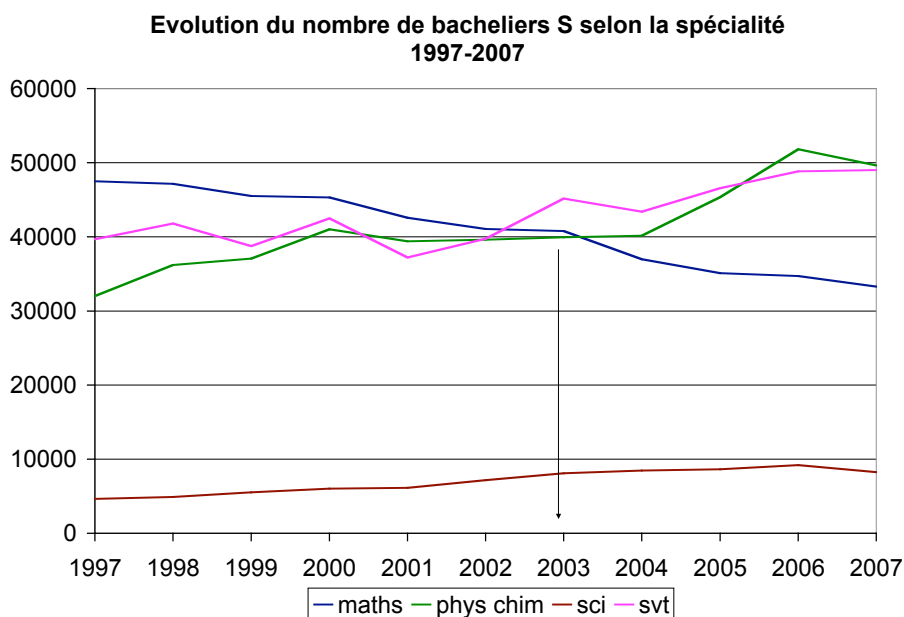
3. Evolution 1997-2007 du choix des spécialités des bacheliers S :

- a. Le premier choix des filles reste les sciences de la vie et de la Terre, celui des garçons est maintenant physique-chimie.

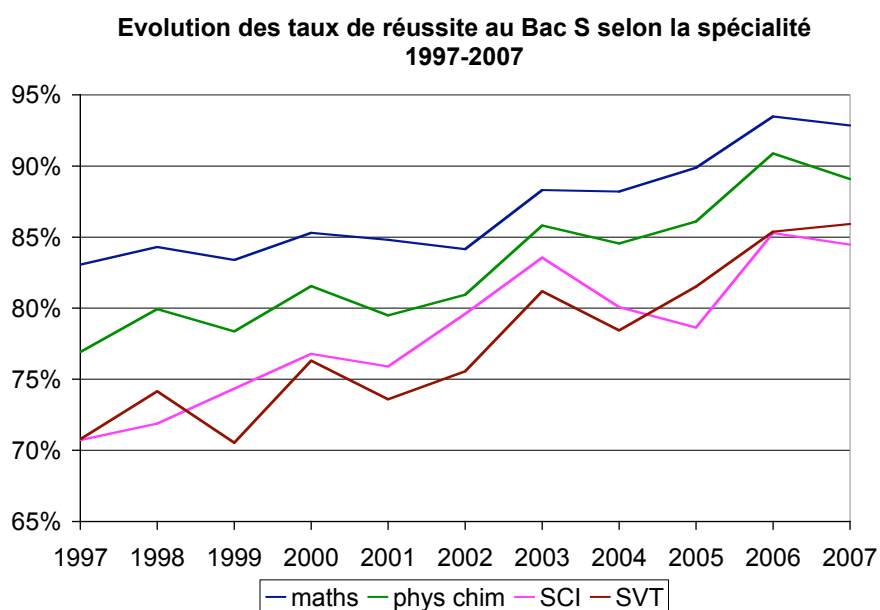
Choix de l'enseignement de spécialité au bac S selon le sexe - session 2007



- b. Cependant, depuis 1997, le choix des filles comme celui des garçons s'est réorienté en faveur de la spécialité physique-chimie, au détriment de la spécialité maths. Les spécialités SVT et physique-chimie prennent désormais le pas sur la spécialité maths :



c. Les taux de réussite évoluent à la hausse :



Deuxième partie : les choix d'orientation des bacheliers des séries scientifiques à l'entrée dans l'enseignement supérieur

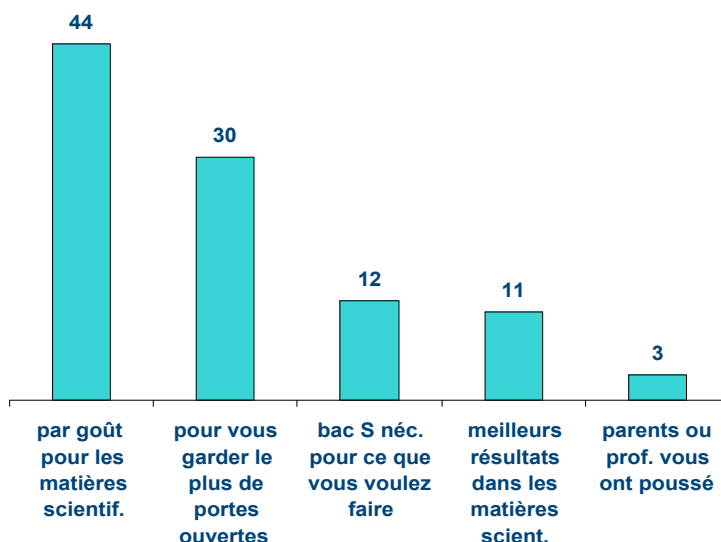
1. Un premier constat : les bacheliers S poursuivent de moins en moins leurs études dans une filière scientifique, comme le montre le tableau ci-dessous :

	<i>en %</i>	
	Elèves entrés en 6ème en 1989	Elèves entrés en 6ème en 1995
CPGE*scientifiques	21	20
licences sciences	24	17
PCEM / PCEP	12	15
IUT secondaires ou STS industrielles	15	12
Ensemble filières scientifiques	72	64
CPGE non scientifiques	3	4
licences non scientifiques	12	14
Autres formations	13	18
Ensemble filières non scientifiques	28	36

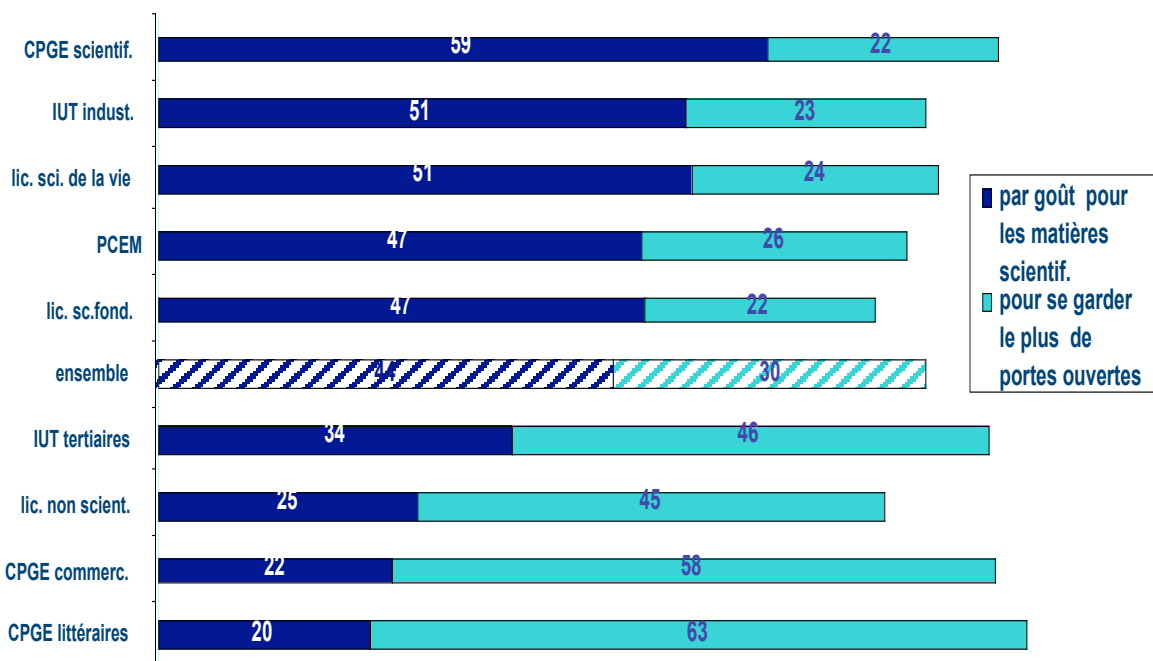
* y compris prépas intégrées

Source : suivi après le baccalauréat des élèves entrés en 6ème en 1989 et 1995 - MEN/DEPP

2. Moins d'un bachelier S sur 2 choisit la série S principalement par goût pour les matières scientifiques. Le graphique ci-dessous donne la principale raison avancée par les nouveaux bacheliers S pour le choix de la série S (en pourcentage)¹ :

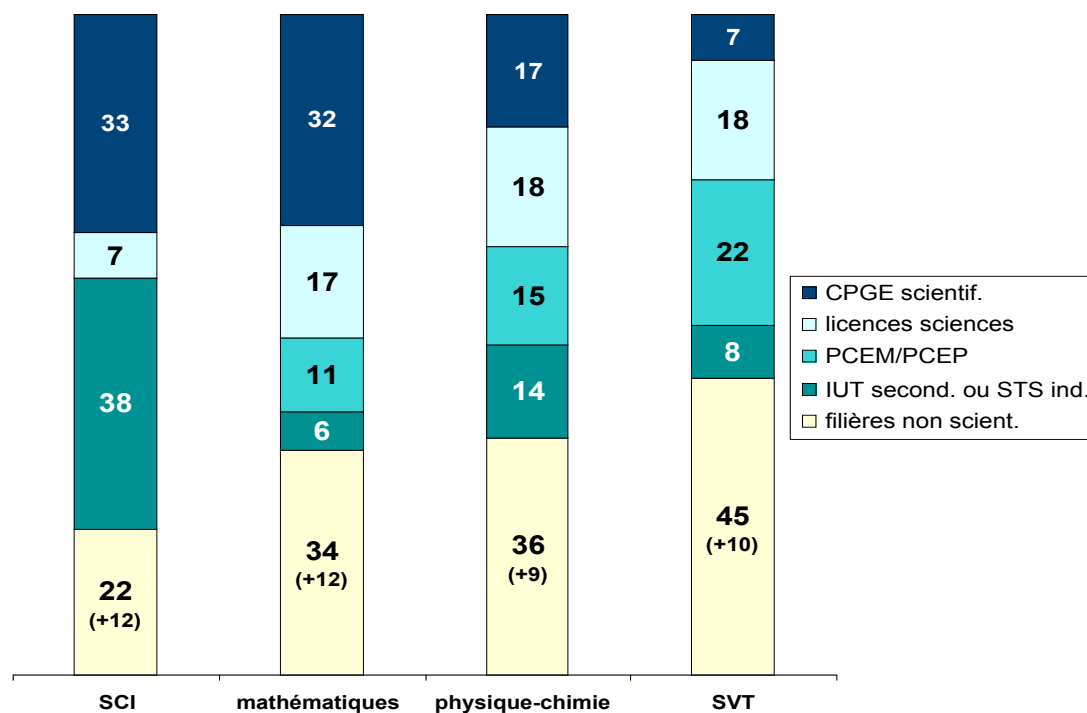


3. Le souci de se garder le plus de portes ouvertes domine parmi les nouveaux bacheliers scientifiques qui s'inscrivent dans une filière non scientifique dans l'enseignement supérieur. A la question des raisons du choix de la filière dans laquelle ils sont inscrits, les réponses sont les suivantes :

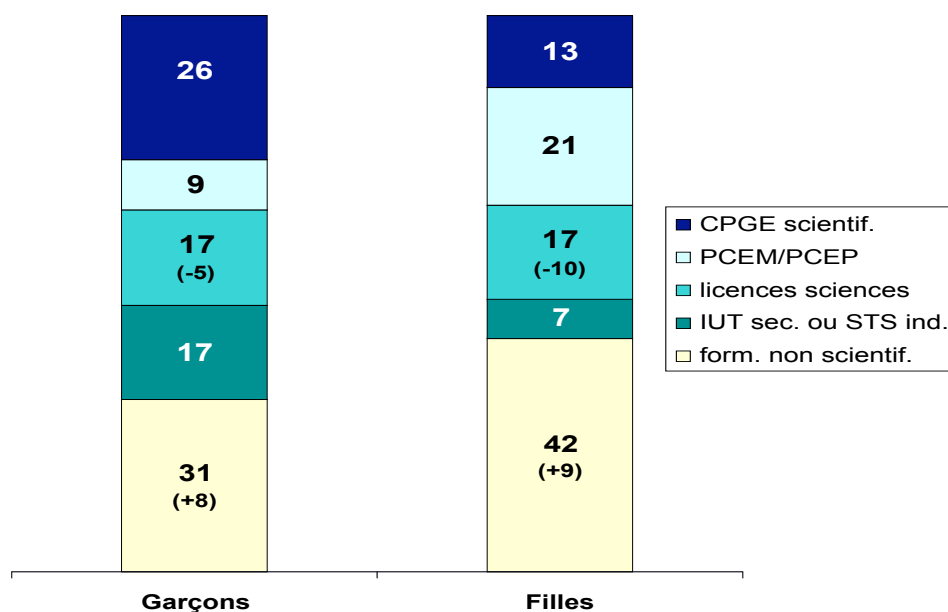


¹ Note d'Information n° 05.15 (avril 2005) : Les bacheliers S : motivations et choix d'orientation après le baccalauréat.

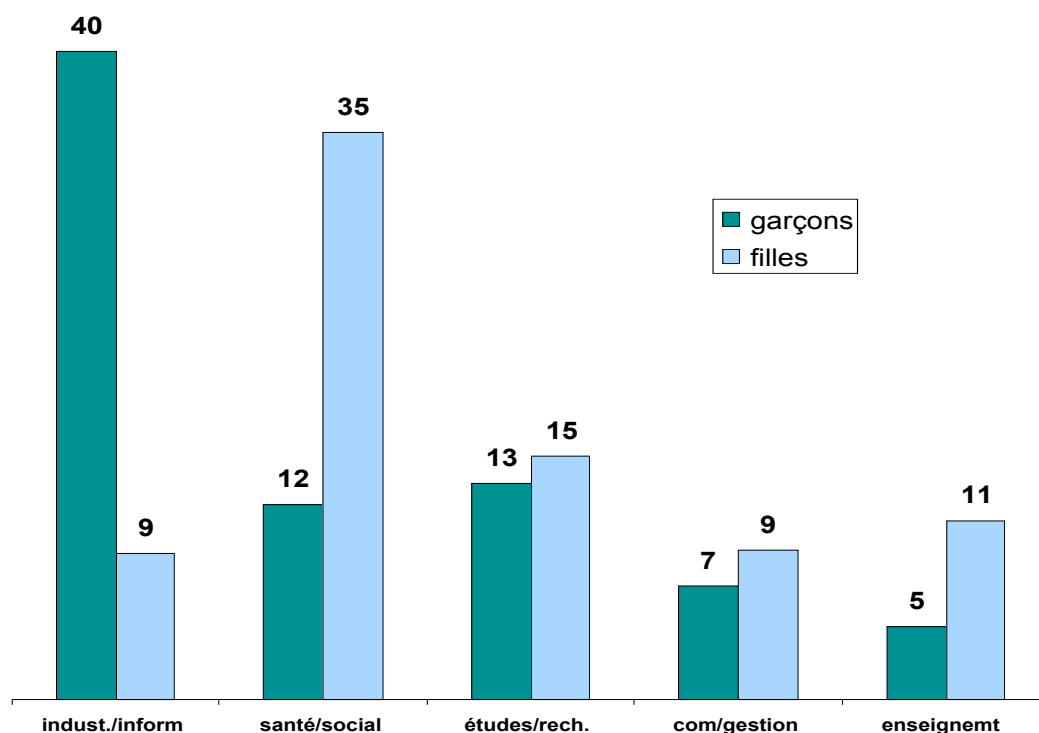
4. Près de la moitié des bacheliers de la spécialité Sciences de la Vie et de la Terre ne poursuit pas d'études scientifiques. Le graphique ci-dessous montre l'orientation des bacheliers S suivant la spécialité :



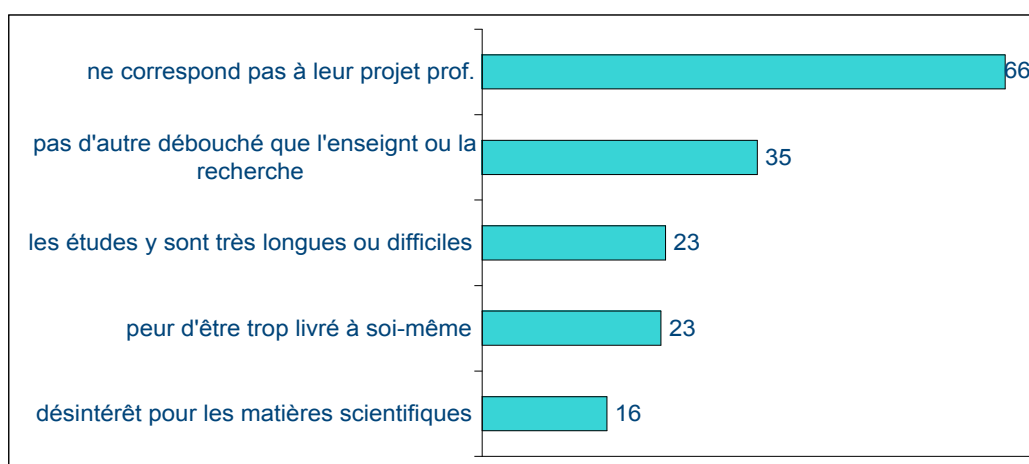
5. Les filles vont moins souvent dans des filières à caractère scientifique, quelle que soit leur spécialité :



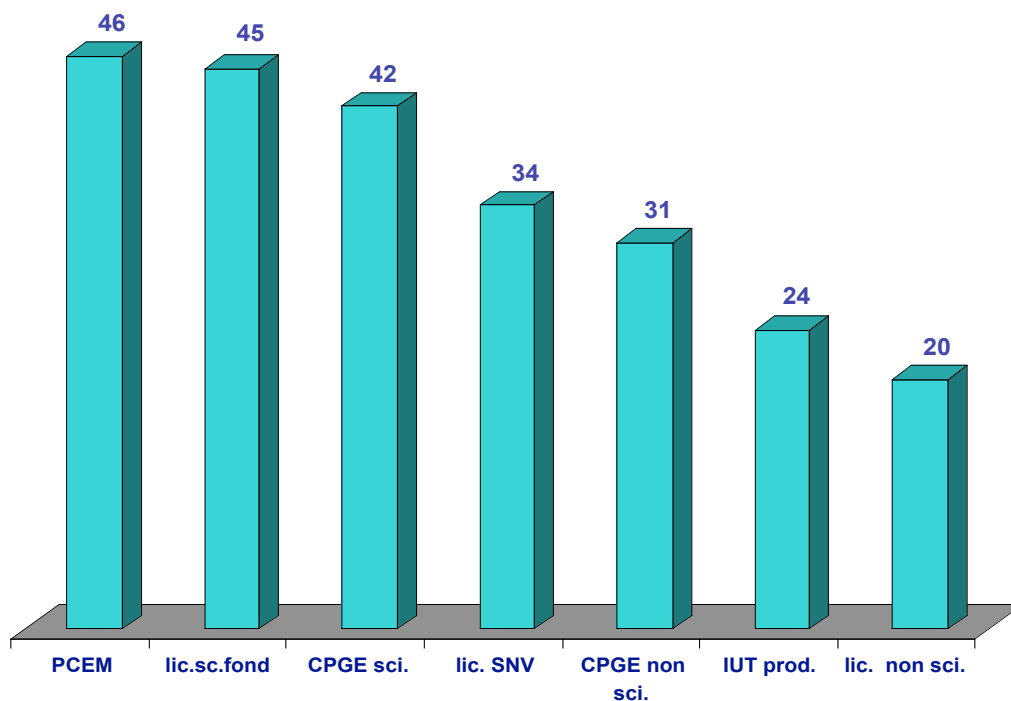
6. Les choix des filles traduisent des projets très différents de ceux des garçons :



6. Le projet professionnel est la raison la plus souvent citée par les bacheliers pour justifier leur non inscription dans une licence scientifique à l'université :



7. Les bacheliers S inscrits en licence de sciences fondamentales déclarent éprouver des difficultés, beaucoup plus que ceux qui sont inscrits dans des licences non scientifiques. Il en est d'ailleurs de même en classes prépas et dans les études médicales :



8. Enfin, on observe une même baisse des poursuites d'études scientifiques chez les bacheliers STI :

	en %	
	élèves entrés en 6ème en 1989	élèves entrés en 6ème en 1995
STS industrielles	64	56
IUT secondaires	18	15
CPGE scientif.	2	3
licences sciences	2	2
Ens.filières scientifiques	86	76
Autres formations	9	17
<i>Non poursuite d'études</i>	5	7

Constat / Enquêtes CSA et SOFRES

Daniel Boy

Je m'appelle Daniel Boy, je travaille à Sciences Po. Je ne suis pas un spécialiste des problèmes de l'Education nationale, ça n'est pas mon domaine. Je travaille sur les rapports entre science et société, et notamment sur les attitudes du public à l'égard de la science et de la technique. Ça n'est d'ailleurs pas exactement de cela que je vais vous parler aujourd'hui ; je voudrais d'abord essayer de préciser les choses, d'expliquer ma présence ici.

Depuis quelques dizaines d'années, des études sur la manière dont le public se représente la science et la technique ont été menées en France, et dans d'autres pays bien sûr (dans une perspective internationale).

Évidemment, les questions qui sont posées sont : « Est-ce que la science et les techniques sont devenues des valeurs en baisse dans notre société ? » ou encore « Est-ce que les crises scientifico-technico-industrielles qu'on a vécues (je n'ai pas besoin de les énumérer, vous les connaissez, c'est même dans l'actualité) ont changé l'image de la science, et l'ont dévalorisée ? ».

Mais je ne vais pas répondre à ces questions car elles sont trop vastes et compliquées, et il ne s'agit pas de la problématique qui nous rassemble aujourd'hui.

Aujourd'hui, la problématique est de savoir « si cette éventuelle dévalorisation des valeurs scientifiques dans notre société a un rapport avec la baisse des vocations scientifiques et techniques » (qu'on observe dans quasiment tous les pays industriels). Cette question a été posée à l'occasion d'une des enquêtes périodiques sur la perception de la science ; ces enquêtes sont réalisées tous les 6-7 ans depuis 1973 (il y en a eu 6 au total). La dernière a eu lieu en novembre 2007.

A l'occasion d'une de ces enquêtes, réalisée auprès d'adultes, et dont les données sont un peu anciennes, datant de l'hiver 2000-2001, le Ministère de l'Éducation Nationale s'est demandé s'il ne serait pas positif de poser également des questions à un échantillon de jeunes en Terminale et en DEUG scientifique. Cette enquête a ainsi pour but de reprendre la question des vocations scientifiques à la lumière de la sociologie de la science. La problématique (à laquelle je vais essayer de donner des éléments de réponse) est d'explorer les causes de cette baisse des vocations scientifiques.

Premièrement, cela pourrait être dû au fait que l'image que les jeunes ont de la science s'est dégradée. C'est ce que j'ai essayé de mesurer par la question : « Est-ce que leur image de la science est plus négative que celle des adultes ? ». Cela pourrait être un facteur d'explication. Les autres facteurs d'explication relèvent davantage de la sociologie de l'éducation, du choix des filières, etc... Nous avons essayé d'aborder un peu ces derniers facteurs d'explication dans l'enquête, mais il y a des personnes beaucoup plus qualifiées que moi dans la salle par rapport aux programmes.

L'enquête a donc été réalisée dans l'hiver 2000-2001 auprès de 300 lycéens et 300 étudiants de DEUG et de section scientifique ; médecine, pharmacie, etc... avec un échantillon classique par quotas. Cet effectif n'est pas énorme, mais il s'agissait d'une expérimentation. Il serait intéressant de reprendre cette enquête aujourd'hui.

La première question était de savoir s'ils ont, oui ou non, une bonne image de la science. De nombreuses questions sur l'image de la science sont possibles, mais il y a une question très simple, qui donne des résultats depuis 30 ans dans de nombreux pays (car c'est une sorte de synthèse) :

« D'une manière générale, avez-vous l'impression que la science apporte à l'homme

- a. Plus de bien que de mal ;
- b. Plus de mal que de bien ;
- c. Autant de mal que de bien ? »

Dans l'ensemble, à cette époque-là (en 2000), 45% des adultes, 35% des lycéens et 40% des étudiants y trouvaient « *plus de bien que de mal* ». Il n'y a donc pas une très grande différence entre les trois catégories ; un test de signification serait à la limite, surtout sur un échantillon de 300. Je ne pense donc pas que ça soit une différence importante ; en tout cas, cela n'est pas un « gap » majeur entre les jeunes et les adultes.

La deuxième question était : « Faut-il continuer les recherches malgré les principes moraux ? » Les adultes ont toujours dit qu'il fallait les continuer, mais je ne rentre pas dans ces détails. Cette enquête permet principalement d'effectuer une comparaison entre les jeunes et un échantillon national de français. La réponse a été « *Oui, il faut continuer les recherches* » pour 77% des jeunes, et 67% de l'échantillon national de français. Là encore, l'hypothèse d'un déficit de l'image scientifique chez les jeunes n'est pas du tout validée.

Maintenant la **qualité de l'image du métier de chercheur** est évidemment une question que l'on s'est posée. « Est-ce que l'image du métier même de chercheur serait une image dégradée ou négative pour les jeunes ? ». On a donc donné des exemples, des facettes du métier de chercheur :

- Est-ce un métier qui donne une position sociale élevée ?
- Est-ce un métier où les femmes ont des difficultés à s'imposer ? etc.

Finalement, les réponses ne donnent pas l'impression que l'image du métier de chercheur est totalement dévalorisée. Ce qui ne veut pas dire qu'on peut accéder facilement à ce métier. Mais le métier lui-même n'a pas une "mauvaise image". Il est important de distinguer l'idée d'un métier qui est dévalorisé de celle d'un métier qui a une image moyenne, mais auquel il est difficile d'accéder. C'est un autre problème.

Finalement, on voit simplement une **différence de choix** entre l'ensemble des lycéens et les lycéens de section S ; évidemment en médecine et pharmacie, cette différence est plus importante. Dans cette population, en 2000, le sentiment vis-à-vis des études scientifiques a été testé en demandant aux adolescents s'ils avaient *envie* de faire ces études, et s'ils s'en sentaient *capables*. Ces deux questions ont été rassemblées et les résultats sont les suivants : **un tiers des jeunes se sentent à la fois capables et en ont l'envie, et 23% en ont l'envie mais ne s'en sentent pas capables.**

Intéressons nous maintenant à l'influence du niveau en mathématiques sur l'attrait pour les filières scientifiques. On demandait à ces jeunes gens s'ils étaient au-dessus ou en dessous de la moyenne en mathématiques et, en fonction de ce critère, s'ils avaient envie ou pas de faire des études scientifiques. **L'envie de faire des études scientifiques varie de 71 à 56% selon qu'on a ou pas la moyenne en mathématiques, et se sentir capable varie de 85 à 39%.**

Ajoutons à cette notion le problème de la différence de genre. Étudions à niveau égal, parmi ceux et celles qui se sentent capables, et qui sont au-dessus de la moyenne, la différence entre garçons et filles : **82% des garçons qui sont au-dessus de la moyenne en mathématiques se**

sentent capables, contre seulement 53% des filles. Il s'agit là d'une vieille histoire ; on l'avait déjà mesuré quelques années auparavant, dans un sondage¹ auprès, il me semble, des 10-15 ans. De la même façon, on leur demandait d'évaluer leur propre niveau. On leur demandait, à niveau égal, s'ils pensaient qu'ils pouvaient faire des études scientifiques et là encore, les filles s'estimaient moins capables de faire des études scientifiques. C'est un classique, mais c'est toujours intéressant de le retrouver.

Intéressons nous cette fois à l'image des études scientifiques auprès des lycéens. Les choix proposés étaient :

- Pour entreprendre ces études, il faut être excellent dans toutes les matières scientifiques
- Pour entreprendre ces études, il faut être excellent en mathématiques (2/3 répondent positivement)
- Les études scientifiques sont beaucoup plus longues que les autres études
- Les études scientifiques permettent d'accéder à des postes à responsabilité dans les entreprises (réponses assez partagées)

On voit à peu près où mène ce type d'études : **il n'est pas justifié de dire que les jeunes ont le sentiment que les métiers scientifiques sont tellement critiqués que ça ne donne pas envie d'entreprendre ces études.**

Tout cela nous dit quand même que ce sont des métiers difficiles et qu'il faut faire beaucoup de mathématiques. Ça n'est pas un mauvais métier, il n'a pas un prestige social dévalorisé. La science non plus n'est pas une valeur sociale fortement dévalorisée. Mais le public a le sentiment que ça n'est pas facile d'y arriver, et puis il y a le niveau en mathématiques qui représente une extrême difficulté.

Nous avons ensuite recherché les intentions des étudiants en premier cycle scientifique de poursuivre leurs études : 56% estimaient que c'était certain, et 30% probable (30% probable c'est un peu inquiétant). Des questions sur la possibilité d'accéder aux métiers scientifiques étaient posées aux étudiants qui déclaraient avoir « *quelques doutes sur le métier de chercheur scientifique* », plus particulièrement la question suivante : « *Est-il difficile d'obtenir un poste de chercheur dans la recherche publique ?* ». 61% répondent positivement. Nous sommes en 2000-2001 ! Je ne sais pas ce que ça serait devenu aujourd'hui. Ce sont des études difficiles. Ça n'est peut-être pas un mauvais métier, mais y accéder est loin d'être évident.

Dernière question, et ensuite je passerai rapidement à une petite enquête un peu différente. En 2000-2001, rappelez-vous "la bulle" Internet. Une question s'était posée à cette époque : « Est-ce que l'attrait de cette bulle Internet n'est pas telle que les jeunes ont le sentiment qu'il s'agit de métiers *faciles*, de métiers de *réussite facile* ? ». La question suivante leur avait été posée : « Avez-vous le sentiment que, dans ces métiers "faciles" des nouvelles technologies, on a besoin de connaissances scientifiques ? ». Le résultat est effectivement assez inquiétant. **Parmi les lycéens, 72% pensent qu'ils peuvent réussir sans avoir de réelles connaissances scientifiques.** Et il s'agit bien évidemment des métiers liés aux nouvelles technologies, pas des métiers commerciaux !

Bref, c'est l'image du type qui va fonder son entreprise, qui va devenir milliardaire. Il a des idées, il est malin, mais en technique, il n'y connaît rien du tout. Évidemment, c'est très inquiétant de voir cela. Je ne doute pas que ce genre de personnage existe, mais l'image sociale que cela donne des métiers des nouvelles technologies est inquiétante.

¹ Mathématiques à Venir-Opération Cinquante Lycées, 1997

Très rapidement, je voudrais vous montrer quelque chose qui est issu d'une autre enquête complètement différente, réalisée par un chercheur norvégien. C'est une étude tout à fait extraordinaire sur des adolescents de 15 ans dans un très grand nombre de pays, mais pas encore en France. Les pays sont triés selon l'indice de développement humain (Produit national brut + espérance de vie). Il leur a posé un très grand nombre de questions sur la science, sur les métiers scientifiques etc ... Et il obtient des résultats étonnants.

A la question : «Aimeriez vous devenir scientifique ? », les jeunes des pays pauvres répondent oui, alors que dans les autres pays très peu veulent devenir scientifiques, particulièrement les filles. Et si on fait un coefficient de corrélation entre l'indice de développement humain et la réponse « *Je voudrais devenir un scientifique* », on obtient $R = - 0,93$; on a rarement des résultats aussi forts dans nos disciplines !

Tout en haut se situent les pays pauvres, où la réponse « Je voudrais devenir un scientifique » est très élevée. Dans ces pays, la science, cela veut dire sortir d'un certain état de développement. C'est finalement la science telle qu'elle était chez nous il y a 40 ou 50 ans.

Ça ne donne pas la solution au problème dont on parle aujourd'hui, mais ça nous montre le background international : « Où nous situons-nous, nous pays industriels ? ». Je reprends ce que disait ce sociologue norvégien : « Le pays où l'image de la science est la plus négative chez les jeunes est le Japon ». C'est assez extraordinaire : c'est le pays du développement technique et industriel, et c'est aussi le pays où les jeunes ont l'image la plus négative de la science.

Commentaires et questions de la salle

Intervention de Véronique Slovacek-Chauveau : Je voudrais ajouter un mot parce que nous avons fait une enquête pour un colloque de « Femmes et Sciences » qui a eu lieu fin novembre 2007, sur 270 élèves de 7 ou 8 lycées parisiens. Nous n'avons récupéré que 75% des questionnaires (car c'était la période un peu mouvementée juste après les vacances de la Toussaint) mais on retrouve exactement ce que disait Daniel Boy. C'est-à-dire, l'image du scientifique est loin d'être dégradée, mais ça n'est pas pour eux, ni pour elles ! Donc ils/elles ont une image plutôt bonne des scientifiques, mais ça ne les empêche pas de dire que c'est difficile d'y accéder. Ce sont deux choses complètement différentes.

Membre de l'auditoire : Pourquoi avoir posé la question sur les compétences mathématiques, et pas par exemple sur les compétences en sciences physiques ?

Daniel Boy : Une question de plus, c'est tout. On aurait pu, bien sûr. Je n'ai pas de réponse, mais vous savez, un questionnaire est toujours un choix de questions dans un certain temps. Donc on aurait pu poser la question avec la physique, pourquoi pas ...

Pourquoi les mathématiques ? Parce qu'on dit quand même assez publiquement (même si, encore une fois, ça n'est pas mon domaine de recherche) que les mathématiques sont considérées comme la matière qui sélectionne. C'est vrai ou pas, je n'en sais rien. Et vous le savez probablement beaucoup mieux que moi. J'ai dû me laisser influencer par cette idée.

Deuxième membre de l'auditoire : Nous allons avoir l'année prochaine des résultats pour la France sur l'enquête ROSE, et un travail un peu plus approfondi sur la région parisienne.

ROSE, Relevance of Science Education, est une enquête européenne qui évalue l'intérêt des élèves de 15 ans à l'égard des sciences à l'école et dans la société ainsi que leurs compétences en sciences. Elle s'interroge sur de possibles variations liées à la culture.

Pour en savoir plus, voir à l'adresse suivante: <http://www.ils.uio.no/english/rose/>

Daniel Boy : On peut deviner où va se situer la France dans le graphique.

Pour avoir des résultats plus récents, vous pouvez aussi consulter les résultats d'une enquête réalisée pour le colloque du Palais de la Découverte en octobre 2007 « Aimez-vous la science ? »

- <http://www.palais-decouverte.fr/index.php?id=1628>
- http://www.palais-decouverte.fr/fileadmin/fichiers/visiter/conferences_evenements/

[70 ans palais/Enquetes_CSA_SOFRES_Daniel_BOY.pdf](#)

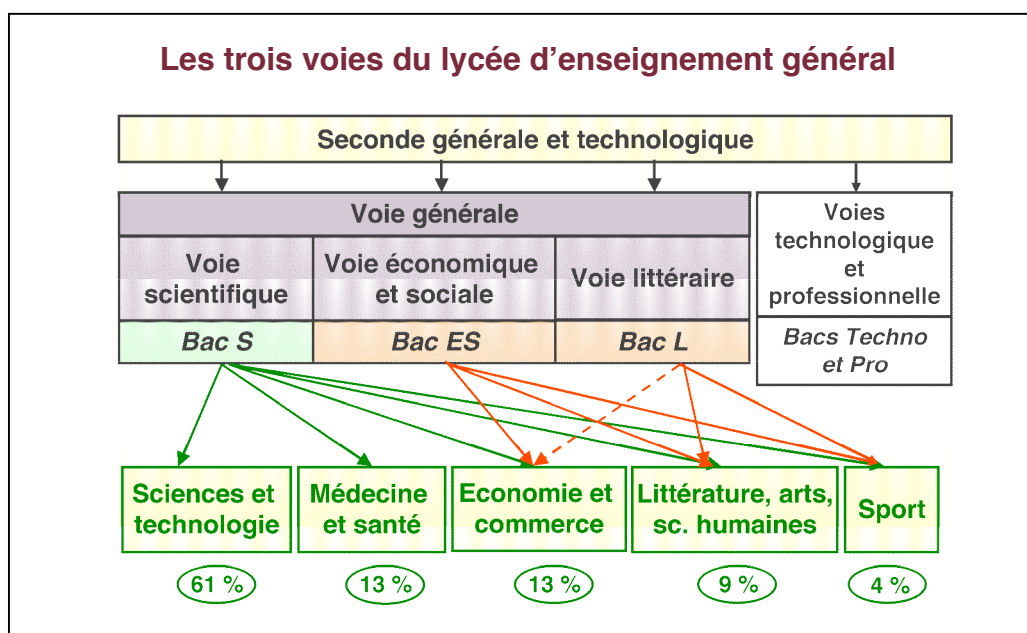
Éléments de réflexion pour l'évolution du lycée d'enseignement général

Daniel Duverney

Bonjour.

Je tiens d'abord à m'excuser, parce que j'ai changé au dernier moment le titre de mon exposé¹, après en avoir présenté une première version dans un certain nombre d'endroits. Finalement, j'ai voulu simplement m'interroger sur l'évolution du lycée d'enseignement général. Je vais en fait essayer de présenter des éléments de réflexion, non pas *sur* l'évolution du lycée d'enseignement général, mais *pour* l'évolution du lycée d'enseignement général.

Diapositive 1 : Je précise d'abord, par un schéma, l'objet de mon exposé.



A la sortie de la seconde générale et technologique, les élèves français ont la possibilité de poursuivre leurs études, soit dans la voie générale, soit dans les voies technologique et professionnelle. Je ne vais pas m'occuper ici des voies technologique et professionnelle ; non parce que je ne m'y m'intéresse pas (puisque j'y enseigne), mais parce que je veux parler de la voie générale.

A l'entrée de la voie générale, vous savez évidemment que les élèves ont à choisir entre la voie scientifique, la voie économique et sociale, et la voie littéraire.

¹ Le titre original était "Faut-il supprimer la voie scientifique des lycées ?"

A ce propos, on dit fréquemment que la voie générale des lycées est hiérarchisée, et qu'elle l'est au bénéfice de la voie scientifique. Une partie de l'explication a été donnée par Sylvie Lemaire et Delphine Perelmuter tout à l'heure ; je vais essayer de préciser un peu ce qui se passe.

Le bac S sanctionne une formation qui est extrêmement généraliste, et qui permet d'accéder, comme le montre le schéma ci-dessus, à des études supérieures :

- de science et technologie (environ 61% des bacheliers scientifiques),
- dans le domaine de la santé (environ 13%),
- en économie et commerce (13%),
- de littérature, arts et sciences humaines (9%),
- dans le domaine sportif (4%).

Ces chiffres sont approximatifs, mais fournissent de bons ordres de grandeur.

Cela veut dire que, lorsque vous avez un bac scientifique, qui est très généraliste, vous faites *ce que vous voulez*. Autrement dit, il est assez logique que beaucoup d'élèves choisissent la voie scientifique pour retarder leur choix d'études après le baccalauréat. Ce phénomène est accentué par le fait que les matières de culture générale ont les mêmes objectifs dans la voie scientifique que dans les autres voies, en particulier dans la voie littéraire. Lorsqu'on lit le récent rapport de l'Inspection Générale sur la voie scientifique, en particulier la fin où se trouvent des textes des différentes Inspections Générales, ceci est dit très clairement : les objectifs ne diffèrent pas, en lettres, en histoire-géographie, etc, entre la voie scientifique et la voie littéraire.

Bien entendu, ceci crée une hiérarchie ; bien entendu, cela dévalorise la voie littéraire par rapport à la voie scientifique.

Revenons au schéma ci-dessus. Avec un bac ES, il est clair que vous ne pouvez guère choisir d'études supérieures dans le domaine scientifique ou médical. Avec un bac L, surtout après la suppression de la spécialité mathématique pendant une dizaine années, vous avez en outre du mal à aller en économie et commerce, et ne pouvez guère poursuivre que dans les deux domaines qui restent.

Remarquons enfin, tout de même, que **la voie scientifique, qu'on dit détournée de son objet, est notre principal réservoir de futurs scientifiques et de techniciens. Elle remplit donc sa mission.**

Diapositive 2 : Elle donne les choix d'orientation en S. Je vais passer rapidement, puisqu'ils ont déjà été donnés tout à l'heure ; je vais juste faire quelques commentaires.

Le choix d'orientation en S

Il est en grande partie de nature économique, et parfaitement rationnel :

- 45 % des élèves de S ont choisi cette orientation
 - **pour se garder le plus de portes ouvertes** (30 %)
 - parce que le bac S leur sera **nécessaire** (12 %)
 - parce que leurs parents ou professeurs les ont poussés (3 %)
- 55% des élèves de S ont choisi cette orientation parce que
 - ils (ou elles) **aiment les sciences** (44 %)
 - leurs résultats sont **meilleurs** en sciences (11 %)

Il faut d'abord dire que **ce choix est de nature économique, et rationnel**. On peut distinguer, en fait, deux grands groupes d'élèves en série S.

D'abord un premier groupe (45%), qui veut se garder des portes ouvertes, qui ne veut pas choisir tout de suite. Cela ne veut pas dire que les élèves de ce groupe n'aiment pas les sciences, cela veut simplement dire qu'ils n'ont pas envie de se spécialiser (relativement) en choisissant ES ou L.

Et puis un deuxième groupe (55%), dans lequel les élèves déclarent aimer les sciences ou s'estimer meilleurs dans les matières scientifiques... Là encore, ce sont des choix qui sont parfaitement logiques.

Il faut remarquer que 55%, finalement, ce n'est quand même pas si mal. C'est-à-dire que tout notre système d'enseignement supérieur scientifique et technologique, à l'exception d'une petite part qui est fournie par les bacheliers STI, est alimentée par ces 55% d'élèves.

Diapositive 3 : Revenons au but de mon exposé, qui est de vous parler des réformes du lycée. On entend souvent dire que le lycée français ne change pas, que les enseignants n'évoluent pas, qu'ils ne travaillent pas bien...

Je voudrais quand même rappeler très rapidement les réformes mises en place depuis une quarantaine d'années.

Les réformes du lycée

- **Création du baccalauréat économique (bac 1962)**
- **Création du baccalauréat technologique (bac 1969)**
- **Réforme des « mathématiques modernes » (bac 1972)**
- **Création de la seconde indifférenciée (rentrée 1982)**
- **Objectif « 80 % au niveau du bac » (1985)**
- **Création du baccalauréat professionnel (1986)**
- **La « rénovation pédagogique » (bac 1995)**
- **La « réforme des lycées » (bac 2003)**

La structure actuelle de la voie générale date de 1962, puisque avant il n'y avait pas de baccalauréat économique.

En 1969 est créé le baccalauréat technologique.

En 1972, la réforme des "mathématiques modernes" arrive au baccalauréat. Je la cite parce qu'elle a eu une influence assez considérable sur le problème qui nous occupe aujourd'hui.

La seconde indifférenciée est créée en 1982. L'orientation entre les différentes voies du lycée d'enseignement général est alors reportée à l'entrée en première.

En 1985 est proclamé l'objectif de "80% de jeunes au niveau du bac".

A la suite de cet objectif, le baccalauréat professionnel est créé en 1986.

En 1995, la "rénovation pédagogique" arrive au baccalauréat. Pour ce qui concerne la voie scientifique, elle fusionne les trois séries C, D et E. En fait, elle fusionne surtout les deux séries C et D, en gardant relativement séparée la série E, qui prend le nom de S option "Sciences de l'ingénieur".

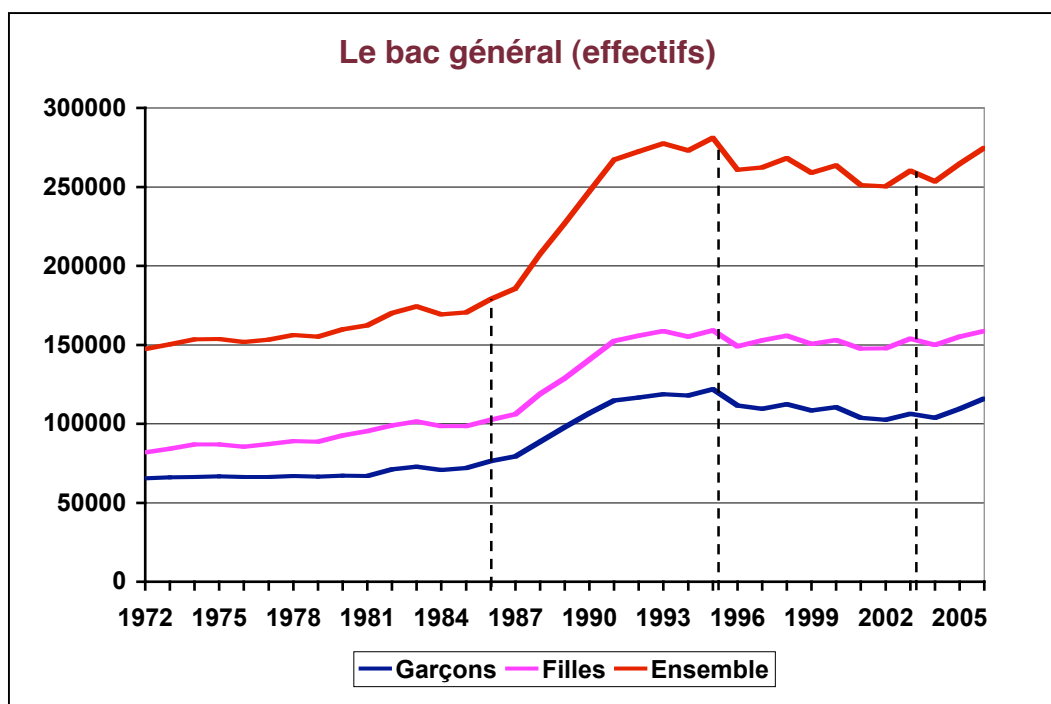
Enfin, plus récemment, la "réforme des lycées" est arrivée au baccalauréat en 2003.

Je vais maintenant vous présenter un certain nombre de graphiques et de statistiques. Ces statistiques illustreront l'aspect *quantitatif* de l'évolution du lycée d'enseignement général. Puis viendront des éléments plus *qualitatifs* sur les contenus de la formation scientifique au lycée.

A chaque fois, je ferai référence aux trois dernières réformes :

- 1986, l'objectif de "80% d'une classe d'âge au niveau du bac"
- 1995, la "rénovation pédagogique"
- 2003, la "réforme des lycées".

Diapositive 4 : Voyons d'abord les lauréats au baccalauréat général depuis 1972. En pointillés j'ai indiqué les trois réformes de 1986, 1995 et 2003.



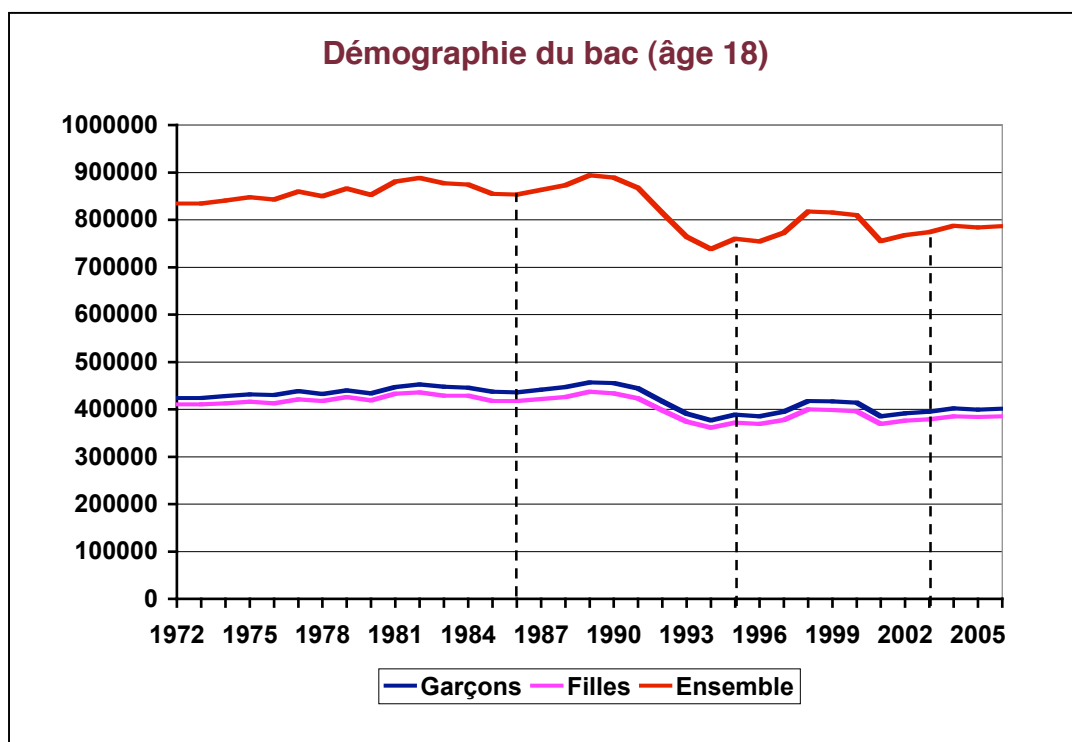
Première remarque : ce n'est pas si mal ! On observe que, depuis 1972, la croissance des effectifs du baccalauréat général a été considérable, en fait. C'est-à-dire qu'on a bien travaillé. Le système éducatif français n'a pas de raisons de dire qu'il est mauvais. Parce qu'il ne l'est pas. Je pense que nous serons tous d'accord sur ce point.

Deuxième remarque : il faut distinguer les garçons et les filles. Vous remarquez que, au baccalauréat général, il y a plus de filles que de garçons. En fait, la proportion est de 7 garçons pour 10 filles. Je vous en reparlerai tout à l'heure.

Troisième remarque : on observe trois phases dans l'évolution des effectifs de bacheliers :

- une période de croissance lente du baccalauréat général jusqu'en 1986,
- à partir de 1986, avec l'objectif de 80% d'une classe d'âge au bac, une croissance extrêmement rapide,
- à partir de 1995, une stagnation des effectifs.

Diapositive 5 : On entend souvent dire que cette stagnation serait due à une baisse démographique. Ceci est inexact, comme le montre le graphique ci-dessous.



Celui-ci montre clairement que la croissance des effectifs de bacheliers entre 1986 et 1995 s'est produite en période de *baisse* démographique.

La décroissance ou du moins la stagnation observée depuis 1995 s'est faite en période de stagnation démographique. D'une manière générale, depuis 1995 il n'y a pas une grande variation de la démographie.

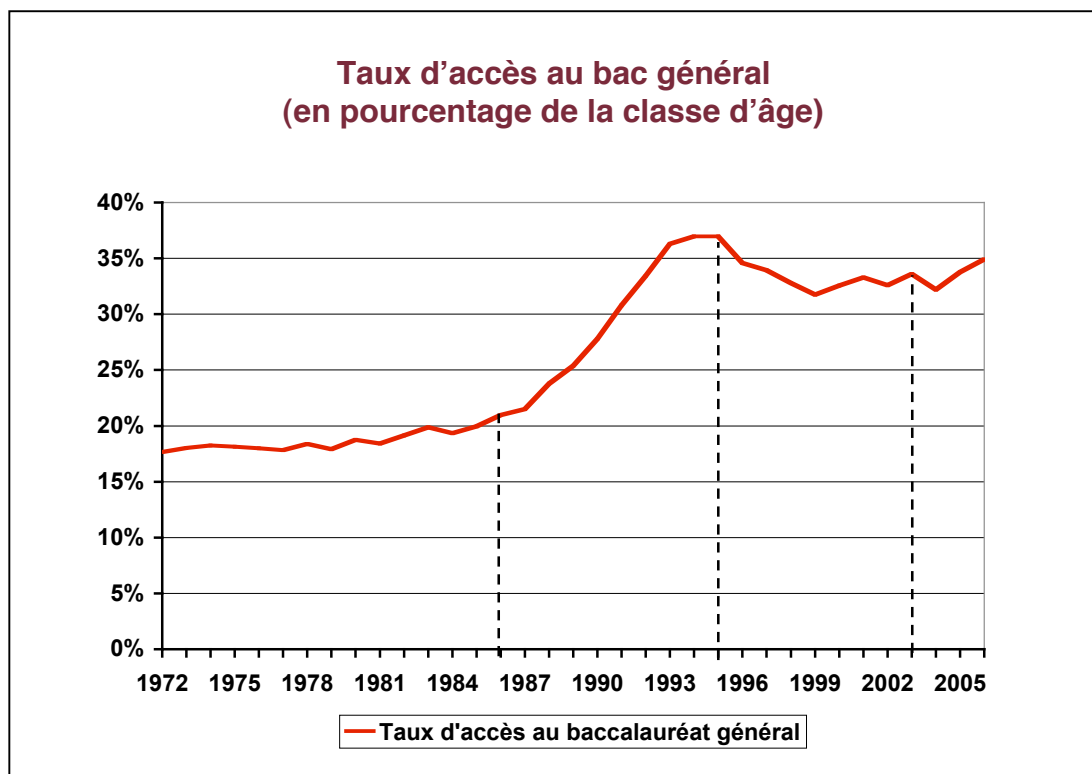
Le deuxième point intéressant à noter concerne la *taille* des effectifs. Le graphique ci-dessus montre que la classe d'âge des 18 ans² oscille entre 800 000 et 900 000 individus. Cela veut dire que, tous les ans, 800 000 jeunes arrivent à l'âge du baccalauréat, ce qui est parfaitement énorme. Je rappelle aussi la taille de l'éducation nationale. L'éducation nationale compte pour l'instant – ça risque de diminuer rapidement – de l'ordre de 900 000 enseignants... et, je crois,

² C'est-à-dire ici les jeunes qui fêtent leurs 18 ans révolus dans l'année considérée.

1 300 000 employés de manière générale. C'est une des plus grandes entreprises du monde. Ce point doit être gardé à l'esprit quand on parle du système éducatif.

Diapositive 6 : Si on tient compte de la démographie, on obtient le *taux d'accès* au baccalauréat général, qui correspond au fameux mot d'ordre de Jean-Pierre Chevènement, "80% d'une classe d'âge au niveau du baccalauréat".

Ce taux d'accès s'obtient en divisant le nombre de reçus au baccalauréat général par la classe d'âge. Cette définition est sans doute un peu simpliste³, mais elle a le mérite de la clarté.



Si on prend en compte l'influence de la démographie, on s'aperçoit que les variations, comme on pouvait s'en douter à partir des graphiques précédents, sont beaucoup plus marquées.

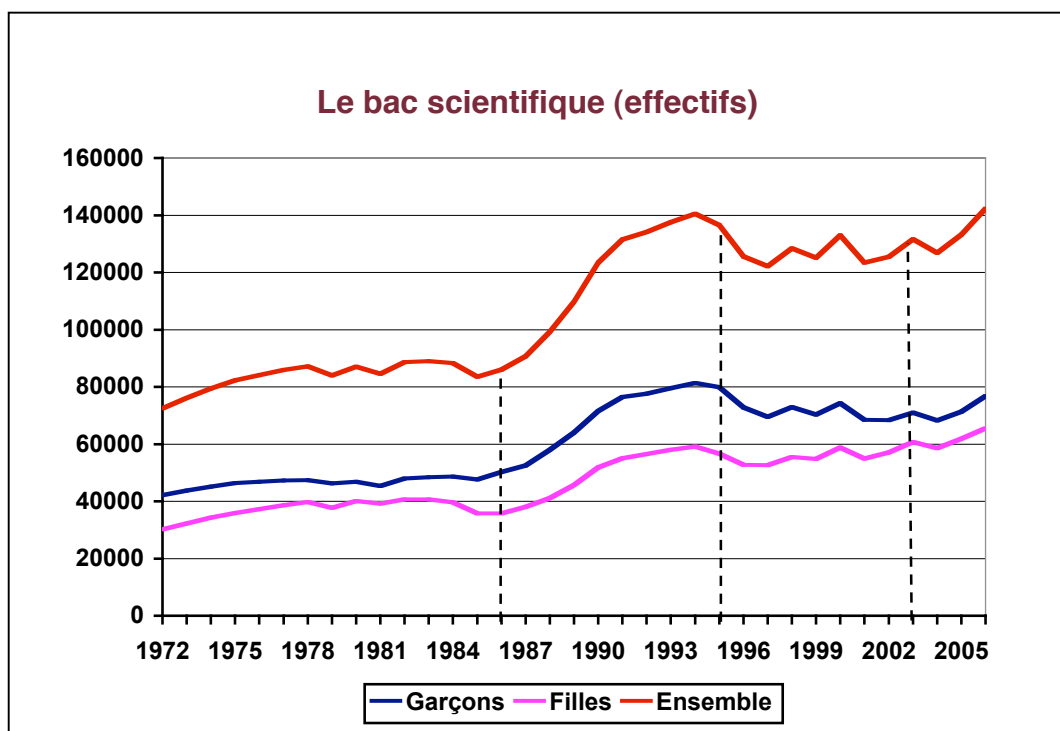
D'abord, on observe une très forte hausse entre 1986 et 1995. Cette hausse est considérable : le taux d'accès au baccalauréat général a quasiment doublé en 10 ans. Et il faut compter que, dans le même temps, a aussi été créé le baccalauréat professionnel.

C'est donc une réussite de notre système éducatif. **Cette réussite doit beaucoup, il faut insister sur ce point, aux enseignantes et enseignants de terrain. C'est-à-dire que le corps enseignant a suivi et mis en œuvre, avec succès, les orientations de politique éducative.**

Diapositive 7 : Voici maintenant les effectifs du baccalauréat scientifique ; vous les avez eus tout à l'heure⁴, je passerai donc rapidement.

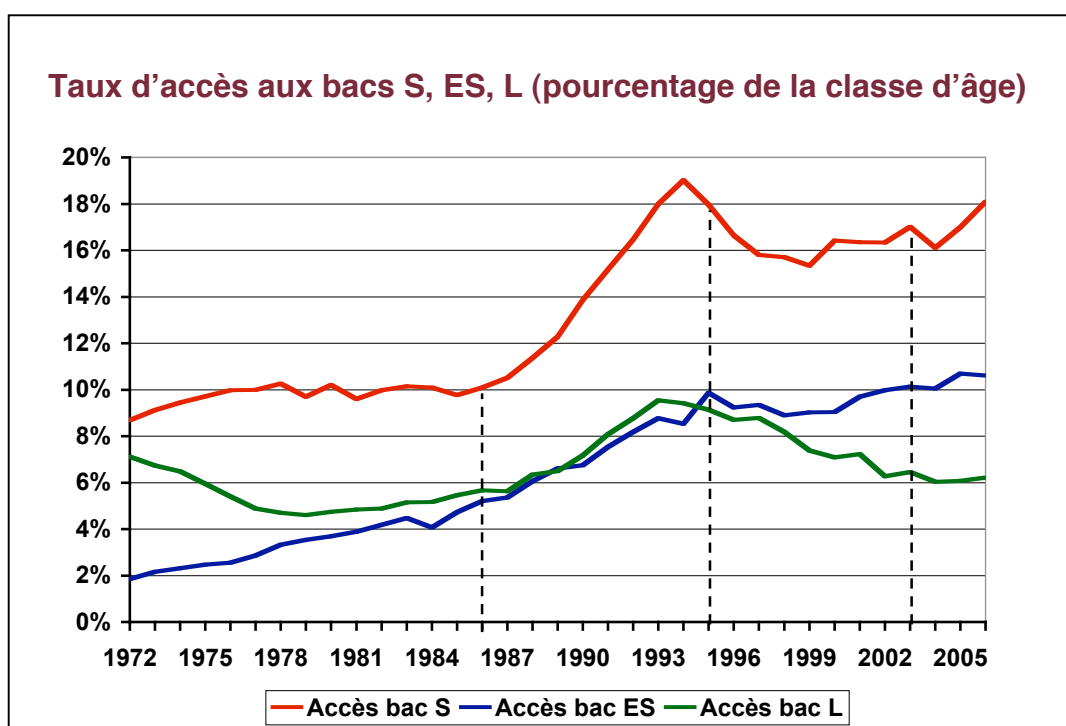
³ Elle ne prend pas en compte, notamment, les redoublements.

⁴ Lors de l'exposé de Sylvie Lemaire et Delphine Perelmuter.



On observe que le baccalauréat scientifique suit approximativement le même mouvement que le baccalauréat général. De fait, Sylvie Lemaire et Delphine Perelmuter vous ont montré tout à l'heure que la proportion de bacheliers scientifiques dans le baccalauréat général reste à peu près constante depuis 40 ans, de l'ordre de 50%.

Diapositive 8 : Voici maintenant les taux d'accès dans les trois voies du baccalauréat général.



On remarque d'abord une différence fondamentale entre les trois séries. Le bac ES a augmenté de manière continue de 1972 à 2006 ; il n'y a pas eu de période de décroissance. Par contre, le bac scientifique *et* le bac littéraire ont eu tous les deux une période de relativement forte croissance entre 1986 et 1995 – un peu plus tôt pour le bac L, 1993 – et se sont mis à décroître à ce moment-là.

Peut-on avancer une explication pour la série L ?

Il faut d'abord noter que la série L est centrale, à juste titre, dans les projets de réforme du lycée d'enseignement général ; c'est vrai que la dégradation de la série L est un phénomène préoccupant. En effet, les littéraires sont *in fine* ceux qui accèdent aux postes importants, essentiellement dans le domaine politique et dans les médias. Dans notre société, les scientifiques n'ont pas beaucoup de pouvoir, finalement.

Entre 1986 et 1994-95, la forte croissance de la série L est essentiellement due à la très forte croissance de la filière qui à l'époque s'appelait A1⁵. Cette filière A1 était une filière lettres-maths. L'horaire de mathématiques était très conséquent, en particulier en terminale – de l'ordre de 5 heures hebdomadaires. Et de fait, au moment de la "rénovation pédagogique", en réunissant toutes les filières littéraires, on a supprimé la filière A1, en rendant plus difficile pour les littéraires l'étude des mathématiques.

D'après les discussions que j'ai eues ces derniers temps sur les nouveaux programmes du primaire, il semblerait que ce déficit de formation mathématique et scientifique dans la voie littéraire pose de sérieux problèmes dans les IUFM pour la formation des futurs professeurs des écoles. La possibilité pour les littéraires de faire des mathématiques sous forme de spécialité a été rétablie il y a quelques années à la suite d'un rapport de l'Inspection Générale ; il est sans doute encore trop tôt pour savoir si cette mesure a donné les résultats escomptés.

Revenons sur la différence entre les trois séries.

Ce qu'il faut voir, c'est que la "rénovation pédagogique", en fait, a **diversifié** les parcours de formation pour les élèves de la voie ES. C'est-à-dire que la série B n'était pas subdivisée en filières. Au moment de la "rénovation pédagogique", on a donné la possibilité aux élèves de terminale ES, de se diversifier suivant les spécialités mathématiques, sciences économiques, etc. Ce qui correspond à un élargissement des possibilités.

Pour la filière L et pour la filière S, si on y réfléchit bien, cela a été le contraire. C'est-à-dire que le regroupement des filières, finalement, s'est fait au détriment de la diversification. Malgré le système des spécialités.

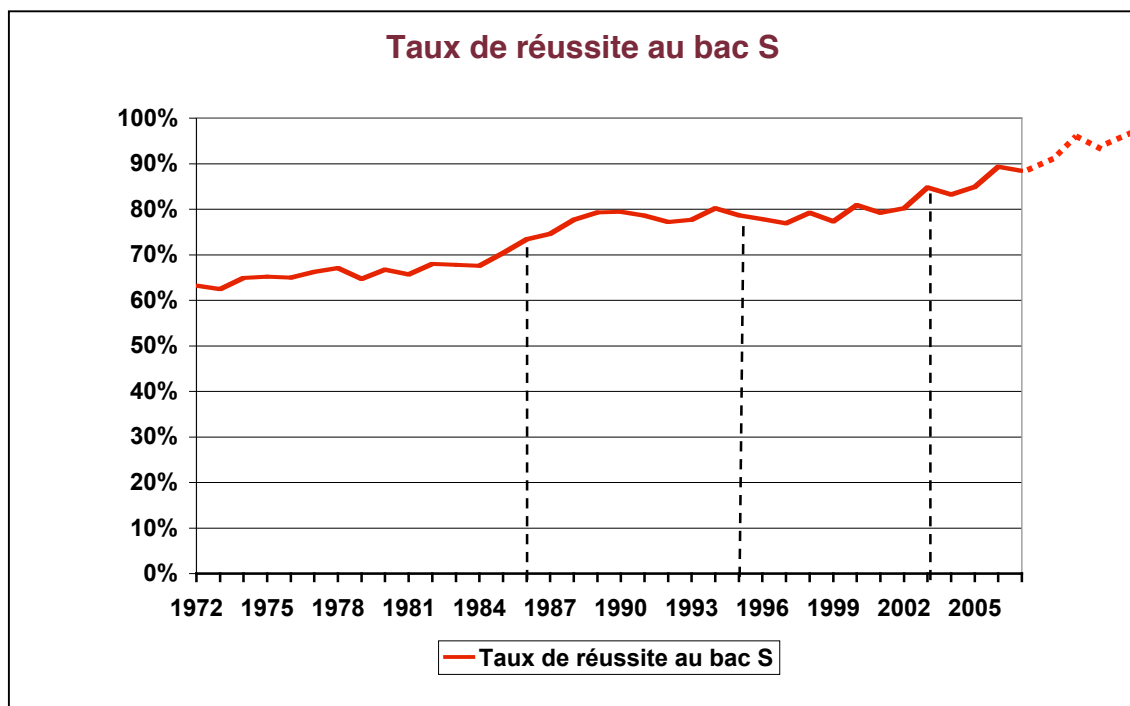
Diapositive 9 : Voyons maintenant le taux de réussite au bac S (graphique page suivante).

Depuis 1972, le taux de réussite au bac S a augmenté de manière presque continue.

On observe d'abord une petite augmentation entre 1986 et 1990, qui a contribué à l'augmentation du taux d'accès au bac S pendant cette période-là, mais qui n'a pas dû y contribuer beaucoup.

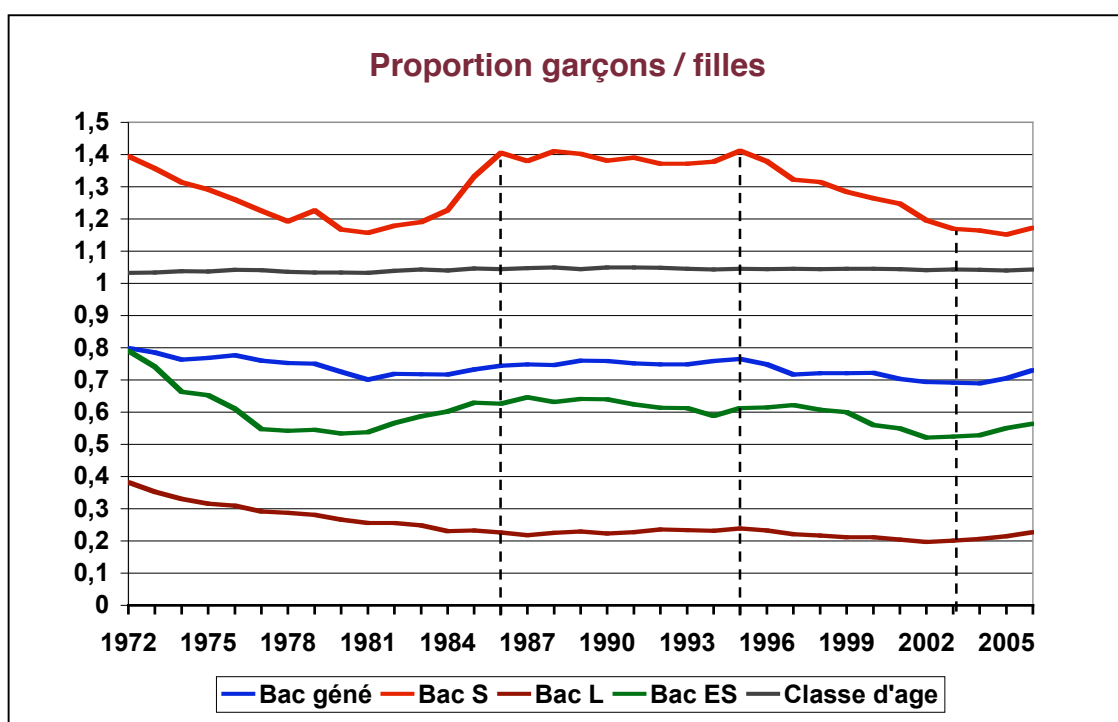
Entre 1990 et 2002, c'est-à-dire juste avant la réforme des lycées, le taux de réussite au bac S reste à peu près constant. Il est de l'ordre de 80% de réussite ; cela veut dire qu'un candidat sur 5 est collé.

⁵ Voir l'étude sur le baccalauréat littéraire sur le site Internet d'Action Sciences.



A partir de 2003, l'évolution devient surprenante. En 2003, date de la mise en place de la "réforme des lycées", le taux de réussite se met à faire un bon en avant. Ce bond en avant se poursuit : **en quatre ans, le taux de réussite au bac scientifique a augmenté de 9%**. Si vous demandiez à un futurologue sans beaucoup d'imagination ce que ça pourrait donner après, il vous répondrait par la courbe en pointillés !

Diapositive 10 : Voici un dernier graphique sur le baccalauréat général : les proportions de garçons et de filles.



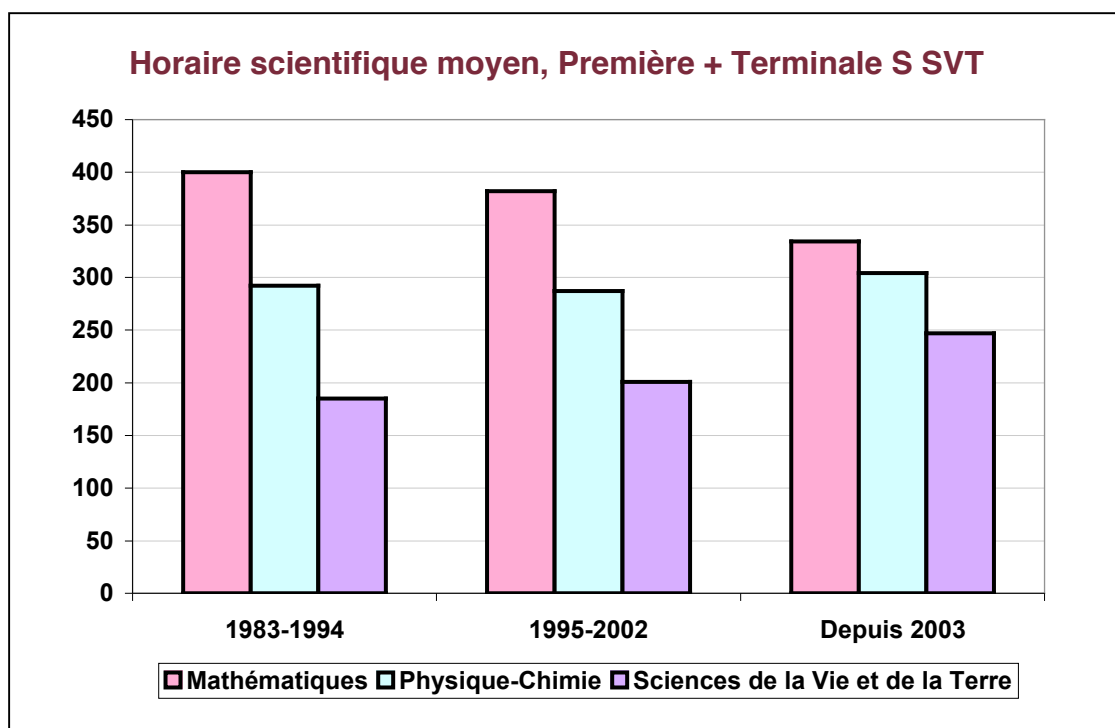
En noir, j'ai indiqué le rapport du nombre de garçons sur le nombre de filles à l'âge de 18 ans dans l'ensemble de la population française. Ce rapport est quasiment une constante ; à l'âge de 18 ans, il y a un peu plus de garçons que de filles.

La courbe rouge montre que la voie scientifique compte plus de garçons que de filles. On observe que, entre 1986 et 1995, le rapport entre garçons et filles au bac S est à peu près constant. C'est-à-dire que pendant la grande période d'expansion et de démocratisation du lycée d'enseignement général, la démocratisation profite de manière à peu près égale aux garçons et aux filles pour l'accès au baccalauréat scientifique. Par contre, depuis 1995, le taux garçons/filles baisse. On a moins de garçons dans la voie scientifique, cela a déjà été dit tout à l'heure par les intervenantes de la DEPP. Mais cette baisse date d'une quinzaine d'années. On notera qu'une baisse analogue s'était produite en 1972-1981.

En bleu, vous avez le baccalauréat général. Le baccalauréat général, à l'heure actuelle, c'est 7 garçons pour 10 filles. Ceci est un phénomène général de notre système éducatif. Si on prend en compte l'ensemble du baccalauréat (général, technologique et professionnel), le taux d'accès des garçons au baccalauréat est, sauf erreur, de 56 ou 57%. Le taux d'accès des filles est de l'ordre de 70%. Donc l'objectif de "80% de la classe d'âge au baccalauréat" est presque atteint pour les filles ; par contre pour les garçons, on a un problème.

Après cette avalanche de statistiques, j'en viens à un aspect plus qualitatif. En effet, ce qui a changé ces dernières années, ce ne sont pas seulement les effectifs et les taux d'accès, c'est aussi **le contenu même de la formation scientifique**.

Diapositive 11 : Le graphique ci-dessous montre l'évolution de l'horaire scientifique moyen des bacheliers scientifiques.



Qu'est-ce que ça veut dire, horaire scientifique moyen ?

Je l'ai obtenu en considérant l'ensemble des bacheliers scientifiques, distingués suivant les séries avant 1994 et suivant les spécialités après⁶. L'horaire scientifique moyen, c'est tout simplement la moyenne du volume horaire total de cours dans chaque discipline scientifique, en première et terminale.

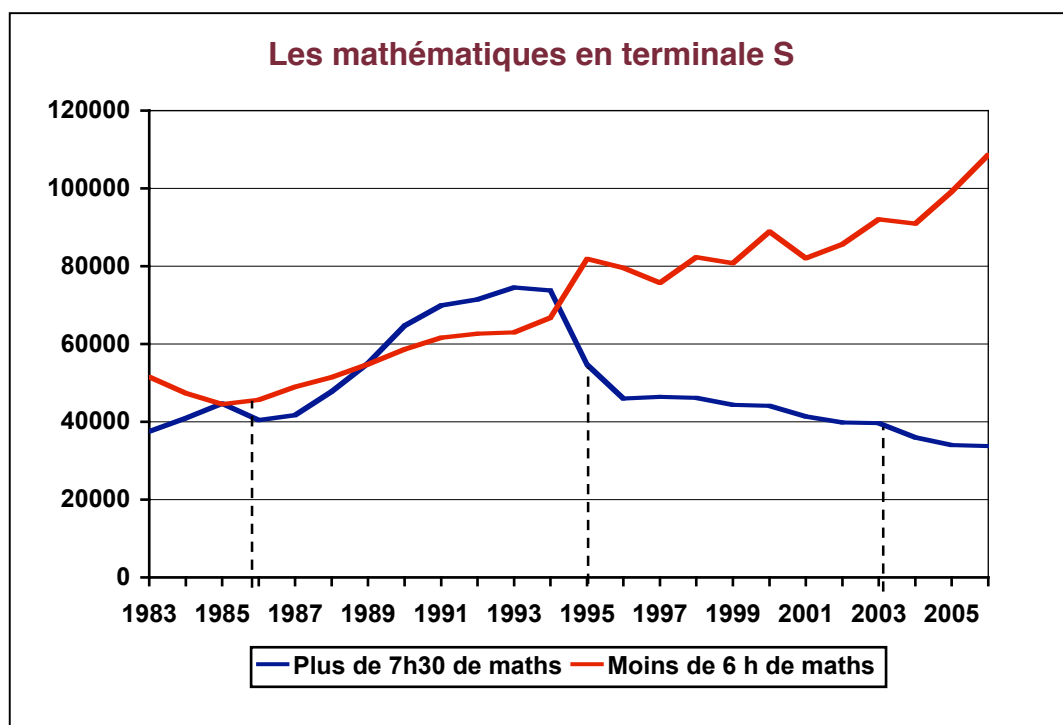
Par exemple, le graphique de la page précédente montre que, dans la période 1983-1994, un bachelier scientifique avait suivi, en moyenne, 400 heures de mathématiques en première et terminale. Dans la période 1995-2002, après la "rénovation pédagogique", ce nombre d'heures est tombé à 382, et depuis la "réforme des lycées" (2003), il est de 334.

En ce qui concerne la physique-chimie, cela n'a pas beaucoup changé. : 292, 287, 304. Ces chiffres sont évidemment très approximatifs et ne donnent qu'un ordre de grandeur.

Par contre, pour les sciences de la vie et de la Terre, le volume horaire moyen a nettement augmenté : 185, 201, 247.

Il est clair que **les réformes récentes du lycée ont eu pour effet de rapprocher les horaires moyens dans les trois disciplines scientifiques.**

Diapositive 12 : On peut préciser le graphique précédent dans le cas des mathématiques.



Vous avez en bleu les bacheliers scientifiques qui ont fait «"beaucoup de maths" en terminale (au moins 7h30 hebdomadaires), et en rouge les bacheliers scientifiques qui ont fait "moins de maths", c'est-à-dire moins de 6 heures. On observe que, avant 1994, les deux courbes rouge et bleue progressent de manière à peu près parallèle. Si on regarde les statistiques du ministère de l'éducation nationale à cette époque-là, cela veut dire simplement que la terminale C et la terminale D croissent à peu près dans la même proportion, la terminale C un peu plus vite.

⁶ C et D avant 1994, S spécialités mathématiques, physique-chimie et sciences de la vie et de la Terre après. La série E (avant 1994) et la voie S "Sciences de l'ingénieur" (après) ont été laissées de côté pour des raisons de commodité et de lisibilité ; elle représentent environ 10% des effectifs de bacheliers scientifiques.

Dès 1995, du fait évidemment du changement de structure, un changement très rapide de pente se produit. Le nombre d'élèves qui font "beaucoup de maths" chute brutalement ; ceci est dû évidemment à l'introduction des "spécialités", puisque le flux d'élèves va se partager entre les trois spécialités qui se substituent aux deux séries C et D.

Depuis, les courbes rouge et bleue divergent. Elles divergent de telle sorte que le nombre de bacheliers qui font "beaucoup de maths" est tombé au-dessous de 40000 à l'heure actuelle, comme vous le voyez. Il est tombé *au-dessous* de ce qu'il était en 1983.

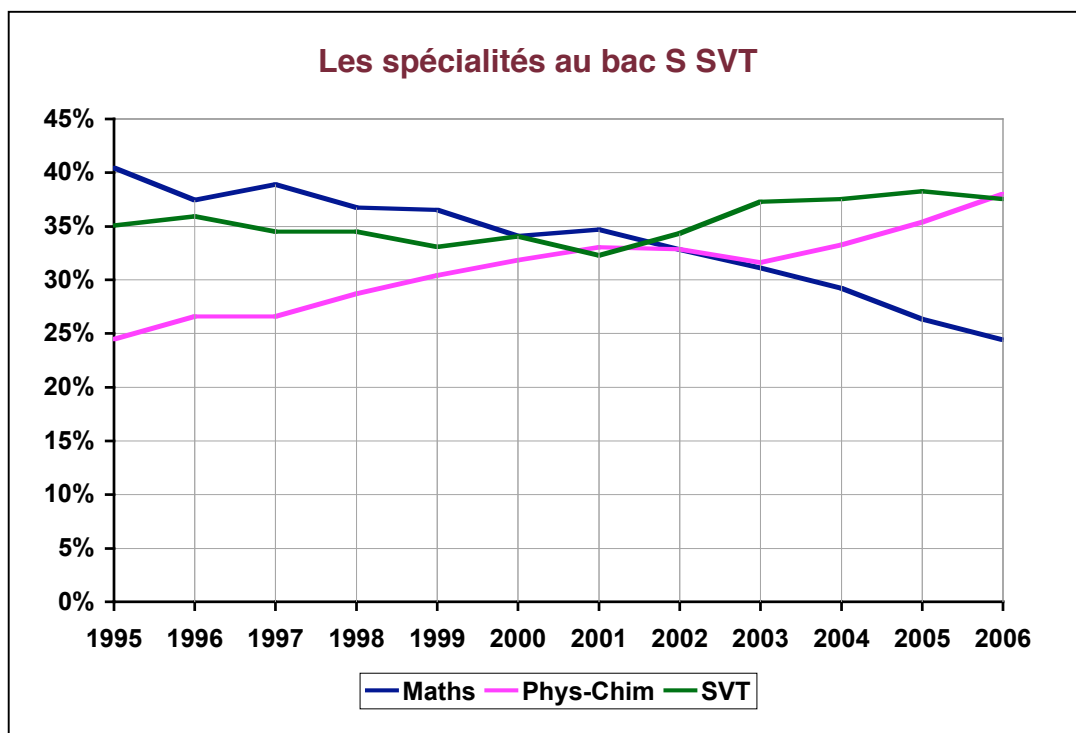
Allons un peu plus loin en précisant ce que signifie "beaucoup de maths" ou "moins de maths".

Pour ceux qui font "moins de maths", l'horaire hebdomadaire n'a pas beaucoup changé entre 1983 et 2006 : 6h contre 5h30.

Par contre, ceux qui en font "beaucoup" sont non seulement moins nombreux, mais leur horaire est bien moins important : c'est-à-dire qu'il était de 9h hebdomadaires en 1983, et maintenant il est de 7h30.

Alors... je pense qu'on ne va pas m'accuser de plaider pour ma discipline si je dis que ce graphique montre une **baisse importante**, dans les quinze dernières années, des connaissances et compétences mathématiques de nos bacheliers scientifiques.

Diapositive 13 : Les considérations précédentes se relient sans difficulté à l'évolution des choix de spécialité en terminale S.



On observe une dégradation continue du choix de la spécialité mathématique, qui explique pourquoi le nombre de bacheliers qui font "beaucoup de maths" au bac S continue à baisser, en dépit du fait qu'il n'y a pas de changement de structure.

On observe également la complète inversion des courbes entre les mathématiques et la physique, les SVT restant à peu près stables.

En fait, **depuis 1995, la spécialité mathématique a perdu 16% de "parts de marché", la physique-chimie en a gagné 13% et les sciences de la vie et de la Terre 3%.**

Pourquoi ces choix de spécialité ? Je viens de faire référence à des "parts de marché", c'est exactement comme cela. Selon le récent rapport de l'Inspection Générale sur la voie scientifique, **les trois disciplines scientifiques ont visiblement été mises en concurrence.** Ce n'était peut-être pas volontaire au départ, mais c'est comme ça que cela fonctionne de fait.

Diapositive 15 : Sur quelles bases la concurrence s'organise-t-elle ? Selon le rapport de l'IG, beaucoup plus sur les notes au baccalauréat et l'attractivité de l'enseignement au niveau du lycée que de l'utilité supposée pour l'enseignement supérieur.

La hiérarchie exacte des notes au baccalauréat n'est pas véritablement précisée dans le rapport de l'Inspection Générale, et il n'est pas facile de se les procurer. Il se trouve cependant que celles du baccalauréat 2003 sont accessibles dans une publication de la DEPP. J'ai un peu honte de présenter ces notes, parce que le baccalauréat 2003 a été assez spécial... C'était la première année de la "réforme des lycées" et il y a eu des difficultés avec l'épreuve de mathématiques. Je ne sais donc pas trop quelle confiance on peut leur accorder, mais malheureusement ce sont les seules disponibles.

Notes moyennes au bac S (2003)				
	Spé Maths	Spé Phy-Chi	Spé SVT	Ensemble
Note en Maths	12	9	8	9,6
Note en Phy-Chi	14	13	12	12,9
Note en SVT	11	11	11	11

Ce tableau présente les notes moyennes en mathématiques, physique chimie, SVT, suivant qu'on a choisi la spécialité mathématiques, la spécialité physique-chimie ou la spécialité SVT. Ce qu'on peut dire, au moins pour le bac 2003, c'est qu'il y a une différence de note considérable.

C'est-à-dire que, si le choix des spécialités par l'élève se fait en fonction de "avoir le bac-pas avoir le bac", alors vraiment, il ne faut pas choisir la spécialité mathématiques. Il faut même être complètement idiot pour le faire, d'accord ?

Des différences considérables, donc ; la physique-chimie est en tête (la moyenne générale est presque de 13), la note en SVT est de 11 et celle de mathématiques de 9,6.

Une deuxième remarque est que la note en mathématiques est abominablement discriminante. La note en physique est de 12, 13, ou 14 suivant le choix des spécialités ; ce n'est pas très significatif. En SVT, bien entendu, ça l'est encore moins puisque la note est la même, quel

que soit le choix de spécialité. Par contre, entre ceux qui ont choisi la spécialité mathématiques, et ceux qui ont choisi les spécialités physique-chimie ou SVT, la différence de note en mathématiques, et donc probablement de niveau de compétences, est considérable.

Diapositive 16 : Je vais maintenant être un peu polémique. Pas trop, j'espère.

La "rénovation pédagogique", un projet cohérent :

1. Placer l'élève « au centre du système scolaire »
2. Former des « têtes bien faites plutôt que des têtes trop pleines »
3. Mettre fin à la « domination des mathématiques », notamment en mettant en avant les « aspects expérimentaux de la science »
4. Lutter contre la « sélection »

Je vous ai parlé de la "rénovation pédagogique". La "rénovation pédagogique", qui se met en place en 1995, était un projet pédagogique cohérent. Quand je dis cohérent, je ne veux pas dire qu'il y a eu un complot, ou quoi que ce soit d'obscur ou mal intentionné. Je veux dire qu'elle correspondait à des conceptions pédagogiques, qui ont du reste été discutées à l'époque, mais sur lesquelles on peut peut-être à nouveau réfléchir avec le recul.

Je rappelle d'abord le **premier objectif**, abandonné depuis : il faut placer l'élève au "centre du système scolaire". Ceci correspond, d'une certaine manière, à un choix de pédagogie. L'idée, au départ, était loin d'être stupide ; il faut donner du **sens** aux apprentissages. Et pour donner du sens aux apprentissages, le meilleur moyen c'est de partir de l'élève. C'est-à-dire que c'est l'élève qui va construire son sens en manipulant ; par conséquent la pédagogie doit aller de l'élève au maître. Et pas du maître à l'élève. En particulier, le cours magistral était très fortement critiqué.

Alors..Je pense que ce sont des conceptions dont il faut discuter. Il faut en discuter dans un esprit assez tolérant. Aujourd'hui, par exemple, je suis en train de vous faire un discours, vous êtes suspendus à mes lèvres (hum !), ça part de moi. C'est moi qui vous donne des informations ; et ce que je vous dis, je pense, a du sens pour vous.

Deuxième objectif, "former des têtes bien faites plutôt que des têtes trop pleines". Ça aussi, c'était une idée générale de la "rénovation pédagogique" ; on la trouve dans plusieurs textes des années 89-90. Elle consiste à dire que, dans une certaine mesure, les connaissances s'opposent à la découverte et à l'imagination. Bien sûr, c'est une parodie d'une phrase de Montaigne ; lui ne parlait pas de têtes *trop* pleines, il parlait de têtes *bien* pleines. Mais l'opposition a été mise en avant lors de la "rénovation pédagogique" ; elle existe toujours au sein de certaines discussions pédagogiques. Je crois qu'il faudrait analyser sa pertinence.

Troisième objectif, mettre fin à la "domination des mathématiques", notamment en mettant en avant "les aspects expérimentaux de la science". Cela aussi, c'est quelque chose qui est daté historiquement : en 1989-90, on est dans les suites de la réforme des mathématiques modernes. Elle aussi avait de très bonnes intentions. Mais, dans les faits, lorsqu'elle a été

appliquée, elle a donné des résultats qui n'étaient pas ceux espérés ; elle a surtout placé les mathématiques dans une position de matière de sélection, usant en outre d'un formalisme excessif. Bien que ces excès aient été corrigés depuis longtemps, ils ont sans doute provoqué un mouvement de balancier en sens inverse, notamment en direction des sciences expérimentales, qui me semble conduire actuellement à des excès.

Quatrième objectif, lutter contre la "sélection". J'ai mis entre guillemets le mot "sélection", parce que c'est un problème central. Là aussi, dans les années 80, on commençait à revenir du mythe de l'école égalitaire, à la suite des travaux de sociologie de l'éducation ; on s'est aperçu que les mécanismes qui conduisaient à faire des études plus ou moins longues n'étaient pas fondés uniquement sur le mérite "intrinsèque" des individus, et qu'ils avaient une composante sociale extrêmement forte. Le rôle des mathématiques étant, à cette époque, un rôle évident de sélection, s'est plus ou moins identifié avec un rôle de sélection sociale. Du coup, on s'est retrouvé dans une position où les mathématiques sont apparues comme dominatrices, à la fois vis-à-vis des physiciens, parce qu'on leur imposait trop de formalisme, et au niveau de l'enseignement scolaire où elles jouaient, apparemment, un "sale rôle" d'exclusion.

Il faudrait aussi reparler de ce problème de sélection, parce qu'on ne peut pas ne pas pratiquer une certaine "sélection" en mathématiques. Je crois qu'on a besoin de tester des niveaux, car les mathématiques sont une matière très hiérarchisée. Si les bases ne sont pas acquises, si la maison n'est pas construite pierre à pierre, les difficultés s'accumulent et conduisent souvent à rejeter et abandonner la matière.

Diapositive 17 : En conclusion, toute nouvelle réforme du lycée devrait :

- 1) **Permettre de stopper la dégradation du niveau de nos bacheliers scientifiques en mathématiques.** Quelle que soit la forme que prendra cette mesure, je crois qu'elle est nécessaire parce que, à l'heure actuelle, ce niveau se dégrade très rapidement.
- 2) **Eviter de mettre en concurrence les disciplines scientifiques sur la base des notes espérées au baccalauréat et à la quantité de travail prévisible pour obtenir ces notes.** En cas de tronc commun, ce problème de concurrence s'étendrait à toutes les matières. Si on doit garder des spécialités, ou si on doit garder des options, je pense qu'il faut prévoir un mécanisme de compensation au niveau des notes, de telle sorte que la moyenne dans une discipline ne soit pas trop différente de la moyenne dans une autre. J'ai cru comprendre qu'en Finlande, par exemple, c'est le cas.
- 3) **Prendre en compte l'influence probable du taux de réussite au baccalauréat sur le travail des lycéens et lycéennes et leur investissement dans les études.** Pour nous qui sommes dans l'enseignement, le fait d'avoir une réussite peut-être trop "facile" va conduire un certain nombre d'élèves à moins "s'accrocher".

Je vous remercie.

Précisions et questions de la salle

Jean Moussa, IG de mathématiques : Je voudrais, puisque j'ai été rapporteur d'un rapport qui a été cité, préciser trois points, qui sont abordés, d'ailleurs, dans ce rapport. Peut-être pas tous, si ma mémoire est bonne, sous forme de tableau, car ce rapport n'était pas destiné uniquement à des lecteurs scientifiques, qui ont l'habitude de lire facilement des tableaux.

Le premier point porte sur les écarts de notes selon les spécialités, dont Daniel Duverney disait qu'il avait juste eu une première approche. Ce point est aussi abordé dans notre rapport. Je peux dire que, effectivement, ces écarts sont constants, s'ils ne s'aggravent pas. C'est-à-dire que l'écart séparant les résultats des mentions et les notes entre les titulaires des trois spécialités scientifiques est aussi grand que ce qu'il dit, et continue de l'être, s'il ne s'accroît pas.

Le deuxième point porte sur le tableau sur les horaires en mathématiques dans le cycle terminal, que Daniel Duverney a donné. Il me semble que la réalité actuelle – et là aussi le rapport le dit – devrait inclure ce qui se passe en seconde. En effet, le développement de l'option MPI⁷, qui maintenant concerne à peu près la moitié des élèves de S, a évidemment à être pris en compte, puisqu'il s'agit de trois heures de physique supplémentaires.

Enfin, sur la répartition en spécialités et l'effondrement sur le long terme de la spécialité mathématique, l'analyse donnée dans le rapport, qui donne là quelques chiffres, montre que la situation est très variable d'une académie à l'autre. C'est-à-dire que dans certaines académies la variation est moins brutale, dans d'autres elle l'est plus. En général ça diminue toujours pour les maths. Les spécialités qui au contraire augmentent peuvent être soit SVT, soit physique, et cette variation (et là c'est le statisticien qui vous parle) ne peut pas s'expliquer par le hasard. Il n'y a aucune explication rationnelle au fait que les lycéens du Limousin brutalement abandonnent les maths pour choisir les SVT, alors que les lycéens de Rouen vont choisir, eux, la physique. J'ai pris ces académies au hasard, parce qu'elles me sont chères familialement. Donc, vous lirez ça dans le rapport. Bon, j'ai quelques explications, mais voilà, j'ai fini.

Intervenant inconnu : Moi, j'ai deux questions. La première, c'est pour plaisanter, mais pourquoi est-ce que 40% des intervenants s'appellent Daniel ? Et la deuxième, c'est... Je sais que vous avez changé le titre de votre exposé, mais est-ce que vous pouvez répondre rapidement à la question qui était posée initialement : faut-il supprimer la voie scientifique des lycées ?

Daniel Duverney : Je ne comptais pas répondre à la question de toute façon dans l'exposé initial. Dans l'exposé initial, je comptais mettre en garde...

Il existe à l'étranger d'autres systèmes de formation scientifique. Pour moi, le problème c'est qu'actuellement la voie scientifique est une voie qui a fait ses preuves. Les graphiques que je vous ai donnés le montrent. Si on doit changer le système – et il a déjà été changé en 1994 et en 2003 – il faut s'assurer que cela ne va pas provoquer des dégâts considérables.

⁷ Mesures physiques et informatique.

C'est-à-dire que, si on décidait de remplacer le système actuel à trois voies séparées par un système de tronc commun avec options, il faudrait prévoir des garde-fous efficaces. Par exemple, le rapport de l'Inspection Générale, que citait Jean Moussa tout à l'heure, parle de la constitution éventuelle de "dominantes", ce qui revient un petit peu à la même chose qu'une voie scientifique.

Je n'ai pas de réponse à la question, si vous voulez... Je ne veux pas dire non, je n'en sais rien. Tout dépend des conditions d'application. Ce qui s'est passé dans les vingt dernières années incite à être extrêmement prudent quand on fait une réforme du lycée, et à essayer de prendre en compte tous les paramètres. Mais la situation est très compliquée et les choses n'évoluent pas toujours comme on voudrait, en fait.

Je dirais la chose suivante : si on doit supprimer la voie scientifique, attention ! Pour l'instant, elle fournit la grande majorité des scientifiques de notre pays, et elle les fournit **bien** : c'est-à-dire que j'ai l'impression que, pour l'instant, on ne va pas vers une pénurie en France (ce qui n'est peut-être pas le cas dans d'autres pays). Donc, avant de la supprimer, on réfléchit... On ne prend pas, par exemple, modèle sur la Finlande. Je ne vois pas pourquoi on alignerait la France sur le système finlandais, comme ça a été évoqué dans la presse. Les finlandais ont, je pense, des difficultés importantes au niveau de leur enseignement supérieur scientifique. C'est en outre un pays de cinq millions d'habitants, un pays qui n'est pas comparable à la France. Voilà, c'est tout ce que je peux dire.

Intervenante inconnue : Oui, bonjour, je crois que la question se poserait plutôt à notre collègue sociologue. Ce que je voulais dire, c'est que je pense que les mots ont énormément d'importance, que les blocages proviennent souvent des mots, et les blocages commencent très tôt avec les mathématiques. Donc comment se fait-il que, dans les diverses réformes, on n'ait pas proposé tout simplement d'enlever ce mot "mathématiques" et de le remplacer par un autre ?

Il existe un terme très mathématique qui s'appelle le calcul scientifique et qui n'empêcherait pas, donc, de revenir au mot calcul... On pourrait employer le mot "jeux scientifiques", c'est-à-dire avoir les notions mathématiques qui seraient – je suis enseignante de mathématiques - enseignées à travers un exemple de jeu et qui donneraient lieu à un cours sur telle ou telle chose. Donc pourquoi garde-t-on ce mot mathématiques qui bloque les gens, en tout cas quand ils sont petits ? Parce que le blocage en seconde, ce n'est pas le plus important ; le problème s'est posé avant.

Daniel Duverney : Je ne vais pas répondre directement à la question. Tout ce que je peux dire, c'est que le mot "mathématiques" a effectivement disparu au moment de la "rénovation pédagogique". C'est-à-dire que la voie C s'appelait "mathématiques et physique", la voie D s'appelait "mathématiques et biologie", et la voie E s'appelait "mathématiques et technologie". Et après 1995, ça a été remplacé par "voie scientifique mention sciences de la vie et de la Terre" d'un côté, et de l'autre côté par "voie scientifique mention sciences de l'ingénieur". Donc au niveau des mots, il y a des choses qui ont été faites au moment de la "rénovation pédagogique".

Les lycéens scientifiques et leurs choix d'études

Bernard Convert

Je suis sociologue au CNRS et j'ai travaillé pendant 3 ou 4 ans sur la question de la désaffection pour les études scientifiques. Ce que j'ai toujours essayé de faire depuis le début, c'est de combattre les idées reçues qui sans cesse renaissent dans les différents rapports, dans les discours des hommes politiques, dans les discours des journalistes, etc. Et inlassablement, il faut combattre ces idées reçues. C'est une des utilités de la sociologie. Pour combattre ces idées reçues, je vais me fonder sur les résultats d'une enquête sociologique que j'ai menée en 2005 auprès d'un échantillon de lycéennes et de lycéens de l'académie de Lille. Un certain nombre de choses que je vais présenter ici finalement recoupent ce qu'a raconté Daniel Boy, mais nous n'avons pas posé tout à fait les mêmes questions.

Pourquoi, depuis 1995, pas avant, pas après, les inscriptions dans les disciplines scientifiques diminuent-elles ?

Il y a beaucoup d'idées reçues sur cette question. Je vais d'abord montrer en quoi il s'agit d'idées reçues. Et pour conclure, je vais montrer que finalement, cette question est mal posée.

Il y a beaucoup d'idées reçues, et notamment deux que je vais commenter rapidement. Là encore, en reprenant peut-être des choses que Daniel Boy a abordées.

La première idée est l'idée selon laquelle l'image de la science est la cause de la désaffection des jeunes pour les études scientifiques.

Deuxième idée reçue : l'idée selon laquelle les métiers scientifiques ne payent plus. Nous aurions affaire à une jeunesse qui n'a d'yeux que pour l'argent facile. Et aujourd'hui, les métiers comme chercheur ou enseignant, ça ne paye plus.

Le phénomène est apparu à l'existence publique dans la presse. Il y a eu un premier article dans *le Monde* en août 1998 : « Les études scientifiques connaissent un déclin de leurs effectifs ». Mais c'est en octobre 1999 que l'affaire est véritablement portée au jour puisque, dans la même semaine, nous avons des articles sur le même thème dans *le Monde*, *le Figaro*, *Libération* et *le Nouvel Observateur*. Dès que le phénomène est parvenu à l'existence publique, les explications ont afflué. On a alors donné deux explications.

La première explication : c'est une question d'image. Je n'ai pas pu m'empêcher de donner quelques exemples de ce qu'on trouvait dans la presse à cette époque :

- « A ce jour (...) aucune enquête n'a été lancée pour comprendre les causes de cette désaffection. Les uns et les autres s'accordent néanmoins à penser qu'il s'agit avant tout d'une question d'image. La crise a écorné le prestige de la science et de la recherche... » (*Le Nouvel Observateur* du 21-27 octobre 1999)
- « Perte de confiance dans le progrès scientifique, sentiment confus que la science a sa responsabilité dans les problèmes d'environnement (pollution...) » (*Libération* du 12 octobre 2000)

- « Vache folle, OGM, nucléaire... la science a perdu son aura » (*Le Monde Campus*, supplément du journal *Le Monde* du mercredi 3 avril 2002)

Alors, d'abord, ce n'est pas vrai. Daniel Boy l'a montré. Mon enquête est peut-être un peu plus modeste. J'ai enquêté auprès de 800 lycéens scientifiques et je leur ai posé un certain nombre de questions d'opinion sur la science. Je vais vous donner quelques résultats. Par exemple :

« Êtes-vous totalement d'accord, plutôt d'accord ou pas du tout d'accord avec les affirmations suivantes ? :

- a. La science contribue au développement ;
- b. La science peut aider à améliorer le monde ;
- c. La science aide à résoudre nos problèmes quotidiens. »

Eh bien, 93% des lycéens pensent que la science contribue au développement, 92% des lycéens pensent que la science peut aider à améliorer le monde et même 71% des lycéens pensent que la science aide à résoudre nos problèmes quotidiens.

Autre résultat : je demande de positionner la science sur une échelle bipolaire à 5 échelons en opposant un attribut positif et son contraire. Chaque fois, les lycéens plébiscitent le côté positif : intérêt/désintérêt, admiration/mépris, dynamisme/apathie, etc.

L'image de la science n'est pas mauvaise chez les jeunes mais, ce qui est plus radical, c'est que ce n'est jamais, jamais au nom de l'image de la science que les lycéens font leur choix d'orientation. Cela il faut le marteler, il faut le dire. Ce n'est jamais au nom de motif comme « l'image de la science » que les lycéens font leur choix d'orientation. Donc mettre comme cause à cette désaffection des études scientifiques « l'image de la science », c'est une absurdité de journaliste.

C'est bien un réflexe de journaliste, je dirais de façon un peu polémique. On explique l'événement par l'événement. On explique la crise des filières scientifiques par la crise de la vache folle. Ça, c'est un truc de journaliste. Un autre truc de journaliste, c'est penser qu'il suffit d'une manifestation bien médiatisée pour que le mouvement s'inverse. Par exemple, on a cru pouvoir démontrer que l'année de la physique organisée en Allemagne en 2000 avait fait repartir les effectifs à la hausse. Quand on regarde très précisément, les effectifs sont repartis deux ans avant à la hausse, et les effectifs de la chimie également sans qu'il n'y ait eu la moindre année de la chimie. Donc, ces idées sont fausses. Première idée fausse : ce n'est pas l'événement qui explique l'événement. Deuxième idée fausse : ce qu'un événement a défait, un autre événement peut le faire.

Autre idée fausse, c'est que les métiers scientifiques n'attirent plus les jeunes d'aujourd'hui. Je cite là le rapport que vous avez tous en tête, le rapport de Jean-Marie Rolland sur l'enseignement des disciplines scientifiques, déposé le 2 mai 2006 à l'Assemblée Nationale :

- « De nouvelles stars occupent le devant de la scène – footballeurs, acteurs et chanteurs célèbrissimes et richissimes – “le chercheur en blouse blanche dans son laboratoire, mal payé et travaillant dur, n'est plus un modèle pour bon nombre de jeunes d'aujourd'hui.” » (...)

- « Dans une société dominée par le consumérisme, les jeunes privilégient d'autres formations, l'économie ou le commerce, moins difficiles et plus prometteuses en termes de salaire ».¹

Ça, c'est une idée qu'on pourrait dire **même pas fausse**. Je crois que vous avez le concept en science, nous on l'a en sociologie. C'est une idée même pas fausse. Ça flatte les conceptions communes, la *doxa* commune, et c'est assez difficile à réfuter.

Dans mon enquête auprès des lycéens, je proposais douze professions, pour lesquelles ils devaient choisir parmi les propositions suivantes :

- a. Ça m'intéresserait mais je crains que ce soit trop difficile pour moi ;
- b. Ça m'intéresserait et je pense que c'est possible pour moi ;
- c. Ça ne m'intéresse pas.

Dans les réponses, j'ai regroupé les « ça m'intéresserait ». Ainsi, si on ne prend en compte que l'intérêt de la profession elle-même, compte non tenu de la difficulté présumée d'y parvenir, le métier qui arrive en tête, c'est chercheur. Le deuxième, médecin ; puis ingénieur en informatique. Et les trucs de cadre commercial, la communication, le commerce, l'expert financier, ça, ça arrive en queue de peloton. Professeur de sciences en lycée, c'est moins bien classé, mais c'est quand même avant cadre commercial et expert financier où on gagne beaucoup d'argent.

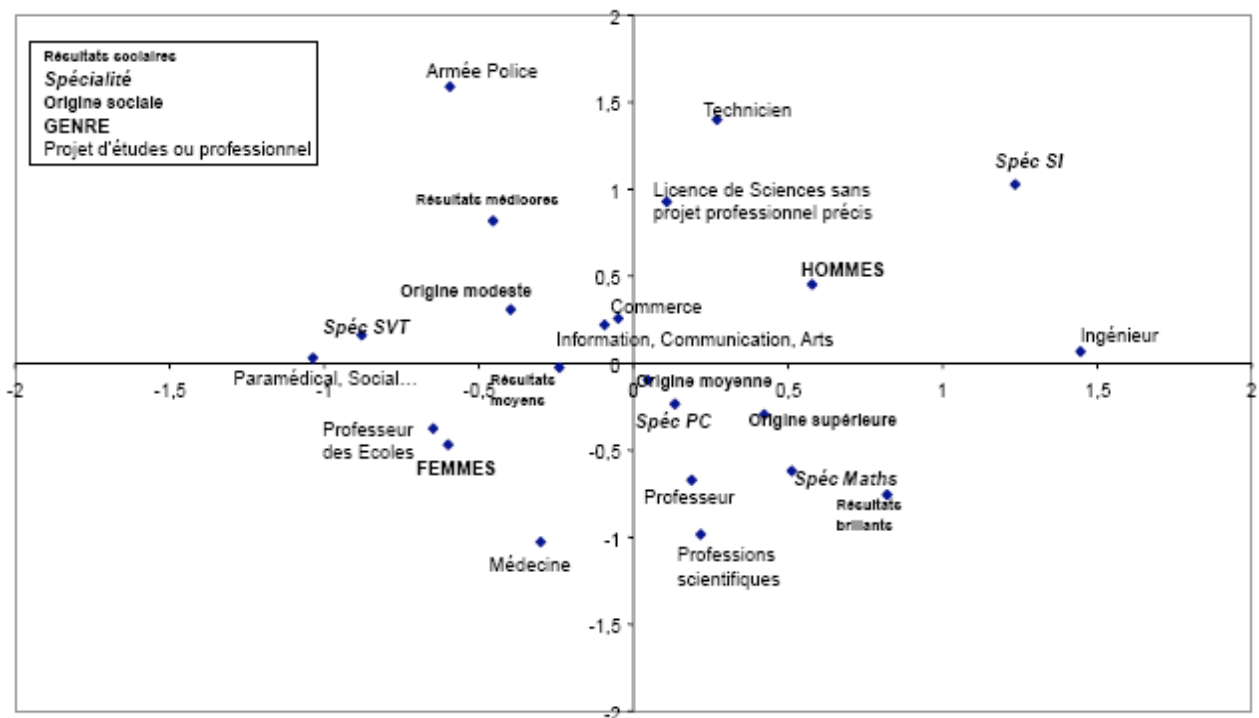
Ce sont des résultats assez robustes parce que j'ai des collègues italiens qui, à la même époque, ont fait une enquête du même ordre et nous avons partagé un certain nombre de questions. Dans cette enquête, menée par Teresa Longo et Sergio Camiz, l'expression utilisée n'était pas « ça m'intéresserait » mais « ça me plairait ».

Eh bien, c'est la même profession qui arrive en tête : chercheur, puis médecin. En tout cas, même si ces enquêtes sont assez modestes, la mienne porte sur 800 personnes et celle de Teresa Longo et Sergio Camiz porte sur plusieurs milliers de lycéens de toute l'Italie scientifique et classique.

Donc finalement, quand on étudie les projets d'études et les projets professionnels des lycéens d'aujourd'hui, on observe qu'ils ne sont guère différents de ce qu'ils étaient il y a une vingtaine d'années. C'est-à-dire **qu'ils gravitent toujours autour de trois pôles principaux qui sont, non pas le commerce, la communication etc, tous ces métiers d'argent facile, mais autour de trois pôles principaux que sont : le métier d'ingénieur, les métiers de la santé et les métiers de l'enseignement**. Simplement ces dernières années, comme on l'a vu tout à l'heure avec les statistiques de la DEPP, apparaît une inflexion plus forte du côté des métiers de la santé.

Mais ce qui est très intéressant et qu'il faut toujours avoir en tête pour combattre ces idées un peu générales, c'est de voir que **tous ces projets professionnels varient très fort selon le sexe, c'est connu, mais également selon le niveau de performance scolaire et également selon l'origine sociale**. Pour le montrer, j'ai essayé de faire une présentation comme en font souvent les sociologues, c'est-à-dire une analyse factorielle des correspondances multiples (figure ci-dessous). C'est toujours un peu difficile à lire.

¹ Rapport d'information déposé à l'Assemblée nationale, et présenté par le député Jean-Marie Rolland, sur l'enseignement des disciplines scientifiques, 2 mai 2006, p. 9.



En deux mots, ce graphique montre d'abord une opposition *hommes/femmes*, ainsi qu'une opposition *résultats brillants/résultats moyens/résultats médiocres*. Cette dernière est un peu parallèle à celle de l'origine sociale : *origine supérieure/origine moyenne/origine modeste*.

En ce qui concerne les projets professionnels, il y a en gros une opposition *ingénieur/médecin* qui est en fait une opposition *hommes/femmes*. La spécialité Sciences de l'Ingénieur est quasi exclusivement masculine. La spécialité Sciences de la Vie et de la Terre est plus du côté des femmes et du côté des résultats scolaires moyens et d'une origine sociale modeste que de la spécialité maths ou de la spécialité physique.

Les professions scientifiques sont du côté des résultats brillants, de la spécialité maths et des origines sociales supérieures. Pour les professeurs, c'est la même chose, mais c'est plus au milieu car c'est un peu mixte comme projet.

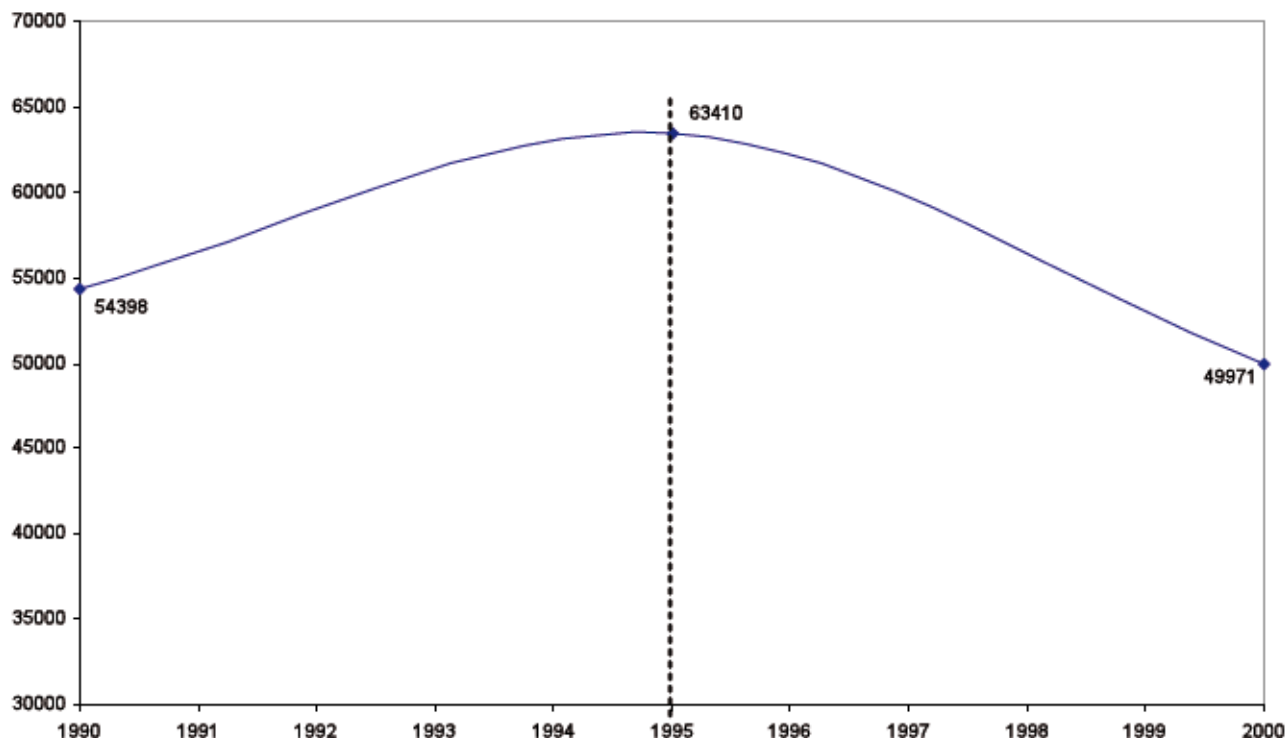
Quand vous vous déplacez vers la gauche, du côté des femmes, vous trouvez professeur des écoles, et un peu plus bas du point de vue de l'origine sociale et des résultats scolaires (les deux étant toujours corrélés) les infirmières, assistantes sociales, etc.

Du côté des hommes, vous avez la licence de sciences sans projet professionnel précis du côté des résultats scolaires moyens et des projets de type technicien. Et tout en haut, pour les mauvais élèves, l'armée et la police.

Vous voyez enfin que ceux qui ont un projet de type commerce, information, communication (les métiers d'argent facile pour le dire très rapidement, mais ça c'est aussi un peu une idée reçue), sont plutôt des élèves moyens. Donc ce type de projets existe, mais c'était la même chose il y a une vingtaine d'années, ils occupent une place tout à fait spécifique dans cet espace.

Je vais finir sur mes morceaux de bravoure préférés : **Pourquoi, à la vue de ces différents résultats, cette chute des inscriptions dans les universités scientifiques ?** Chute qui est bien avérée, vous le voyez sur la courbe ci-dessous.

Evolution du flux d'entrée en 1^{er} année de sciences à l'Université (Métropole et DOM).
Source : Note d'information 01.53, MEN-DPD



Pourquoi cette chute ? Mon explication, là non plus, je ne me lasse pas de la mettre en avant : **cette chute ne se comprend pas sans la montée qui l'a précédée.**

La montée qui l'a précédée, la période 85-95, c'est la période que les collègues qui ont planché avant moi ont bien montrée, la période de croissance exponentielle de l'accès au baccalauréat.

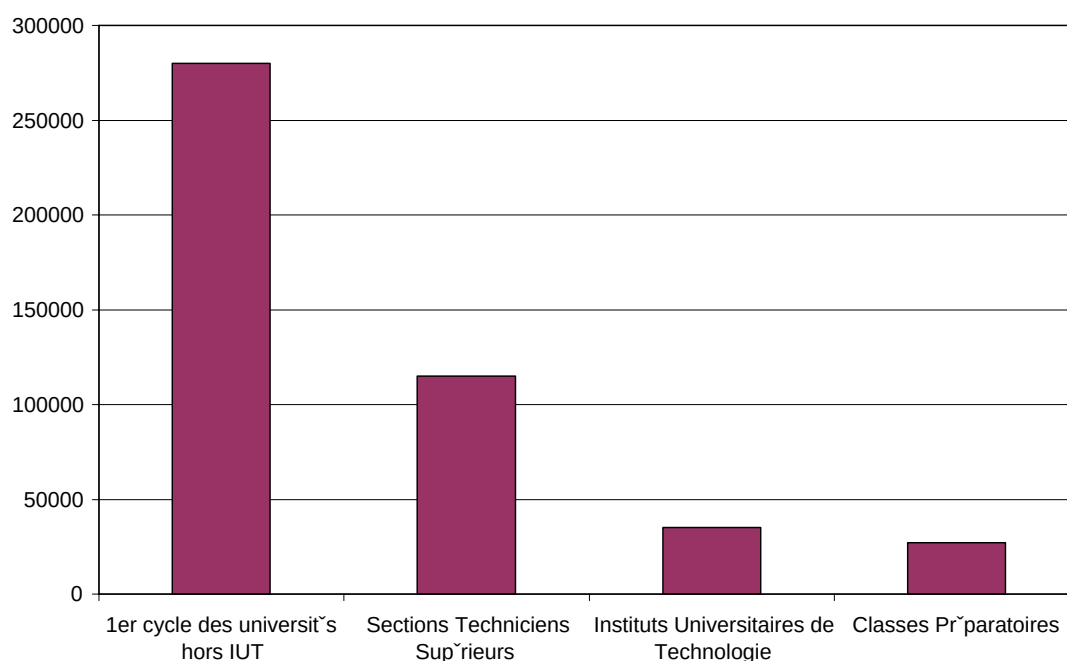
A cette époque, évidemment, l'inscription dans les universités scientifiques a beaucoup augmenté. Est-ce que cette croissance traduisait pour autant un engouement des étudiants pour l'université et pour l'université scientifique en particulier ? Pas du tout. Je n'ai pas amené les chiffres ici, mais j'en ai qui donnent, selon la mention, les projets professionnels des étudiants à cette époque-là. On voit qu'en gros, moins on a de mention, plus on a l'université comme projet professionnel.

Autrement dit, l'université est parfois, mais rarement, un choix électif. C'est plus souvent un choix par défaut d'élèves scolairement moyens, notamment ceux qui n'ont pas un dossier suffisant pour entrer en école ou en IUT.

Pendant la période de montée en effectif des lycéens, les filières d'enseignement supérieur sélectives à l'entrée, en particulier les IUT, ont été créées à un rythme beaucoup moins rapide que le nombre de bacheliers et n'ont accueilli qu'une part de la demande. C'est donc l'université, seule institution d'enseignement supérieur à ne pas opérer de sélection à l'entrée, qui a dû accueillir le gros de la vague des entrants dans le supérieur.

C'est ce que montre le graphique ci-dessous :

**Augmentation des effectifs dans les différentes filières post-baccalauréat
entre 1985 et 1995 (Métropole et DOM) Source : MEN**



C'est bien l'université qui a absorbé la plus grande partie de cette vague.

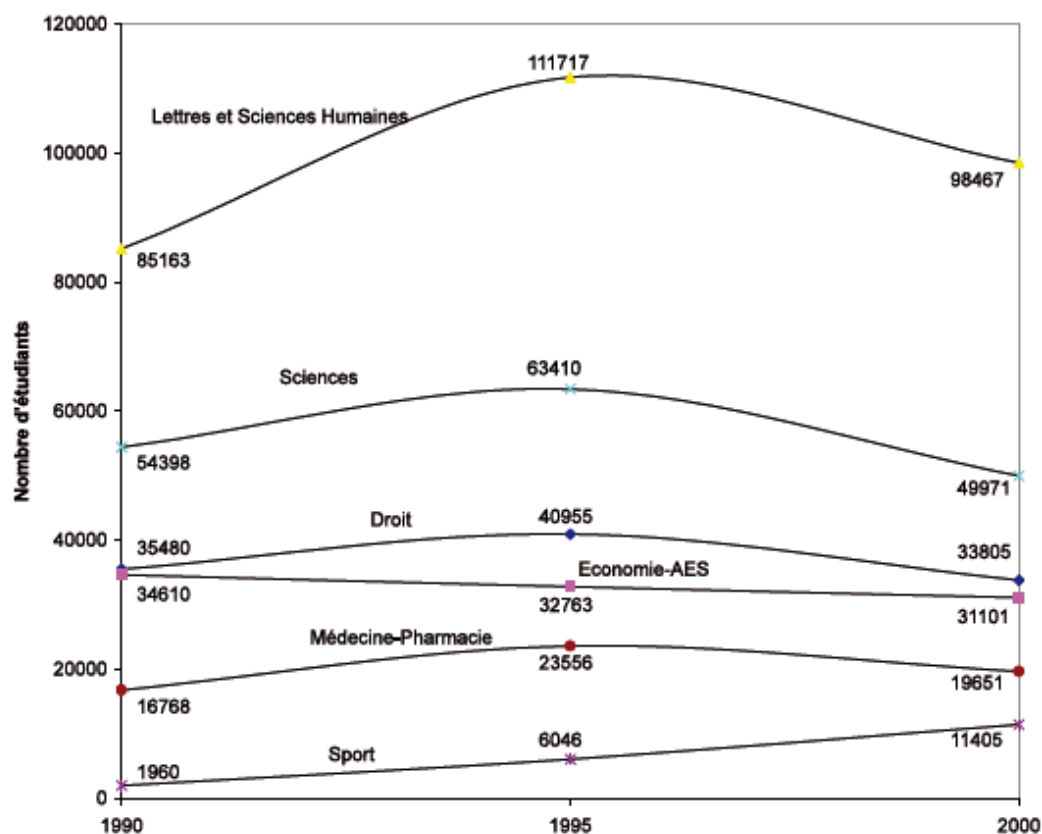
A partir de 1995, Daniel Duverney l'a bien montré, le taux d'accès au bac est arrivé à un palier et le nombre de bacheliers généraux stagne pour la première fois dans l'histoire du système scolaire français. Sur la même période, le nombre de BTS et d'IUT a continué de croître sur sa lancée au moins pendant un certain temps. Du coup, de moins en moins d'étudiants ont été obligés de se rabattre sur l'université pour poursuivre leurs études supérieures. D'où la chute constatée.

On voit que de 1995 à 2000, l'université perd beaucoup d'étudiants alors que les IUT croissent.

Alors vous me direz que ce mécanisme ne devrait pas toucher seulement les sciences. Eh bien, c'est exactement ce qui se passe et on ne le dit pas assez.

Toutes les filières universitaires, à l'exception des STAPS, connaissent au même moment et de manière pratiquement parallèle une chute de leurs effectifs, voir graphique page suivante.

Évolution du flux d'entrée en 1er cycle dans les différentes disciplines universitaires 1990-2000 (Métropole et DOM)



Donc on n'a parlé que de crise des sciences, sans doute parce que le thème de la pénurie de scientifiques inquiète plus que celui de la pénurie de sociologues. Mais la désaffection touche l'ensemble des disciplines universitaires.

En conclusion, à la question : « Y a-t-il une désaffection pour les études scientifiques ? », je pense que la meilleure réponse ça n'est pas de dire oui ou non.

La meilleure réponse consiste à dire que la question est mal posée. Si ce que je raconte est vrai, on ne peut pas plus parler de désaffection pour les études scientifiques à l'heure où les amphis sont vides, qu'on ne pouvait parler d'affection pour elles au temps où les universités ployaient sous le nombre.

Commentaires et questions de la salle

Premier commentaire : Je voudrais dire quelque chose sur la première partie de votre exposé. Vous avez évoqué l'image de la science en disant que ce n'était pas le point essentiel.

Je voudrais quand même vous contredire à propos de l'année mondiale de la physique en Allemagne. Je vous parle de la physique parce que la Société Française de Physique s'est aussi posé la question. En fait, on a vu que cette année de la physique avait eu un gros impact. Il y a eu 35% d'étudiants en plus qui se sont inscrits en moyenne dans les universités allemandes, et même 50% dans certaines d'entre elles. Évidemment après, c'est retombé. Mais il y a eu quand même un impact.

L'analyse qui a été faite, c'est que toutes ces manifestations plutôt spectaculaires, ludiques, qui ont mobilisé beaucoup de monde, ont donné une autre image de la physique au lycéen que celle qui ressort de son enseignement. Donc l'idée, ce n'est pas que les jeunes ont une mauvaise idée de la science et de son impact sur la société mais c'est qu'ils ont une très mauvaise idée de la science qu'on leur enseigne, qui les ennue, et qui leur paraît à la fois difficile et ennuyeuse. Il y a beaucoup d'enseignants ici, vous pourriez peut-être réfléchir à ça.

Bernard Convert : Oui, mais je persiste et je signe. Entendons-nous. Ça ne peut pas faire de mal que de dire que la physique c'est *fun* ; et c'est vrai, on le sait tous ici. Ça ne peut pas faire de mal. Cela dit, je répète, j'ai observé les chiffres et je vois que l'augmentation dont vous parlez fait partie d'une tendance qui a commencé deux ans avant l'année de la physique. Et je le répète, cette tendance, elle est parallèle en chimie alors qu'il n'y a pas eu d'année de la chimie. Elle est parallèle en sciences de l'ingénieur. Il n'y a pas eu non plus d'année des sciences de l'ingénieur.

Alors à quoi tient cette hausse ? Pas du tout à l'année de la physique. Elle tient au fait qu'en Allemagne, l'inscription dans les études scientifiques dépend beaucoup plus qu'en France, des signaux du marché du travail. Et j'ai un collègue allemand, Joachim Haas, qui a montré que les inscriptions dans les matières scientifiques comme la physique, la chimie, les sciences de l'ingénieur (les mathématiques c'est autre chose), obéissaient à un cycle. Ce type de cycle s'appelle en économie *cobweb*. C'est-à-dire que vous réagissez à un signal du marché du travail. Par exemple, chez Siemens, ils embauchent en ce moment, alors on s'engage. Évidemment, quatre ans après, il y a beaucoup de gens sur le marché du travail, Siemens a le choix, les salaires baissent, etc. Et c'est reparti. Mon collègue a montré que les cycles d'inscriptions et de désinscriptions dans ces sciences-là obéissaient à des cycles qui correspondent à des cycles économiques. Moi il m'a convaincu, beaucoup plus que cette idée d'impact de l'année de la physique.

Commentaire de Daniel Thomas : La figure que vous présentez avec les effectifs en sciences entre les années 1990 et 2000 présente une certaine forme, mais vous donnez les chiffres en valeur absolue. Si on transforme ces chiffres en pourcentage, cette courbe n'est pas la même.

D'une manière générale, quand vous affirmez qu'il y a un parallélisme entre les courbes des domaines littéraires et celles des domaines scientifiques, ça se discute parce que le point qui est dans les disciplines littéraires de 2000 est supérieur à celui de 1990, et ce n'est pas le cas pour les sciences. Et je répète ce que j'ai dit, pour les courbes des sciences, vous n'avez pas la même forme si vous utilisez un pourcentage.

Bon, je pense que dans votre exposé, il y a des choses très intéressantes et très bien assises en termes de sociologie. Par contre, il y a une chose qui me préoccupe beaucoup : c'est qu'après vous avoir entendu, une des conclusions à laquelle on pourrait arriver c'est qu'il n'y a pas de problème ; et qu'à la limite, même s'il y a un problème, on n'y peut rien. Et moi, je m'élève contre ça. Je pense qu'il y a un problème et j'en parlerai tout à l'heure. Mais il y a un problème. Ce problème est grave et on y peut quelque chose !

Bernard Convert : Bon, c'est clair qu'il y a un problème. La courbe le montre à l'évidence. C'est vrai que si on prolonge en 2007, les lettres continuent à baisser, le droit continue à baisser, la médecine explose à la hausse, et les sciences chutent plus que les lettres et le droit.

Mais dans ces phénomènes, les sciences sont toujours victimes plus que les lettres et le droit, parce que les sciences ne recrutent que les bacheliers S pour des raisons bien simples. Du coup, tout élargissement de la palette possible des formations supérieures (par exemple quand on augmente le *numerus closus* en médecine), affecte beaucoup plus les bacheliers S que les bacheliers L et par suite affecte beaucoup plus l'université des sciences que l'université des lettres. Ça, c'est la première chose.

La deuxième chose, c'est que je ne dis pas qu'il n'y a pas de problème. Je dis que la question est mal posée. Et je ne dis pas qu'il n'y a pas de solution à ce problème.

Je dis simplement que ce ne sont pas les solutions pédagogiques, médiatiques, etc, qui amèneront un étudiant de plus dans les amphis. Je dis que si on veut que des étudiants doués, et surtout des étudiants d'origine modeste, fassent des études scientifiques théoriques, il faut les rassurer assez tôt dans le cursus pour qu'ils ne s'orientent pas vers les filières professionnalisées qui les rassurent. C'est-à-dire que mes enquêtes montrent qu'il n'y a pas spécialement de désaffection pour les sciences, il n'y a pas spécialement de désaffection pour les métiers scientifiques. Simplement, tout le monde, les étudiants scientifiques comme les autres, craignent le chômage. Et donc, quand l'université leur donne un "tiens" plutôt que deux "tu l'auras", c'est-à-dire des filières professionnalisées, ils ont tendance à désertir les filières théoriques pour les filières professionnalisées.

Une des solutions possibles serait de donner des signaux forts à ces étudiants qui ont besoin d'être rassurés pour qu'ils s'orientent vers des filières académiques.

Quelques exemples d'organisation dans d'autres pays

Pierre Legrand

Le titre de cet exposé devrait plutôt être « *Comment font-ils ailleurs ?* ». Je ne vais pas en effet décrire des structures, mais seulement tenter de montrer comment d'autres pays gèrent un certain nombre de conflits inhérents à tout système d'éducation.

Je me limiterai aux nations qui dominent le monde scientifique et technique. J'insisterai particulièrement sur les États-Unis, pour deux raisons : d'une part, le modèle américain gagne du terrain dans le monde entier, d'autre part l'extrême décentralisation de cette mosaïque de cinquante États en fait un incroyable laboratoire où tout, le meilleur comme le pire, a été essayé.

Culture « générale » contre liberté de l'élève

L'élève qui désire devenir chercheur, ingénieur ou médecin doit dans nos lycées passer l'essentiel de son temps sur des disciplines étrangères à son projet personnel. Dans ce qui est moins un programme de culture générale qu'un programme encyclopédique, sa liberté de choix se limite à deux heures hebdomadaires.

Cette situation, un petit nombre de séries à l'intérieur desquelles l'élève a toute l'autonomie d'un wagon sur des rails, ne se retrouve guère, parmi les grands pays développés, qu'en Italie (où la mise est dans une certaine mesure sauvée par les lycées expérimentaux) et à un moindre degré en Espagne.

Les USA et le Japon ont un régime de liberté surveillée : le fameux système des crédits. Pour obtenir son « bac », l'élève doit avoir acquis un certain nombre de crédits : un minimum global est imposé, ainsi qu'un minimum dans les disciplines de base. Les règles sont imposées par le ministère au Japon et par l'État et le district aux USA, le lycée pouvant les renforcer, non les affaiblir. Dans l'un et l'autre pays, le lycéen peut se limiter, une fois acquis les minima exigés, aux matières correspondant à ses projets d'avenir.

En Allemagne, pour les principales matières, deux niveaux sont proposés (niveau de base, niveau avancé) ; l'étudiant sera évalué sur quatre ou cinq matières, dont deux au niveau avancé ; dans le lot sont imposés l'allemand, une matière scientifique au moins, une matière de sciences humaines au moins.

Quant au Royaume Uni, c'est la liberté totale : le lycéen choisit, lors des deux dernières années de secondaire, les trois matières, parfois quatre, exceptionnellement cinq, qu'il étudiera et dans chacune desquelles il passera un examen.

Égalitarisme contre élitisme

Le syllogisme de nos énarques est connu : tous les maux viennent de l'élitisme, or la série C était élitiste, donc il fallait l'abattre ; tous les maux viennent de l'élitisme, or la série S est élitiste, donc, etc. Cette lutte contre l'élitisme, qui amène au terme du cursus à privilégier le carnet d'adresses du papa, me semble une spécificité française.

L'élitisme peut être envisagé de différents points de vue : inégalités entre lycées, existence au sein d'un même lycée de formations destinées aux meilleurs, donc aussi compétition entre lycées et compétition entre élèves. Selon les pays, l'attitude dans ces domaines est très différente, tout comme la pression mise sur les élèves.

Le système allemand, sélection précoce à 10 ou 11 ans, puis paisible ronron jusqu'à 19 ans dans le cadre du *Gymnasium* n'est pas follement stimulant, sauf pour le lycéen qui veut faire médecine ou pharmacie et devra absolument avoir une bonne moyenne à l'Abitur. En revanche, les élèves des *Realschulen*, qui terminent à 16 ans, doivent souquer ferme pour accéder à l'enseignement technologique secondaire long, puis supérieur.

Au Japon, si le collège unique est la règle, la compétition entre lycées est féroce : on entre dans les bons lycées sur concours. À l'intérieur du lycée, les élèves ambitieux travaillent dur pour préparer les difficiles concours d'entrée dans les universités. Ils passent régulièrement pour évaluer leurs chances des tests standardisés, qui déterminent leur *hensachi*, la note sur 100 qui les situe par rapport à la moyenne nationale. La rançon est élevée : règne des *juku*, les cours du soir privés, absence de lectures non scolaires autres que les mangas.

Le cas anglais est instructif. L'élitisme a été longtemps combattu par les travaillistes. Les fameuses *grammar schools*, écoles publiques réservées aux meilleurs élèves, ont été leur cible favorite au point qu'en 1965, le ministre de l'éducation Anthony Crosland déclara qu'il allait « destroy every fucking grammar school ». Le résultat de cette politique n'a pas été à la hauteur des attentes et, en 1996, Tony Blair décida de laisser survivre celles qui restaient (4% du flux des élèves). En outre, depuis 2002, le gouvernement encourage la mise en place des *Advanced Extension Awards*, sorte de superbacs visant explicitement les 10% meilleurs, ceux capables de « think more widely and critically », avec l'idée très nette de préparer l'entrée dans les meilleures universités.

Plus intéressant encore est ce qui se passe aux USA, car leur politique prend l'exact contre-pied de la nôtre. L'élitisme y est considéré comme une arme pour le progrès de tous et notamment des enfants des minorités défavorisées. Des programmes nationaux de certification des établissements ont été créés, le Blue Ribbon en 1982 et No Child Left Behind en 2001. Dans chaque lycée, les principales matières sont proposées à deux niveaux au moins. Les plus ambitieux des cours de niveau élevé, les fameux *Advanced Placements*, présents maintenant dans tous les lycées de plus de 1200 élèves, reviendraient chez nous à créer en première et terminale des cours anticipant sur math sup ou hypokhâgne. Ils ont beaucoup fait pour l'amélioration de l'enseignement, notamment de l'enseignement scientifique.

Et ça marche : selon le *Digest of Education Statistics*, édition 2007, le point bas pour les effectifs d'étudiants scientifiques a été atteint en 2000. Depuis, les effectifs ont recommencé à augmenter de façon significative.

Formations supérieures ouvertes contre formations sélectives

On attribue souvent les maux de l'enseignement supérieur français soit à la dualité université-prépas, soit au fait que notre diplôme de fin d'études secondaires est un ticket d'accès à l'enseignement supérieur dans n'importe quelle spécialité, deux phénomènes considérés comme spécifiques de notre pays. En fait la situation n'est pas si différente ailleurs.

Dans la plupart des pays, le « bac », bien que plus libéralement accordé que chez nous (95% de succès ou plus) permet le plus souvent, d'accéder à certaines formations supérieures : enseignement pratique des *community colleges* ou des *two-year-colleges* aux USA, universités de deux ans au Japon (ce sont surtout d'aimables parkings pour filles à marier), universités de faible renom et/ou spécialités peu courues en Angleterre ou en Espagne, spécialités autres que biomédicales en Allemagne. Il n'y a qu'en Italie que l'université est un gigantesque supermarché où entre qui veut.

En revanche, l'accès des grandes filières est le plus souvent hautement sélectif : 1 admis pour 10 candidats à Princeton, 1 pour 8 au MIT, 1 pour 3 ou 4 à Oxford ou Cambridge, alors que ne s'y présentent que des élèves triés sur le volet. Ajoutons que leurs anciens élèves valent largement, pour ce qui est du complexe de supériorité, nos énarques, normaliens ou autres polytechniciens.

La différence majeure entre ces universités d'élite et notre système de prépas et de grandes écoles est dans la dispersion et la spécialisation qui règnent chez nous : les promotions dépassent 3000 à Oxford et Cambridge, tout comme à Todai, la plus fameuse université japonaise. Elles sont de 1800 à Princeton, de 1500 au MIT (mais de 700 à peine à Caltech), alors que rares sont chez nous les écoles dont les promotions dépassent 300.

Une parenthèse pour en finir avec l'exemple américain. Peut-on donner en exemple aux princes qui nous gouvernent, si vraiment ils s'inquiètent du manque d'étudiants en sciences, le « Higher Education Reconciliation Act » de février 2006, par lequel le président Bush accorde des bourses, les Smart Grants, à de bons étudiants désirant poursuivre une carrière « in mathematics and science » ?

Mathématiques contre sciences expérimentales

On oppose systématiquement chez nous, depuis un bon quart de siècle, les mathématiques et les sciences expérimentales. Les premières se retrouvent régulièrement en position d'accusées et, à chaque réforme, on rogne leur part au profit de la biologie. Mais qu'en est-il ailleurs ?

L'existence de ce conflit français surprend beaucoup nos interlocuteurs. Un Américain m'a expliqué que c'était comme opposer langue et littérature, alors que la première est l'outil indispensable de la seconde.

Dans les pays dont j'ai parlé, le problème se pose dans des termes fort différents des nôtres. Chez nous, le pouvoir central répartit d'office entre des disciplines concurrentes la portion congrue assignée aux sciences. Chez eux, il s'agit d'une décision de l'élève : il prend une dose forte ou faible (voire nulle) de mathématiques, accompagnée d'une dose forte ou faible (voire nulle) d'une ou deux sciences expérimentales (jamais plus de deux). D'un côté, donc, un oukase, de l'autre un choix personnel.

Il n'est pas cependant sans intérêt de voir comment, dans leur ensemble, s'orientent ces choix individuels.

Si, au lycée japonais, les mathématiques dominent sans conteste, on pourrait s'attendre, dans la pragmatique société américaine, à une situation fort différente. C'est d'ailleurs le cas dans l'enseignement supérieur : il sort chaque année quelques 200 000 *bachelors* en sciences expérimentales et appliquées, contre 15 000 en mathématiques. Mais, dans le secondaire, ce sont bel et bien les mathématiques qui priment. Grosso modo, leur poids, en nombre de *crédits* par bachelier, est équivalent au poids total des sciences expérimentales. Même chose, ou peu s'en faut, pour les formations d'élite que sont les *Advanced Placements*.

En Angleterre, la situation est moins nette, mais, en 2007, 59 000 candidats ont obtenu *le A-level Maths*. C'est un nombre très voisin du nombre annuel de bacheliers C avant la « rénovation » des lycées, mais il s'agit là d'étudiants pour lesquels les mathématiques représentent le tiers de leur temps d'études. Ajoutons que parmi eux, près de 8 000 ont passé en outre *Further Maths*, ce qui veut dire qu'ils ont consacré pendant deux ans les deux tiers de leur temps à faire des mathématiques.

La série C, donc, n'avait rien de tellement singulier. Ce qui l'est, en revanche, c'est qu'une série plébiscitée par les meilleurs élèves ait pu être éradiquée précisément pour cela. Pour un interlocuteur anglo-saxon, cela touche à l'impensable, pour ne pas dire l'absurde.

Pour conclure, je voudrais faire un retour en arrière : ce n'est pas la première fois que la France s'en prend à la formation scientifique et notamment mathématique de ses lycées. Bien avant notre rénovation des lycées et les projets qui sont agités en ce moment, il y avait eu la réforme Bérard de 1923 et son « égalité scientifique ».

Elle n'a, Dieu merci, vécu que deux ans. Mais à cette même date de 1923, l'Italie lançait la réforme Gentile, inspirée d'un esprit voisin. Cette réforme a eu, elle, un plein succès : près d'un siècle plus tard, les études scientifiques italiennes ne s'en sont pas encore vraiment relevées. Est-ce là, vraiment, l'avenir que l'on veut nous préparer ?

Essor des sciences de la vie et de la Terre : le nécessaire enseignement expérimental et pratique au lycée

Daniel Thomas

Tout d'abord je suis vraiment très content d'être avec vous aujourd'hui parce que le sujet que vous abordez est pour moi essentiel. Il est évident que l'avenir de l'enseignement scientifique dans les lycées et dans l'enseignement supérieur est un problème qui concerne l'avenir de l'enseignement, mais également l'avenir de la société. Il est évident que beaucoup de choses dépendent de ce qui va se passer dans l'enseignement des sciences.

Un point n'a pas été abordé et je souhaiterais l'aborder c'est que, parallèlement à toutes les raisons possibles et imaginables du recul de l'intérêt pour les sciences, il faut signaler que dans nos sociétés, il existe à l'heure actuelle une montée de l'irrationnel. Devant cette montée de l'irrationnel nous sommes, dans le domaine scientifique, souvent en difficulté pour répondre parce que les scientifiques connaissent le doute alors que les charlatans savent tout, ont la possibilité de réponse à toutes les questions, et s'entendent particulièrement bien avec les médias malheureusement.

Bien évidemment je vous parlerai de sciences de la vie et de la Terre, de la place qu'elles occupent dans l'ensemble harmonieux des disciplines. Dès le début, je tiens à préciser que les idées qui pouvaient exister depuis Auguste Comte..., d'une certaine hiérarchie entre les disciplines sont dépassées et qu'il est très important qu'il y ait des relations harmonieuses entre les différentes disciplines. La biologie, la géologie sont justement des disciplines qui se nourrissent de manière remarquable des autres champs scientifiques.

Dans cet exposé, un premier point présentera les sciences de la vie et de la Terre sous un angle de sciences de la connaissance, science de découverte de ce qui préexiste dans la nature. Ce qui permettra, dans une deuxième partie, de parler des sciences de la biologie et de la géologie dans un sens de passage des sciences aux technologies à l'interaction avec la société. En point trois sera abordé le caractère interdisciplinaire dont on a peu parlé aujourd'hui, mais qui me paraît très important. Je pense que l'intérêt des jeunes pour la science pourrait être accru, et c'est ce qu'ils ont répondu dans les enquêtes de l'Union Européenne, en ayant une vue plus globale de tout ce qui est en train de se passer.

Dans un quatrième point, je vous parlerai de l'utilisation des sciences expérimentales dans la formation, sciences qui sont à notre époque de plus en plus impliquées dans une façon de considérer, d'appréhender le monde. En voyant les jeunes thésards et les étudiants post doctorat dans mon laboratoire, on observe qu'il existe chez les jeunes la tendance à considérer une bonne partie des activités réelles y compris sociétales comme étant virtuelles. Je pense que la démarche expérimentale permet de remettre la réalité du monde, non seulement dans leur formation scientifique, mais dans leur culture générale.

Premier point : les sciences de la vie et de la Terre comme science donnant la connaissance et permettant une découverte du monde.

Je voudrais insister sur un point qui n'est peut-être pas évident pour tous les collègues des autres disciplines : la rapidité des changements des connaissances en biologie, et aussi en partie en géologie, a été beaucoup plus importante que dans les autres domaines.

Pour montrer comment les connaissances ont évolué, et la profondeur de leur évolution, je prendrai un exemple très clair. L'information génétique est stockée sur les macromolécules d'ADN et cette information génétique va « se transformer » à un moment donné en protéines, qui sont les porteuses de la fonction biologique concernée. Entre les deux se trouve l'ARN messager, cela a été démontré par les équipes françaises, en particulier l'institut Pasteur.

Cet ARNm permet de faire le pont entre l'information génétique et la fonction que représentent les protéines. Quand Jacques Monod est mort, en 1976 (et quand moi j'ai commencé à travailler), un dogme existait dans la biologie moléculaire, qui disait que l'on allait de manière absolument unidirectionnelle de l'ADN vers l'ARN, vers les protéines. Mais ce dogme était malheureusement faux. Ainsi, les ruptures de connaissances dans ce secteur sont tellement importantes, que l'une des plus importantes pathologies humaines que l'on connaisse à l'heure actuelle, c'est-à-dire le SIDA, n'aurait pas existé si ce dogme de la biologie moléculaire avait été vrai. Cela signifie que l'on peut très bien aller de l'ARN vers l'ADN, ceci étant la définition même de ce qu'est un rétrovirus. Donc, pour bien avoir en tête les profondeurs de l'évolution des connaissances, ce qui était, il n'y a pas longtemps, considéré comme un dogme de toute la biologie, s'est révélé en contradiction avec une pathologie extrêmement importante.

Il faut avoir en tête qu'en termes d'accumulation des connaissances, de progrès de connaissances, l'effort en biologie est très important, il est fait dans le domaine expérimental, en utilisant également d'autres méthodes et d'autres disciplines scientifiques. L'ensemble de la communauté des chercheurs en biologie a été en mesure de faire les séquençages des génomes de nombreuses espèces en commençant par la levure et en allant jusqu'à l'homme. Contrairement à ce que certains avaient pensé, ce séquençage du génome, du génome humain en particulier, n'a pas été un but, une fin, on s'aperçoit maintenant que ce n'était qu'un commencement. Et en connaissant le génome il reste énormément de travaux à faire pour avoir des possibilités de réalisations médicales notamment.

Donc les collègues enseignants de sciences de la vie et de la Terre, en particulier en France, ont fait depuis une trentaine d'années un effort considérable pour être capable de suivre l'état des connaissances les plus avancées et pour être capable de transmettre ces connaissances à leurs élèves et également de les transmettre de manière expérimentale.

En conclusion pour ce premier point : il y a une spécificité de la biologie et également pour certains aspects des sciences de la Terre, par rapport à la vitesse de l'évolution des connaissances et par rapport à la remise en cause des connaissances.

Deuxième point : le passage de la science à la technologie.

La biologie, ainsi que les sciences de la Terre, pendant très longtemps, ont été des sciences de découverte, qui consistaient à essayer de comprendre quel était le mécanisme qui régissait le fonctionnement des systèmes naturels, vivants en particulier. Avec l'apparition de méthodes comme le génie génétique ou la production d'anticorps monoclonaux, c'est-à-dire la production, y compris dans des réacteurs, de matériel biologique, on est arrivé dans une logique nouvelle. Au niveau des laboratoires, il y avait la création scientifique, puis l'invention technologique est arrivée et maintenant nous sommes dans une période où il s'agit d'innovation sociétale avec des réalisations soit industrielles, soit agricoles, soit concernant l'ensemble des problèmes de l'environnement.

Donc la biologie qui était une science de découverte a pris toute sa place dans le domaine de l'invention. Dans ces conditions, on doit comprendre que les sciences de la vie et de la Terre ne sont pas quelque chose que l'on apprend « dans un coin » pour avoir une vague

connaissance de ce qui se passe. Ainsi, la biologie devient une partie intégrante de la culture de l'ingénieur. Je suis bien placé pour le savoir car je suis dans une université technologique dans laquelle il y a des ingénieurs.

J'ai rencontré, il y a peu de temps le directeur d'un institut de la soudure, qui découvre maintenant que la bio-corrosion joue un rôle essentiel, et qui regrette amèrement de ne pas avoir pu être plus sensibilisé aux sciences du vivant pendant sa formation.

Dans ces relations de la science vers la technologie, il existe un domaine dans lequel les sciences de la vie et de la Terre ont un rôle important à jouer, avec les autres disciplines, c'est le domaine de ce que l'on appelle un peu vite, souvent avec peu de contenu, le concept de développement durable. Tout seul, cela ne veut pas dire grand chose, mais devient significatif et incontestablement nécessaire quand on est capables de reprendre les cycles, les écosystèmes, de regarder les interactions des sciences de la Terre avec la biologie, les statistiques, les mathématiques, la physique, la chimie. Tant que l'on n'a pas fait des bilans énergétiques vraiment sérieux, tant que l'on n'a pas regardé les cycles de vie depuis le champ jusqu'à la fin des produits, on affirme des choses qui sont « basées sur du sable » et qui n'ont pas grande signification. Donc, pour des problèmes importants de la vie de la société actuelle, c'est-à-dire le changement climatique, la nécessité de prendre en compte le développement durable, l'épuisement des réserves fossiles, les sciences de la vie et de Terre ont un rôle horizontal à jouer, en interaction avec les autres, y compris en interaction avec les sciences humaines et sociales.

Dans ce domaine de la technologie se trouve tout le vivant, la médecine avec tous les domaines médicaux. En ce moment, quand on écoute les médias, on aurait tendance à penser que tout évolue de manière simple, qu'il y a une amélioration permanente de la thérapeutique, des domaines des vaccins etc. Ce n'est pas vrai, un effort considérable est à faire. Le nombre de demandes d'autorisations de mise sur le marché de médicaments baisse dans tous les pays développés et donc un effort très grand est à faire dans ce domaine. Il existe un domaine dans lequel des progrès significatifs ont été faits, c'est celui du diagnostic. Mais, dans le domaine des vaccins, pour des pans entiers de maladies, les maladies parasitaires par exemple, qui concernent les pays qui déjà rencontrent le plus grand nombre de difficultés, on n'a pas de vaccin et même on n'est pas sur une voie qui permettrait de penser qu'il y aura des vaccins. Donc les efforts à faire autour de ces problèmes de biologie humaine doivent être extrêmement importants.

De plus, les sciences et les technologies à notre époque sont dites diffusantes. Cela signifie que, quand on travaillait sur le nucléaire, on faisait de la recherche dans les laboratoires dans le domaine du nucléaire, on réalisait des pilotes et ensuite on allait installer une centrale nucléaire dans un endroit où il n'y avait rien avant. A notre époque, les sciences et les technologies se diffusent dans l'ensemble de la société, dans l'ensemble des activités, y compris pour des activités traditionnelles, les cosmétiques, les parfums, l'alimentation etc.

Et le fait que ces sciences et ces technologies soient diffusantes nous pose des problèmes que l'on doit poser de manière courageuse. Cela explique, en partie, pourquoi il existe des difficultés dans la société avec certains résultats de la science et certains développements technologiques. À notre époque, ma conviction est que, pour tous les domaines de la science et de la technologie, particulièrement pour les sciences de la vie et de la Terre, il faut être ouvert sur le plus grand nombre, et cela pas seulement une fois par an, car les choix technologiques à notre époque sont un des éléments clés du débat démocratique. Nous devons être ouverts sur le plus grand nombre comme travailleurs avec leurs organisations, comme consommateurs avec également les organisations et comme citoyens par rapport à la réglementation et par rapport à la législation.

Cette démarche, qui ne doit pas être une démarche par à coups, à savoir l'ouverture sur la société et sur le plus grand nombre, est un des éléments qui peut amener à un changement d'état d'esprit par rapport à la science, notamment un changement des jeunes par rapport à la science.

Troisième point : les approches interdisciplinaires

Dans ce domaine, il y a un gros travail à faire. Dans cette approche interdisciplinaire, à condition de travailler sans hiérarchie, d'avoir une démarche en réseau, il est très important que les disciplines inter-réagissent entre elles.

Prenons le cas, à l'heure actuelle, de la biologie qui a absolument besoin de la modélisation, de démarches d'étude des systèmes, d'une nouvelle discipline d'interaction entre les systèmes et le vivant. Cela ne signifie pas qu'il y a besoin de cela pour justifier les mathématiques, pas du tout, il est clair que toutes les disciplines ont leur propre rôle scientifique. Mais par contre, à l'heure actuelle, il est possible de travailler à l'interface entre différentes disciplines, c'est une créativité en soi qui est extrêmement intéressante.

Naturellement la biologie ne peut pas vivre sans la physique, par exemple la structure des protéines a été obtenue parce qu'on a fait des progrès considérables dans le domaine de la RMN et des rayons X, et, on a fait des progrès car on a mieux utilisé les systèmes experts ou l'intelligence artificielle.

Donc cette interaction interdisciplinaire est tout à fait nécessaire, à partir du moment où il n'y a pas de hiérarchie entre les disciplines. Il est possible de travailler de manière très proche et d'avoir des complémentarités exploitables pour donner des synergies.

Quatrième point : l'approche expérimentale

L'approche expérimentale est nécessaire, mais cela ne signifie pas que, dans le lycée, on doive faire uniquement des approches expérimentales. Je suis préoccupé par l'évolution de nos étudiants en thèse et en séjours post-doctoraux qui ont tendance à considérer une bonne partie du monde comme étant virtuel. Pourtant, l'interaction entre une pensée scientifique et la réalité physique du monde et la réalité expérimentale du monde est un facteur extrêmement important pour la science, et même pour l'enrichissement de la culture humaine. Il est évident qu'à partir du moment où l'on considère qu'il n'y a plus une véritable différence entre la réalisation virtuelle faite sur ordinateur et la réalité expérimentale, cela pose de nombreux problèmes. Or je remarque que cette évolution existe chez les étudiants.

Au primaire, la démarche de la « main à la pâte » donne des résultats intéressants. Je pense qu'il est important que la démarche expérimentale ait toute sa place au niveau du lycée, par exemple dans le domaine des sciences de la vie et de la Terre. Ainsi ces sciences, en proposant aux étudiants et aux lycéens une démarche expérimentale, rendent service aux autres disciplines de manière à apporter une culture qui soit plus ouverte, plus ouverte sur le monde, plus ouverte sur la réalité sociétale de nos étudiants.

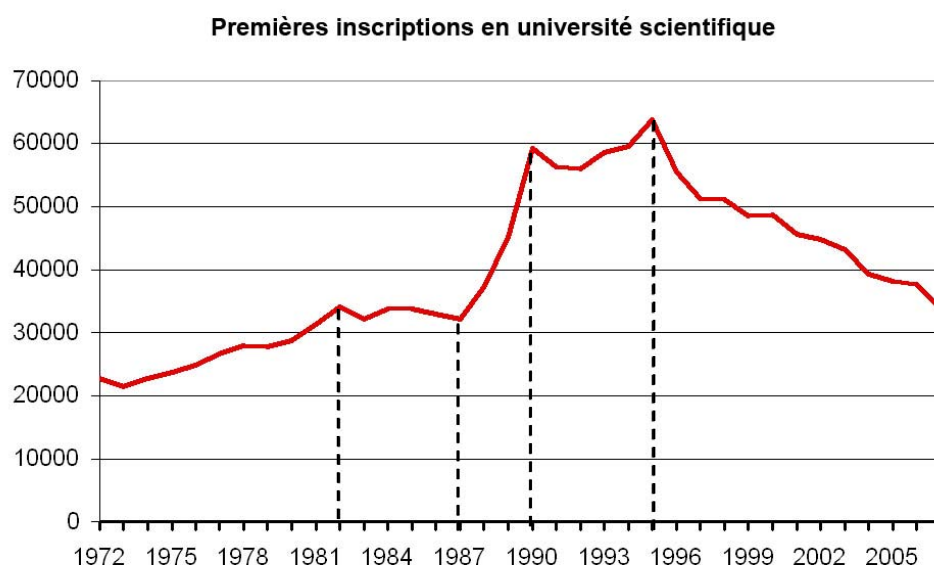
Pour conclure, avec l'évolution actuelle de la société, avec la possible ouverture des sciences vers le monde, contrairement à ce que disent beaucoup de gens, considérer les sciences en général, les sciences de la vie et de la Terre en particulier, comme étant peu importantes, à notre époque c'est complètement ringard.

L'évolution de la licence scientifique

Pierre Arnoux

La licence de sciences a connu une évolution heurtée ces 20 dernières années, comme le montrent les chiffres de premières inscriptions ; après une période de quasi-stabilité au début des années 80, elle a connu une croissance très forte de 1987 à 1990, puis un plateau de 1991 à 1995, et une décroissance rapide depuis ; en 2007, on est revenu aux effectifs de 1982, et la baisse semble se poursuivre.

Cette évolution est inquiétante pour les universités et la recherche, et il est important d'en rechercher les causes. La thèse de cette intervention, c'est que ces causes ne sont pas à rechercher dans un changement des goûts des étudiants, ce qui serait difficile à modifier, mais dans les handicaps sérieux dont souffrent les licences de sciences fondamentales par rapport à d'autres études ; c'est encourageant, car il s'agit de causes sur lesquelles des choix politiques résolus peuvent agir (positivement ou négativement !). Les chiffres des 20 dernières années montrent d'ailleurs l'efficacité des décisions politiques, pour le meilleur comme pour le pire.



Statistiques universitaires

Les chiffres universitaires ne sont pas fiables, pour de multiples raisons : sous-administration chronique, qui aboutit souvent à faire reposer le recueil des chiffres sur le bénévolat, manque de normalisation, qui interdit de comparer les résultats d'universités différentes, et fortes pressions sur les chiffres, qui tendent à les majorer en début d'année (pour accroître le nombre d'étudiants, dont dépendent les crédits pédagogiques) et à les minorer en fin d'année (pour accroître le taux de

réussite). Quand on a la possibilité de faire des vérifications (par exemple en comparant les chiffres totaux d'inscription dans le supérieur aux effectifs du baccalauréat), on voit des biais systématiques.

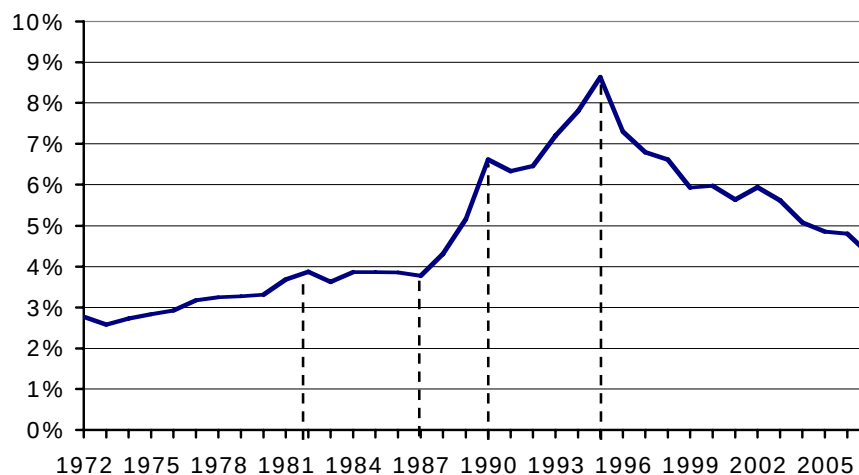
Cependant, ces biais n'ont pas de raison évidente de varier suivant les années ; pour les quelques chiffres que l'on peut dégager, les variations sont si larges qu'elles représentent certainement la tendance réelle. Elles montrent un fort accroissement (un quasi-doublement) de 1988 à 1995, et une forte diminution depuis, comme on peut le voir dans la figure ci-dessus.

D'autres chiffres présentent des évolutions semblables, encore plus brutales, et nous y reviendrons ci-dessous : il s'agit du nombre des candidats aux concours de recrutement, statistique tout à fait fiable.

Les causes de la chute

Démontrons d'abord un mythe répandu : la baisse des inscriptions à partir de 1996 n'est pas d'origine démographique. Au contraire, l'année 1995, qui a connu la plus forte inscription en université scientifique, correspond à un creux démographique au niveau du baccalauréat (et cette baisse démographique explique en partie le palier relatif entre 1990 et 1995). Si l'on trace le graphique, non plus en chiffres absolus, mais en proportion d'une classe d'âge, la variation est tout aussi forte, mais répartie entre 1987 et 1995, et le changement de comportement en 1995 est encore plus net :

Taux d'accès en université scientifique



Un autre mythe, encore plus répandu, veut que les étudiants se soient détournés des sciences à cause de leur mauvaise "image", et que les études scientifiques aient connu une "désaffection". Cette idée simple a été répétée sans relâche dans tous les journaux. Mais aucune donnée objective ne la soutient, au contraire. Toutes les enquêtes d'opinion menées, aussi bien dans le grand public que chez les lycéens, attestent d'une remarquable constance dans leur opinion sur la science, et d'une appréciation plutôt positive (voir ici même les exposés de Daniel Boy et Bernard Convert). De plus, les autres études scientifiques, pour la médecine ou les écoles d'ingénieur, n'ont pas connu semblable chute.

L'explication est à chercher ailleurs. On peut trouver quatre facteurs objectifs à la chute des effectifs :

- Une réforme ratée du lycée, et en particulier du lycée scientifique, démarrée à la rentrée 1992, et arrivant au baccalauréat en 1995, qui a entraîné une baisse du nombre de bacheliers, en particulier scientifiques, et donc une baisse des inscriptions en université.
- De forts handicaps du système universitaire par rapport à ses concurrents, en particulier les classes préparatoires. Ces handicaps sont bien connus : un faible nombre d'heures de cours (550 par rapport à 900 en classes préparatoires) ; une organisation pédagogique morcelée (jusqu'à 10 enseignants de maths par année), et une absence de suivi des élèves, impossible dans la structure actuelle ; un calendrier absurde, qui comporte 3 mois d'examens et un arrêt des cours à la mi-avril. Il ne faut cependant pas exagérer cet aspect des choses : les études médicales, qui de notoriété publique ont des conditions tout aussi déplorables, n'ont pas connu la même chute.
- Une montée en puissance du système des classes préparatoires au début des années 1990, qui a renforcé la concurrence entre les deux systèmes.
- Un manque perçu de débouchés, en particulier dans l'une des principales voies de sortie de la licence, c'est-à-dire l'enseignement et la recherche. Ceci entraîne une très forte démotivation des étudiants, qui est perçue par tous les acteurs du système.

Aucun de ces facteurs, à lui seul, n'aurait probablement suffi à déséquilibrer le système ; c'est leur synergie qui a provoqué les résultats que nous constatons. Les études médicales n'ont pas chuté, bien qu'elles subissent la même baisse du baccalauréat, et les mêmes handicaps pédagogiques et administratifs que l'université scientifique : la qualité des débouchés qu'elles proposent a suffi pour entretenir une très forte motivation chez les étudiants. Les classes préparatoires ont aussi fort bien résisté à la baisse du nombre de bacheliers.

Il est intéressant de remarquer que des décisions politiques ont joué dans ces évolutions un rôle majeur.

L'effet des décisions politiques

C'est une décision politique (une réorganisation des filières du lycée, et le fameux slogan "*80% d'une classe d'âge au niveau du bac*") qui a lancé l'augmentation des effectifs des années 80 ; c'est une autre décision politique, la "*rénovation pédagogique*", suivie quelques années après par la "*réforme des lycées*" qui a cassé cette dynamique en 1995 (voir article D.Duverney).

Les études scientifiques fondamentales universitaires connaissaient déjà en 1995 des problèmes, masqués par l'augmentation des effectifs. Ces problèmes, en particulier d'organisation pédagogique, sont apparus en pleine lumière quand la baisse des effectifs a accru la concurrence avec les classes préparatoires.

A partir de 1998 a commencé à s'appliquer la réforme LMD. Cette réforme, mal gérée, a fortement accru les défauts qu'elle était supposée corriger ; elle a en particulier conduit à un émiettement des enseignements, sous l'effet des ECTS, auquel peu d'universités ont su s'opposer (généralisation des unités de 5 ou 6 crédits, soit 60 heures, 24 heures de cours pour un enseignant et 36 heures de TD pour un autre enseignant, dans de nombreux endroits). Elle a également provoqué un raccourcissement du calendrier de l'enseignement, dû à l'existence de deux sessions

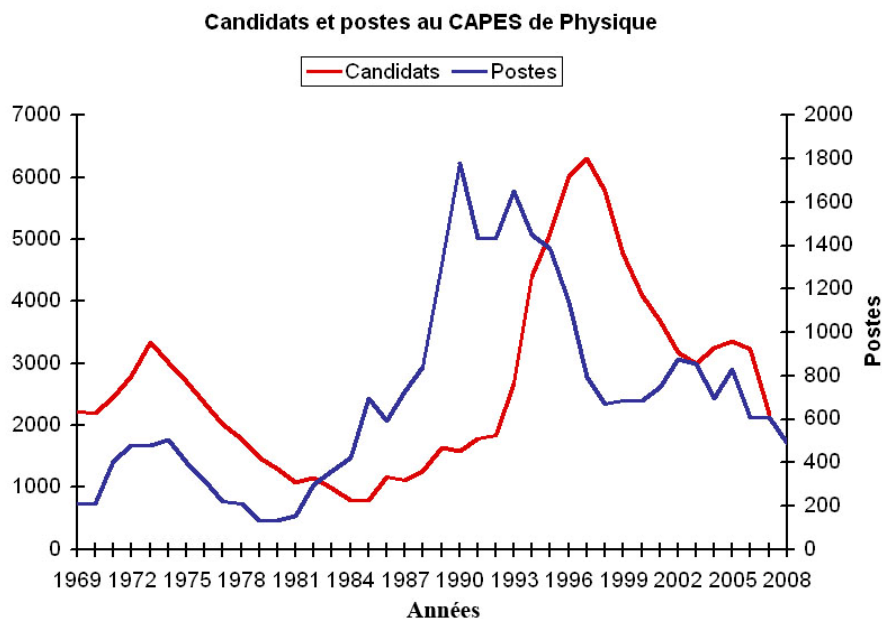
d'examen successives en mai et juin (à cause d'une prétendue réglementation européenne qui ne semble exister dans aucun autre pays) ; elle a aussi, contrairement à ses objectifs affichés, abouti à une forte diminution de la pluridisciplinarité en licence.

Ces mauvaises conditions auraient pu n'avoir que des conséquences faibles : il y a des exemples variés de systèmes pédagogiquement ineptes qui marchent bien. Mais il y a eu en même temps de fortes attaques sur les débouchés de la licence.

Les débouchés des études scientifiques

Une publication récente a considéré les débouchés des études scientifiques ("Les filières scientifiques et l'emploi", disponible sur le site de la DEPP*). Elle a montré que, si les débouchés des études universitaires sont variés, les débouchés qui sont les meilleurs, en termes de salaire et de statut, sont dans l'enseignement et la recherche, même s'il semble politiquement incorrect de le dire, et qu'ils forment environ 30% des débouchés totaux.

Il y a environ 200 000 médecins en France, et personne ne trouve choquant que les facultés de médecine forment des médecins ; il y a environ 800 000 ingénieurs, et personne ne s'offusque que les écoles d'ingénieurs forment des ingénieurs. Il y a environ 900 000 enseignants en France, mais j'ai pu régulièrement constater qu'il est choquant de rappeler que les universités ont, entre autres, pour tâche de former des enseignants. De plus, comme on peut le constater sur le graphique ci-dessous, le recrutement des enseignants a connu des variations brutales, comme n'en connaît probablement aucun autre métier.



On peut aussi constater sur cette figure que le nombre de candidats suit fidèlement, avec un écart de 4 ans, le nombre de postes ; 4 ans, c'est la durée nécessaire à partir du bac pour pouvoir se présenter au concours. Or c'est aux environs de 1995 que les postes ont commencé à chuter très fortement.

* "Les filières scientifiques et l'emploi", Les dossiers évaluations et statistiques - Jean-François Giret et Stéphanie Moullet, CEREQ, Catherine Béduwé (coordinatrice) et Bernard Fourcade, LIRHE - N°177 septembre 2006.

A télécharger à l'adresse suivante: <http://media.education.gouv.fr/file/84/8/2848.pdf>

C'est donc une hypothèse raisonnable de supposer que le manque perçu de débouchés a dissuadé un grand nombre d'étudiants, en particulier d'origine modeste, de s'inscrire en université, et a diminué la motivation de ceux qui s'inscrivaient quand même, comme tous les enseignants ont pu le constater. Les autres facteurs ont joué un rôle aggravant.

Que faire?

Si cette analyse est correcte, on ne peut espérer changer les choses qu'en s'attaquant aux facteurs que nous avons distingués. Il est nécessaire de changer la pédagogie, en particulier en luttant contre le morcellement des enseignements, et en rétablissant un travail personnel et un calendrier raisonnable. Il faut par contre éviter les fausses solutions, du type "*année d'approfondissement des connaissances du lycée*", qui ne feront que creuser l'écart avec les autres formes d'enseignement.

Mais surtout, il faut rendre une motivation aux étudiants. Certains y sont parvenus localement, avec des cursus intégrés garantissant une entrée en école d'ingénieur, ou avec des licences pluridisciplinaires pour les professeurs des écoles, mais ces tentatives ne sont pas faciles à généraliser. Un bon moyen serait de développer la formation en alternance, avec les entreprises ou avec l'Etat, en particulier (mais pas seulement) pour l'enseignement ; c'est d'ailleurs ce qu'avait promis l'actuel président de la république, lors de sa campagne :

"Je m'engage à instaurer un système comparable à celui des IPES, qui jadis permettait aux bons élèves qui se destinaient à l'enseignement de financer leurs études." (Nicolas SARKOZY, Discours de Maisons-Alfort, 2 février 2007)

Chacun sait que les promesses n'engagent que ceux qui les écoutent : les projets actuels du gouvernement sont de reculer les recrutements au niveau bac +5, et d'en diminuer drastiquement le nombre. Dans ces conditions, il faut s'attendre dans les prochaines années à une poursuite de la baisse du nombre d'étudiants en licence, et à terme, à la fermeture d'universités.

Grandes écoles et formation des ingénieurs

Vincent Mosser

Je vous remercie de me donner l'occasion de partager avec vous quelques réflexions sur l'enseignement, notamment celui de la physique, dans les écoles d'ingénieurs. Je suis Vincent Mosser, j'appartiens au bureau de la Société Française de Physique (SFP) et ça fait plus de vingt ans que je fais de la recherche en entreprise dans le milieu industriel.

Revenons aux fondamentaux : qu'est ce qu'une école d'ingénieurs ?

C'est une école qui assure une formation d'ingénieur, reconnue par la commission des titres d'ingénieurs qui définit le métier de base de l'ingénieur. Celui-ci consiste à résoudre des problèmes de nature technologique, concrets et souvent complexes, liés à la conception, à la réalisation et à la mise en œuvre de produits, de systèmes ou de services. Ce ne sont pas que des choses matérielles, elles peuvent être matérielles ou immatérielles et complexes.

L'aptitude au métier d'ingénieur résulte d'un ensemble de connaissances techniques d'une part, économiques, sociales et humaines d'autre part, reposant sur une solide culture scientifique. On attend d'un ingénieur que ce soit un homme/une femme complet/ète qui ait toutes les qualités dont il/elle a besoin pour son action dans l'entreprise.

En France, le panorama des écoles d'ingénieurs est très varié :

- Le recrutement se fait par un concours après une prépa ou par une prépa intégrée ou par une admission sur titre.
- La taille est très variable ; en moyenne il y a 200 à 400 élèves par promotion.
- La part des élèves étrangers est très différente selon les écoles (de très peu à 40%)
- Il faut distinguer les écoles « généralistes » et les écoles « spécialisées ».
- Les débouchés sont nombreux et divers.

Je vais vous parler des écoles d'ingénieurs autour du noyau des sciences dures, mais pas des écoles très spécialisées telle que l'école de papeterie de Grenoble qui dispense une formation unique au monde et exporte et fournit des ingénieurs dans le monde entier. Je vais plutôt m'intéresser aux écoles généralistes, même si elles sont spécialisées.

Nous avions, à la SFP, l'idée de réaliser une enquête sur toutes ces écoles pour étudier l'évolution des enseignements de physique ces vingt dernières années, tout en essayant de la quantifier. Notre perception intuitive était que ça avait beaucoup changé ; finalement, devant l'ampleur de la tâche, nous avons dû renoncer à cette idée.

Par contre, nous avons eu l'occasion lors du congrès général à Grenoble d'organiser une table ronde avec le titre : « **Faut-il encore enseigner la physique en école d'ingénieurs ?** » Un titre un peu ingénieux, que les gens ressentaient de façon provocante ou pas, ou factuelle. A cette table ronde se trouvaient des représentants des différentes écoles, des collègues assurant ou organisant des enseignements de physique venant de l'INPG Grenoble, de Centrale Paris, de Supelec, de l'ENST, de Telecom Paristech, et également (pour permettre une comparaison au niveau international) du réseau CLUSTER, qui regroupe des universités dont je vous parlerai plus tard. On y trouvait aussi bien des membres de la direction que des enseignants, ainsi que des industriels dans des domaines à fort contenu technologique.

Les jeunes qui entrent dans les écoles d'ingénieurs par la voie standard, c'est-à-dire les classes préparatoires, ont étudié en physique les domaines suivants :

- électrostatique,
- magnétostatique,
- électrocinétique,
- électromagnétisme,
- optique géométrique et ondulatoire,
- thermodynamique,
- phénomènes de propagation, ondes,
- électronique,
- mécanique du point,
- mécanique du solide.

C'est la physique dite « du 19^{ème} siècle », donc précédant la révolution du 20^{ème} siècle, celle de la relativité et de la physique quantique.

Dans les écoles d'ingénieurs, la physique enseignée est très variable en quantité, en type de matières. Ceux qui vont devenir informaticiens n'ont pas les mêmes besoins en physique que ceux qui sont plus tournés vers la micro-électronique, par exemple.

Mais on observe des tendances générales d'évolution :

- une diminution du volume des enseignements fondamentaux,
- un transfert d'enseignements de physique vers des cours optionnels.

Les cours applicatifs ainsi que les matières non scientifiques sont en hausse. Cette évolution se fait à la demande des élèves et des industriels, qui se plaignaient d'avoir des ingénieurs très bien formés du point de vue scientifique et technique mais qui avaient du mal à évoluer dans l'entreprise. Les industriels réclamaient donc de leur assurer des compléments de formation non scientifique permettant cette évolution.

Les grandes écoles se sont emparées de cette charte et sont allées très loin dans cette direction, pour la plupart d'entre elles. Lors de la table ronde, les participants s'accordaient sur l'analyse des évolutions des enseignements fondamentaux et de leur diminution, en remarquant que les élèves sont prescripteurs à deux niveaux : ils expriment leurs choix aux concours et à travers les options dans les écoles.

Ils ont tendance à se diriger vers des disciplines à moindre contenu scientifique ou vers des disciplines beaucoup plus appliquées ; ils ne sont pas du tout attirés vers la physique. La raison est peut-être que la physique du 19^{ème} siècle que l'on inculque en prépa est un corpus solide de connaissances physiques, mais est déconnecté de la recherche, de sorte que la physique apparaît un peu comme une matière scolastique. Elle est souvent enseignée de façon très abstraite. Les étudiants ont souffert ; cela a été pour eux une matière de sélection, et ils veulent vraiment en sortir, et faire des choses qui ont trait au vrai monde ; ils ne veulent plus de matières étudiées en « taupe ». Ils sont en même temps très réalistes ; ils ont une perception de ce que vont être les débouchés, ainsi que les rémunérations. Être manager, ça paye mieux qu'être expert. A tel point que celui qui, après Polytechnique, se risque à demander à faire une thèse se fait traiter de fou par ses camarades.

Cette évolution suscite une réelle préoccupation à l'échelle européenne : elle a conduit à la création d'un consortium liant des Universités de Sciences et de Technologies pour l'Enseignement et la Recherche, constitué de douze universités européennes de sciences et

technologie renommées¹. Ces douze universités de sciences et technologies sont parmi les plus réputées en Europe. Il en existe une par pays, deux en Allemagne (Darmstadt et Karlsruhe). Ce consortium a été créé à l'initiative de l'INPG de Grenoble il y a quelques années

Toutes ces universités développent une forte activité de recherche. Toutes ont évolué, à part l'INPG qui est en cours de restructuration, vers la structure de Bologne 3 + 2 Bachelor + Master. Ainsi, cette préoccupation pour la désaffection pour les études fondamentales existe aussi dans toutes ces universités (elle n'a pas lieu qu'en France). C'est une préoccupation réelle à l'échelle Européenne.

C'est pourquoi une enquête, dirigée par l'université technique d'Helsinki, a été réalisée sur la place des matières fondamentales (mathématiques et physique) dans les cursus de formation d'ingénieurs. Je ne rentre pas dans ces détails : avec les ECTS, on ne s'en sortirait pas.

Une conclusion générale de l'enquête est que les étudiants en ingénierie ont un « poor mathematical background when they enter the university ». Puis après ça marche ensemble : si on n'a pas le « background » en mathématiques, c'est dur de s'intéresser à la physique également.

Une autre conclusion de l'enquête est que les étudiants n'ont pas tellement de motivation pour faire de la physique, pour les raisons qu'on a déjà évoquées pour la France mais qui sont aussi vraies à l'étranger.

Ainsi, une idée d'Helsinki, qui rejoignait le programme SMART du président Bush évoqué ce matin, et qui marche plus ou moins bien, c'est d'ouvrir aux meilleurs étudiants des cours de maths et de physique sur invitation personnelle du recteur de l'université. Les étudiants sont très demandeurs. Ceci dit, il y a un grand taux d'abandon et pas encore, à ma connaissance, d'évaluation de ce système après quelques années. Mais en tout cas, c'est un système de sélection. Ça permet de se constituer un carnet d'adresses comme tout système de sélection.

Il faudrait enseigner une physique moderne

En outre, la table ronde s'était aussi posé la question de cette physique du 19^{ème} siècle qui semble un peu dégoûter les élèves. Est-ce qu'on ne pourrait pas enseigner une physique moderne ? Il faudrait faire passer dans la tête des jeunes que la physique moderne fait partie obligatoire du bagage de l'ingénieur du 21^{ème} siècle.

Que ce soit le GPS ou maintenant Galileo, ça ne marche pas sans la relativité générale. Un grand nombre d'applications comme la cryptographie quantique, les nano-dispositifs, les télécommunications optiques, ne peuvent s'envisager sans physique quantique.

Un autre aspect important de la physique, qui ne concerne pas seulement les gens appelés à l'utiliser dans leur spécialité ou dans leur métier plus tard, c'est qu'elle forme l'esprit et apprend à faire l'aller-retour entre la pensée abstraite et la réalité de l'expérience. Elle permet ainsi de se rendre compte qu'entre le modèle qu'on peut imaginer et ce que l'on mesure réellement, il existe souvent des différences. On peut ainsi appréhender ce qu'est la réalité et sortir du virtuel. Une condition pour ça, c'est qu'il y ait beaucoup de travaux pratiques. Si on se cantonne à l'abstrait, eh bien ma foi, on restera dans l'abstrait. C'est une voie qui a été explicitement choisie, notamment à l'Ecole Centrale de Lyon, de faire beaucoup de travaux pratiques pour que les étudiants aient bien accès au concret.

¹ <http://www.cluster.org>,

Une autre voie, choisie par exemple par Centrale Paris, ce sont des modules d'applications pluridisciplinaires. Par exemple, la conception d'une ligne synchrotron pour des applications biologiques met en jeu plusieurs disciplines différentes et pousse les élèves à aller fouiller, à creuser, à devenir eux-mêmes demandeurs, non pas qu'on leur inculque de force des notions avec un entonnoir, mais parce qu'ils souhaitent acquérir des connaissances plus profondes pour faire avancer ce projet. Ceci dit, nos collègues de l'Ecole Centrale soulignent aussi que ce sont surtout les étudiants étrangers, en premier lieu les chinois, mais aussi tous les autres européens, qui sont attirés par ce type de modules ; ils ont du mal à entraîner les étudiants français.

Un troisième point d'importance y compris pour les décideurs : la physique enseigne que le monde n'est pas magique mais qu'il obéit à des lois, et est donc intelligible. En physique, on a affaire à des systèmes isolés, donc ça peut permettre d'apprendre à dérouler des causalités.

Je vais maintenant vous relater ce qu'il s'est dit à propos des industriels, parce que c'était intéressant. Ces industriels ont besoin de gens avec des qualités scientifiques et techniques, de la créativité et le goût du risque, ils vont les chercher partout dans le monde. Le système de « double échelle » permet à des experts d'avoir une progression de carrière parallèle à celle qu'ils auraient eue s'ils avaient fait du management, sans perdre en responsabilité ni en salaire.

Cela a l'air tout à fait optimal sauf que, dans beaucoup d'autres grands groupes, notamment sur la scène française, le rôle de l'ingénieur n'est pas du tout celui-là. Son rôle est tout à fait dévalué en termes de salaire, carrière et reconnaissance. Quelqu'un que je connais bien est dans une grande société française et vend des satellites dans le monde entier. Il me disait : si mon fils qui a quinze ans vient me voir et dit : « Papa, je veux être ingénieur », je lui flanquerais une baffe en lui disant de faire des choses sérieuses, car l'ingénieur n'est plus le « king » comme il l'était autrefois, à l'époque des grandes industries nationales sur des marchés plutôt fermés.

Aujourd'hui, dans des sociétés opérant à l'échelle mondiale, avec des flux de matière et de marchandises, du commerce, celui qui a réellement le pouvoir c'est celui qui contrôle ces flux. Et donc, ça n'est plus l'ingénieur.

Alors, est-ce que le métier d'ingénieur ne fait plus rêver ? En fait, cela ne fait plus rêver les mêmes. A l'IUT d'Orsay où je donne des cours, 80% des étudiants voudraient devenir ingénieur ; mais si on parle d'ingénieur dans une grande école parisienne, notamment pas très loin d'ici, il y en a beaucoup moins. En fait, nous formons des dirigeants, ils sont gênés par ce concept d'ingénieur. Allez sur le site de la Conférence des Grandes Ecoles : autrefois, il y avait les écoles d'ingénieurs et les écoles de commerce. Maintenant vous verrez : les écoles de commerce ont toujours « commerce » dans leur nom, comme l'ESCP, etc. Mais sur le site de la conférence des grandes écoles figurent maintenant les écoles d'ingénieurs et les écoles de *management*. Cela veut dire que, si vous devenez ingénieur, vous ne serez pas manager. Il y a quand même quelque chose de biaisé là-dedans, et je crois qu'il faudrait un peu s'intéresser à l'image évoquée par le mot *ingénieur*.

Juste un mot pour finir : derrière cette désaffection, il y a une rationalité, et je crois que je rejoins un certain nombre d'intervenants.

Précisions et questions de la salle

Premier intervenant : Je vais poser une question pour vous, mais également pour l'intervenant précédent. En quoi est-ce que cela gêne qu'il y ait de moins en moins d'étudiants, et que des départements scientifiques ferment ? Est-ce que cela va handicaper la France pour les écoles d'ingénieurs dans la compétition mondiale ? Est-ce qu'on a besoin de scientifiques de niveau moyen ? C'est quelque chose qui n'est pas très clair.

On dit qu'on souffre d'un défaut d'affichage, par exemple sur les débouchés de la licence. Mais quand on regarde cette magnifique brochure de la SMF et compagnie², on voit que sur les vingt carrières proposées il n'y en a aucune ouverte aux titulaires d'une simple licence de mathématiques. Ou on a fait des études très avancées bac +5, bac +8, école d'ingénieurs, et à ce moment-là tout est ouvert, de la météo à la banque. Ou on fait une licence de gestion. Mais une licence de mathématiques ou de physique, ça semble ne mener nulle part.

Vincent Mosser : Pour votre première question, savoir si cela va gêner qu'il n'y ait plus d'universités en France, peut-être pas. Peut-être que tout ce que l'on nous raconte sur l'Europe de la connaissance, les objectifs de Lisbonne en matière d'éducation³ et tout ça, c'était juste histoire de faire passer le temps. Peut-être ça n'a aucune réalité. Peut-être qu'effectivement un pays moderne peut vivre sans aucune recherche scientifique, et sans aucune compétence technique. Peut-être ...mais je n'y crois pas beaucoup.

Premier intervenant : Je voudrais simplement que les politiques fassent quelque chose de cohérent : soit on dit « l'Europe de la connaissance », et alors on met quelque chose derrière ; soit on dit « on n'a pas d'argent », et on ferme tout ! Qu'on ne fasse pas semblant.

Vincent Mosser : En ce moment, quand on veut transférer des activités en Inde, le problème n'est pas qu'on ne trouve pas d'ingénieurs là-bas, mais qu'il n'y a pas autour tout le tissu de sous-traitants qui vont assurer l'approvisionnement et fournir toutes les choses dont on a besoin. Et donc, ça forme un tout. On ne peut pas dire : « on va s'en sortir en ayant simplement une élite qui va concevoir des choses vachement chouettes, et après on les fera fabriquer ailleurs dans le tiers-monde ». Ce que je veux dire est qu'on a besoin d'un tissu industriel qui couvre tous les aspects dont on a besoin pour développer des produits.

Deuxième intervenant : Juste un mot pour prolonger ce qu'a dit Vincent Mosser. Est-ce qu'une conclusion n'est pas qu'il est urgent de réviser les programmes des classes prépas en physique ? Peut-être pas en mathématiques, mais en tout cas en physique ? Est-ce que ça n'est pas vraiment quelque chose qu'ActionSciences pourrait préconiser, étant donné que le

² Zoom sur les métiers des mathématiques,

<http://smf.emath.fr/Publications/ZoomMetiersDesMaths/Presentation/>

³ http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=FR_NEWS&ACTION=D&DOC=8&CAT=NEWS&QUERY=011ae5f43d32:6154:1dfdf20a&RCN=28458

collectif regroupe plusieurs sociétés d'enseignants, et des sociétés d'ingénieurs également ? Est-ce qu'ActionSciences pourrait mettre en valeur ce point ?

Troisième intervenant : J'ai une réponse très précise à la question qui vient d'être posée, parce que j'ai la chance de travailler avec Gérard Lecoq qui a passé toute sa vie à aider à construire des centrales nucléaires et à en vérifier le fonctionnement. Le monitoring des centrales nucléaires, à l'heure actuelle en France, est assuré par du personnel formé à Bac + 2. Ce sont des gens en majorité qui sortent d'IUT. La formation à Bac + 2 est absolument essentielle à la survie industrielle de notre pays. C'est le contraire de ce qui semblerait être dit de façon paradoxale. Si on ne forme pas des gens compétents à Bac + 2, on peut fermer les centrales nucléaires. Ce ne sont pas des ingénieurs de haut niveau qui assurent le monitoring de ces centrales nucléaires, c'est-à-dire la surveillance au jour le jour, 24h sur 24 devant des écrans qui témoignent du flux neutronique, etc. Ce sont des techniciens formés à Bac + 2. Des techniciens de haut niveau scientifique. Donc il y a réellement un besoin absolument vital.

Quatrième intervenant : Je kidnappe le micro pour dire qu'en Biologie, également à Bac + 2, il y a énormément de débouchés des gens qui font fonctionner la biologie à ce niveau.

Grandes écoles et formation des ingénieurs

Daniel Plusquellec

Daniel Plusquellec professeur à l'ENS Chimie de Rennes, a parlé des écoles de chimie. La chimie est une science indispensable pour toutes les industries parmi lesquelles l'industrie chimique, deuxième secteur industriel reconnu en France.

Les 18 écoles de chimie et de génie chimique de la Fédération Gay-Lussac forment des ingénieurs qui se destinent à des emplois d'encadrement et qui participent ainsi au développement économique car le besoin de cadres connaissant la chimie et/ou le génie des procédés concerne un vaste ensemble de domaines économiques débordant largement la seule industrie chimique.

Le profil d'un élève-ingénieur en chimie ou en génie chimique repose donc sur :

- un intérêt marqué pour la chimie, le génie des procédés et les disciplines scientifiques en général,
- une motivation pour les métiers de la technologie et de l'encadrement,
- une volonté d'ouverture à l'international,
- un sens marqué de l'innovation et une grande capacité d'initiative.

Les évolutions institutionnelles, la complexité croissante du monde socioéconomique, les demandes sociétales nouvelles rendent encore plus nécessaire la maîtrise des sciences fondamentales, de la pluridisciplinarité et du respect de l'éthique. Ces principes sont à la base des évolutions récentes de nos formations.

Les écoles de la Fédération Gay-Lussac sont par ailleurs des centres de recherche d'excellence. Les quelques 80 laboratoires qu'elles hébergent sont associés dans leur quasitotalité aux grands organismes de recherche (CNRS, INRA, ...). Ils couvrent un large domaine de recherches fondamentales et finalisées, souvent aux interfaces entre les disciplines. Le lien étroit entre formation et recherche et la valorisation des résultats de la recherche contribuent ainsi à la formation d'ingénieurs/docteurs répondant aux défis de l'innovation des grands pays industrialisés.

Pour plus de détails sur la formation et le rôle de ces écoles, voir la présentation complète de Daniel Plusquellec à l'adresse : <http://www.sfc.fr/ActionSciences/Actes/Plusquellec.pdf>

Table-ronde

Quelles formations scientifiques pour quels besoins ?

animée par **Marie-Françoise Roy**, mathématicienne, Université de
Rennes

avec

**Françoise Boutin, Céline Colson, Marie-Claude Gaudel,
Pierre Léna, Alexandre Moatti, Jean-Claude Oriol, Jean Ulysse.**

Intervention de Françoise Boutin

Je suis Directrice des Ressources Humaines de la Recherche et Développement du Groupe EDF. En tant que représentante de l'industrie aujourd'hui, je vais vous expliquer les attentes des entreprises par rapport aux formations scientifiques.

La recherche et développement à EDF, ce sont 2000 personnes dont 75% de cadres, bac +5 à bac +8. Nous effectuons tous les ans une centaine d'embauches, dont 40% de docteurs, et 90% à 95% de formation scientifique.

Ceci est une spécificité de la R&D car le reste du Groupe EDF recrute également beaucoup de techniciens bac +2 de haut niveau.

La recherche et développement du Groupe EDF travaille sur des secteurs assez variés. Concernant les ouvrages de production électrique, nous effectuons des recherches pour augmenter la durée de vie des centrales nucléaires, donc sur le vieillissement des matériaux, entre autres, nous travaillons sur les énergies renouvelables, le stockage d'énergie, la caractérisation de nos impacts environnementaux, et aussi sur l'impact sur l'environnement de nos installations électriques. Nous portons actuellement nos efforts sur l'efficacité énergétique que ce soit dans la maison, le bâtiment ou dans l'industrie et sur l'optimisation entre la production et la commercialisation de l'électricité. Nous utilisons beaucoup la simulation numérique que ce soit en mécanique des fluides, en physique des matériaux ou bien dans d'autres domaines.

Pour l'ensemble de ces activités, nous embauchons des physiciens spécialistes de mécanique, de mécanique des fluides, ou de neutronique, des chimistes, des métallurgistes, des mathématiciens qui font des statistiques, des mathématiques appliquées, de la simulation numérique et des mathématiques financières.

Pour les mathématiques financières, nous ne cherchons pas à recruter des financiers qui se mettront aux mathématiques, nous privilégions l'embauche de mathématiciens qui acquerront sans problème une culture financière. Ceci dit pour bien insister sur cette prédominance que nous souhaitons sur les formations scientifiques.

Par rapport à la question précédemment posée : est-ce que les entreprises considèrent la formation ingénieur comme une formation intéressante, attractive ? Est-ce qu'elles ne préféreraient pas une formation de dirigeant ? Je réponds clairement : « Ne formez pas des dirigeants, cela pourra être ultérieurement pris en charge par les entreprises. Formez des ingénieurs, parce que ça les entreprises ne sauront pas le faire ».

Un certain nombre d'entreprises dont EDF ont fait un constat alarmant : leurs besoins cumulés en ingénieurs d'ici 2015 sont largement supérieurs au volume des diplômés qui sortiront sur cette période des Grandes écoles et des universités. Les entreprises vont donc se trouver dans l'obligation d'attirer les jeunes diplômés. Les formations scientifiques qui permettent les parcours les plus diversifiés seront recherchées en priorité.

EDF vient de créer récemment la « Fondation des Energies de Demain » en association avec Paritech pour essayer de pallier le manque évident de formation scientifique que les entreprises françaises vont subir dans les années qui viennent.

Pour revenir sur la question de la formation de dirigeant, je dois reconnaître que certains jeunes sortent de l'école et disent « je veux être dirigeant » ou « je veux être manager » et ont fait une formation de management. Je peux vous dire, en tant que directrice des RH, que lorsque je reçois un jeune qui a fait une option management, je suis presque sûre que ce ne sera pas le meilleur manager. Je le dis sans provocation, sincèrement.

Quand des candidats à l'embauche me disent « je veux être manager », je leur dis de commencer par effectuer le métier technique de base. Un bon manager doit avoir pratiqué au moins 5 à 7 ans le métier scientifique qu'il souhaite encadrer, on ne commence pas par faire du management.

EDF, comme d'autres entreprises, est dotée de processus de détection des talents et organise les formations adéquates pour ses managers. S'il est intéressant que les Ecoles « détaupinisent » les étudiants en leur ouvrant l'esprit sur d'autres domaines que les formations de base, il est important de mon point de vue que les sciences fondamentales conservent a minima une part de 75% dans l'enseignement. Une ouverture très profitable que je constate et qui est peut-être le privilège des Grandes Ecoles par rapport aux Universités, c'est l'eupéanisation des parcours pour les élèves ingénieurs qui font un stage de 3 à 6 mois dans un pays autre que la France. Un grand énergéticien européen ne peut que se féliciter de cette évolution.

Intervention de Cécile Colson

Un constat : une désaffection générale pour les filières longues universitaires. Je vais articuler mon intervention de 5 minutes en deux grands points : comprendre cette désaffection et faire un point sur l'enseignement à l'université tel que je peux le voir en tant que doctorante monitrice.

Il faut dans un premier temps distinguer les élèves qui sont attirés par les sciences dès leur plus jeune âge et qu'il ne faut pas décevoir au cours de leurs études, des élèves qui très tôt (voir trop tôt) ont une image négative à la fois des sciences et à la fois de leurs compétences dans le domaine scientifique. Nombreux craignent par anticipation les échecs. Tout cela passe par la crainte des aspects trop théoriques, l'obstacle des outils mathématiques... et nous pouvons lier ces craintes à la façon dont sont abordées les sciences à tous les niveaux de la scolarité.

Etant doctorante monitrice à l'université, j'ai la chance de voir encore les deux aspects : le côté étudiant et le côté enseignant. D'un point de vue « étudiant », le vécu et le perçu des étudiants en sciences a un rôle très important dans l'incitation des autres au suivi de longues études scientifiques. Or, face aux difficultés de beaucoup de docteurs pour entrer dans la vie professionnelle, beaucoup réfléchissent avant de choisir une voie bac +8... Une des conséquences, c'est que la voie de l'enseignement au collège et lycée est parfois choisie comme une solution de repli et non par motivation pour l'enseignement...

D'un point de vue « enseignant », ne faudrait-il pas, quand on connaît les contraintes de la recherche et les exigences d'un bon enseignement en université, distinguer des statuts différents : enseignant faisant de la recherche et chercheur chargé d'enseignement avec les recrutements et les suivis correspondants (évaluation de l'enseignement...) ? car dans certaines disciplines au moins (biologie, géologie...) il est pratiquement impossible d'être à la fois un très bon chercheur et un très bon enseignant.

Ce point pose aussi la question de la formation des moniteurs (potentiels futurs enseignants-chercheurs) via les CIES comme cela a été relevé par certaines questions postées sur le site de ce colloque ActionSciences.

Intervention de Marie-Claude Gaudel

Dans la culture scientifique de l'honnête homme -ou femme- de notre époque, force est de constater une grande absence : celle de la « science informatique », qu'il convient de distinguer du savoir-faire informatique. Cette absence est dommageable aussi bien pour les non scientifiques que pour les scientifiques.

Or il faut commencer cette initiation au lycée. En effet, à cet âge et avant, les élèves utilisent avec passion les outils informatiques chez eux, ou dans des clubs. On connaît les limites des acquis sur le tas, empiriques, sans conceptualisation et les problèmes qui en découlent pour une vraie maîtrise, dans la durée, des outils et de leur évolution. La mission de l'école est de faire dépasser ce stade et de faire comprendre, avant ou pendant la prise de contact avec les outils, qu'il y a derrière des notions de base, fort utiles, et que le savoir-bricoler, certes ludique, n'est qu'un épisode de l'apprentissage.

Par exemple, nous avons tous appris la loi d'Ohm, même si nous ne sommes pas devenus électriciens.

Combien de jeunes scientifiques savent qu'il y a des fonctions non calculables, connaissent les principes de Google, du .zip, des bases de données... Or, bien présentés aux élèves, ces problèmes les passionnent (j'en parle d'expérience), et les poussent à s'intéresser plus tard aux probabilités, au calcul matriciel, etc.

Depuis cinquante ans, la science et la pratique scientifique ont considérablement évolué. Certaines évolutions ont été bien prises en compte : on l'a vu lors de ces journées à propos des Sciences de la Vie et de la Terre. Mais les connaissances de base en traitement de l'information et communication restent les grandes oubliées de l'enseignement secondaire et des premières années de beaucoup de cursus scientifiques.

Pour en savoir plus, on peut consulter les sites de l'ASTI (Fédération des Associations Françaises des Sciences et Technologies de l'Information) et de l'EPI (Association Enseignement Public de l'Informatique)

ASTI : <http://asti.ibisc.univ-evry.fr>

EPI : <http://www.epi.asso.fr/>

Voir en particulier l'article : <http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a0803e.htm>

et les propositions de programme : <http://asti.ibisc.fr/groupe-itic>

Ce sujet sera débattu au colloque ePrep, à Gif-sur Yvette, les 16 et 17 mai prochains :

<http://www.eprep.org/colloques/colloque08/colloque08.php>

Ainsi qu'à l'occasion des Printemps pédagogiques organisés par SPECIF les 28 et 29 mai :

<http://specif.org/>

Intervention de Pierre Léna

Pour avoir beaucoup d'aspirants, au lycée et à l'université, aux études scientifiques et technologiques, il est préférable de les recruter sur une population scolaire la plus large possible, éveillée et formée dès l'école primaire et le collège. Ce point est aussi bien réalisé par les Etats-Unis [1] que par la Chine [2] dans leurs réflexions très actuelles pour maintenir ou se doter d'une grande puissance économique. Encore faut-il que cette population n'ait pas perdu le goût des sciences qui caractérise la curiosité enfantine [3] pour le monde des phénomènes de la nature et des objets élaborés par la technique, ou mieux encore, que ce goût n'ait fait que se développer.

Les enquêtes citées par le rapport Gago *Europe needs more scientists* en 2006 [4] montrent qu'à la sortie de l'école primaire, déjà la moitié des petits Européens – mais plus de la moitié des fillettes – estiment que la science et la technique, ce n'est pas pour eux ; ce nombre monte à 90 % en fin de collège, et croît encore ensuite, comme le démontre l'orientation post-baccalauréat de nos bacheliers S. Le rapport Rocard [5] en 2007 a souligné que l'effort devait porter sur une amélioration de l'éducation scientifique, en citant le facteur de désintérêt des élèves européens de 15 ans, non pas face à la science et aux réalisations techniques, mais à ce qui leur est enseigné.

Si l'on s'accorde sur cet objectif (développer le goût des sciences), impossible de ne pas rencontrer les choix à faire. A l'école primaire, un consensus est relativement aisé à établir sur le contenu de l'enseignement scientifique et sur la pédagogie à adopter. Ce consensus *sur Inquiry Based Science Education* (IBSE) [6] est aujourd'hui largement atteint, et *La main à la pâte* [7] en représente la version française, en train d'ailleurs de s'étendre à l'Europe par le projet *Pollen*, mis en avant par le rapport Rocard et, par exemple, de récents articles dans la presse allemande [8]. Consensus qui ne signifie pas garantie de développement adéquat, puisque douze années après le début de *La main à la pâte* en France, le progrès continu du nombre d'enseignants faisant des sciences dans leur classe de primaire ne conduit en 2008 qu'à environ 30-40 % de celles-ci ! Et les actuels textes de programmes en préparation risquent de marquer sur ce point un retour en arrière préoccupant.

Il paraît en tout cas bien établi maintenant que cette pédagogie est efficace pour développer le goût des sciences, chez les filles comme chez les garçons.

La question concerne surtout le collège. En effet, ce collège unique (en France) doit composer entre deux objectifs, qui ne sont pas nécessairement convergents : donner à tout futur citoyen (de France mais aussi d'Europe devrait-on dire) une « culture scientifique pour le libre exercice de la citoyenneté » (termes de la Loi de 2005 sur l'avenir de l'école et ce que mesure PISA), mais aussi préparer aux orientations scientifiques ou technologiques futures au lycée. Notre collège a surtout visé le second terme, favorisant les mathématiques (en tant que langage de l'abstraction indispensable à la suite des études scientifiques) et la distinction précoce des disciplines. Face à cet état de fait, l'élaboration récente du socle commun, articulée aux objectifs européens de compétences, veut viser le premier terme, au moins dans son énoncé, car en pratique ses déclinaisons actuelles (contenus, programmes) sont plutôt un compromis entre les deux termes au sein d'un collège unique. Point ne faut longtemps réfléchir pour voir que programmes, organisation du cursus et surtout formation des professeurs [9] devraient évoluer profondément [10] pour mieux expliciter ces choix et leurs conséquences.

La croyance bien française que les programmes sont l'alpha et l'omega de toute pédagogie de qualité est à confronter à un autre point de vue, celui qui fait de la qualité des professeurs de science, de leur ouverture d'esprit, de leur formation continuée tout au long de leur vie, les critères majeurs d'un goût de la science communiqué à leurs élèves.

Références

- [1] NSF-STEM program : voir www.nsf.gov/news/newsletter/aug_07/index.jsp#news
- [2] 2006-2010-2020. *Outline of National Action Program for Scientific Literacy of All Chinese Citizens*". Gouvernement de Chine, 2006.
- [3] Charpak G., Léna P., Quéré Y. *L'Enfant et la science*. O. Jacob, 2005.
- [4] M. Gago. *Europe needs more scientists*. Rapport à l'UE, 2006.
- [5] *Science education now*. Communautés européennes, avril 2007.
- [6] Voir par exemple le site d'InterAcademy Panel et les documents de présentation d'IBSE et de son évaluation internationale (www.interacademies.net/CMS/Programmes/3123.aspx), ainsi que l'article de Bruce Alberts (www.interacademies.net/CMS/8038.aspx)
- [7] www.lamap.fr
- [8] Der Spiegel. *Land der kleinen Forscher*. 3.12.2007
- [9] Avis de l'Académie des sciences sur la formation des professeurs enseignant les sciences. Novembre 2007. www.academie-sciences.fr
- [10] Dans le sillage de *La main à la pâte*. Voir le site www.Science-techno-college.net

Intervention d'Alexandre Moatti

La Fondation C.génial est née du constat fait par des grandes entreprises françaises de l'ardente nécessité de renforcer l'accès des jeunes aux filières de formation scientifique.

C'est une fondation reconnue d'utilité publique, créée avec le soutien de l'État ; son slogan est « *Des entreprises se mobilisent pour la science* », ce qui est un message fort et nouveau.

La Fondation ne se situe pas dans une approche d'orientation vers les métiers scientifiques et techniques, mais bien dans une approche d'ouverture de jeunes du secondaire vers la science et la technologie (notamment en direction de ceux qui n'y auraient pas pensé spontanément).

Elle développe sur 2008 deux actions principales : les suites de son appel à projets de décembre 2007 (« *L'entreprise et la science, actions en lycées et collèges* », une dizaine de projets retenus), et l'opération « *Ingénieurs dans les classes* » visant à entamer dans le secondaire le dialogue avec des ingénieurs et techniciens venus des entreprises fondatrices ou partenaires (voir le site www.cgenial.org)

A des jeunes à qui la science n'apparaît souvent que comme un moyen de sélection, nous souhaitons montrer qu'on peut faire des carrières scientifiques et techniques intéressantes en entreprise, peut-être plus variées que dans la recherche publique. Il existe une vaste palette de métiers scientifiques et techniques en entreprise, de directeur de la recherche d'un grand groupe à technicien chargé de la pharmacovigilance ou du monitoring d'une centrale nucléaire. Un métier scientifique, c'est un métier intéressant.

Un autre message important : on peut commencer par la science et la technique en entreprise, mais faire autre chose après dans la même entreprise ou dans d'autres ; d'ailleurs, dans la compétitivité économique mondiale, une expérience personnelle de début de carrière scientifique peut être un acquis précieux.

Dans cette compétitivité mondiale, la science et la technologie font cause commune : plus que jamais, les process industriels sont basés sur des notions de science fondamentale, et si la science nourrit la technologie, l'inverse est aussi vrai.

C'est l'ensemble de ces messages que soutient la Fondation, et elle espère en votre soutien à tous, professeurs, formateurs, élèves, dans le développement de ses actions.

Intervention de Jean-Claude Oriol

Les filières universitaires scientifiques courtes

Il est d'usage de classer parmi les « études scientifiques courtes » les DUT (diplômes universitaires de technologie, bac +2) et les licences professionnelles (bac +3), même si un certain nombre d'étudiants poursuivent leurs études après ces formations.

Les IUT : un bref résumé

Crées en 1965 les IUT (Instituts Universitaires de Technologie) au nombre de 4 à l'origine se sont développés progressivement dans l'espace et dans le temps, et il y en a actuellement 115 couvrant l'ensemble du territoire et des disciplines ; ils se composent de 643 départements, chacun de ces derniers étant rattaché à une spécialité : Mesures physiques, GEA, Tech de Co, etc. ; ces spécialités sont au nombre de 24. Il était prévu, à la création des IUT, que ces instituts accueillent à terme 25% des étudiants et on devait au fur et à mesure de leur développement assister à la fermeture des sections préparant aux divers BTS ; sur ces deux points les chiffres montrent qu'il n'en est rien : les IUT accueillent environ 130 000 étudiants (c'est-à-dire environ 10% des étudiants) et les sections de BTS ont prospéré en nombre (102 000 diplômés en 2005, taux de réussite de 66%, RERS 2007 p. 239) et en diversité (plus de 100 spécialités). En 1969 les IUT ont été intégrés aux universités alors qu'ils étaient jusqu'à cette date sous l'autorité directe du recteur.

Chaque année ce sont environ 56 000 étudiants (comportant environ 50% de filles) qui obtiennent un DUT [RERS 2007, p.245].

Les DUT « scientifiques »

Les spécialités scientifiques

On classe les 24 spécialités évoquées au paragraphe précédent en deux grands domaines correspondant aux emplois visés : secondaire (14 spécialités) et tertiaire (10 spécialités). Parmi cet ensemble on compte 17 spécialités scientifiques : Chimie, Génie biologique, Génie chimique-Génie des procédés, Génie civil, Génie du conditionnement et de l'emballage, Génie électrique et informatique industrielle, Génie industriel et maintenance, Génie mécanique et productique, Génie thermique et énergie, Hygiène sécurité et environnement, Mesures physiques, Qualité Logistique Industrielle et Organisations, Réseaux et télécommunications, Science et génie des matériaux, et venant du domaine tertiaire Gestion Logistique et Transport, Informatique, Statistique et Traitement Informatique des Données (on notera le passage récent de 25 à 24 spécialités du fait de la fusion de deux spécialités proches).

Les diplômés

Le nombre de diplômés d'un DUT scientifique est annuellement d'environ 31 000 étudiants. Le taux de féminisation est plus faible que pour le DUT en général (environ 21%) et a une grande variabilité entre les DUT : le DUT STID a, par exemple, un taux de féminisation de 39% environ. Le taux de réussite du diplôme cumulé sur trois ans est de 75% [RERS 2007, p. 245].

Insertion, poursuite d'études

La plupart des diplômés qui le désirent trouvent un emploi directement à la sortie du DUT. Le salaire moyen à l'embauche des diplômés STID par exemple, est de 1350 € nets par mois et les perspectives de progression sont intéressantes.

Les poursuites d'études dépendent fortement de la spécialité considérée et de l'origine des étudiants, les titulaires d'un bac général étant plus nombreux que les autres à poursuivre leurs études. Sur ce dernier point retenons qu'environ 40% des étudiants poursuivant leurs études le font dans une licence professionnelle, et 5% en école d'ingénieur.

Les licences professionnelles

La possibilité de créer des licences professionnelles date de l'année 2000. Sans doute ces licences sont-elles une réponse faite pour adapter le système universitaire au rythme LMD.

On peut regretter que l'on n'ait pas institué des Licences Universitaires de Technologie (LUT) qui auraient eu le mérite d'être des diplômes nationaux construits sur des domaines professionnels délimités par les 24 spécialités déjà citées. A contrario on dénombre en 2005 environ 1200 licences professionnelles scientifiques ou non ; cette abondance conduit à un manque de visibilité et donc à une difficulté à être identifiées comme pourraient l'être des diplômes nationaux. Notons que 60% de ces formations sont portées par les IUT.

Environ 12 000 étudiants ont été diplômés en 2005 [RERS 2007, p.249], par une licence professionnelle scientifique. Si le taux de poursuite d'étude après une licence traditionnelle est d'environ 60 à 70%, il est seulement de 16% après une licence pro, chiffre qui confirme le caractère professionnalisant de ces formations.

Si nous prenons comme exemple la licence professionnelle « Chargé d'Études Statistiques » préparée dans le département Statistique et Traitement Informatique des Données de l'IUT Lumière (Université Lyon 2, année 2007),

- le taux d'étudiants ayant directement un emploi après ce diplôme est de 96%,
- le temps moyen de recherche d'emploi est de 12 jours,
- et le salaire d'embauche mensuel est de 1480 € nets [Enquête Stid Lyon 2008].

Conclusion

On le voit, les filières scientifiques courtes ont un grand nombre de débouchés comportant des perspectives de carrière intéressantes.

L'accent est mis dans ces filières sur

- des apprentissages appuyés sur des situations de référence concrètes,
- un encadrement important permettant un suivi individualisé des étudiants,
- des échanges constants avec le milieu de l'entreprise, porteurs d'insertion professionnelle,
- le développement du processus d'accompagnement intitulé Projet Personnel et Professionnel (PPP) de l'étudiant.

Elles permettent d'obtenir des taux de succès importants, partant d'une population de bacheliers aux performances plutôt modestes, et de réussir une insertion professionnelle très satisfaisante : les IUT sont des lieux où l'ascenseur social fonctionne.

Encore faut-il que ces formations soient connues dans l'enseignement secondaire, afin que pour les élèves, « carrière scientifique » ne soit pas uniquement associée à « filière d'excellence » : c'est à ce prix que nous construirons un réseau de techniciens et techniciens supérieurs de qualité dont le tissu industriel a le plus grand besoin.

1. [RERS 2007], Repères et références statistiques sur les enseignements la formation et la recherche, DEPP, Paris.
2. [Enquête Stid Lyon 2008], Enquête sur le devenir des étudiants de la licence CE Stat, IUT Lumière, 2008.

Intervention de Jean Ulysse

Un enseignement scientifique structuré et performant au niveau du lycée, une nécessité

En tant que professeur agrégé, je fais partie d'un des plus grands groupes français : l'Éducation nationale. À l'intérieur de celui-ci, il y a quelques « grandes entreprises » et je suis au niveau de « l'entreprise » de l'enseignement secondaire, plus précisément dans le secteur sciences avec une spécialité sciences de la vie et de la Terre.

La question qui nous est posée est : quelle formation scientifique pour quel besoin en lycée ?

Partons d'abord d'un constat intéressant, quand on interroge les lycéens, ils ne sont pas mécontents globalement de leur système éducatif. Il ne faut donc pas culpabiliser tout le temps. De plus, quand on est allé un peu à l'étranger on constate, par comparaison, que le niveau global de notre enseignement scientifique est bon même si sur certains points il y a des lacunes. En effet, beaucoup d'enquêtes publiées sur les pays étrangers comme, par exemple, l'Angleterre ou l'Allemagne montrent apparemment, dans ces pays, des résultats plus satisfaisants pour l'enseignement scientifique, mais l'on ne précise pas sur combien d'établissements elles portent. En réalité, ces enquêtes reposent souvent sur une centaine d'établissements et non pas comme chez nous, quand on parle de l'enseignement scientifique en lycée, sur l'ensemble des établissements secondaires c'est-à-dire plus de 3400 lycées de France. Cela change toutes les conclusions que l'on peut en tirer car les résultats ne sont pas comparables. En France, quand on parle de la conception de l'enseignement scientifique on fait référence à la totalité de la tranche d'âge de 15 à 17 ans engagée dans l'enseignement secondaire au niveau du lycée d'enseignement général et technologique.

Un élément important à souligner, c'est l'orientation qui est encore un point faible. Il faudrait développer pour tous des critères de présentation objectifs avec les compétences, les emplois potentiels dans les différentes voies possibles dès la seconde et non pas la dernière année seulement de façon à prendre conscience de ce que l'on attend du jeune qui après le baccalauréat va choisir un itinéraire aboutissant à un métier.

Pour ce qui est des enseignants chargés de former les jeunes lycéens et si l'on s'intéresse aux critères liés à l'enseignement, voyons quel type de formation il leur faut alors que des intervenants précédents ont parlé du cas de l'industrie. Il est important que la qualification de ces enseignants se fasse en Université et qu'ils soient recrutés sur des concours nationaux à un haut niveau. Il serait grave pour le pays que cela soit remis en cause. D'ailleurs, il faut tenir compte d'un alignement européen qui demande que le niveau de formation des enseignants

soit le master (*). Il y a accord au niveau d'ActionSciences pour une formation à ce haut niveau.

Pour répondre à la question *quelle formation, pour les enseignants*, il faut ajouter en ce qui concerne la formation pédagogique, qu'elle doit se faire à la fin du cursus de formation et s'appuyer sur la formation scientifique de haut niveau. C'est à mettre en parallèle avec ce que l'on a indiqué à propos des grandes entreprises, il faut un haut niveau scientifique prioritairement. Les recruteurs indiquaient qu'il fallait d'abord une formation d'ingénieur avant de se former progressivement au management. L'adaptation au métier peut se faire en fin de cursus et doit s'appuyer sur un niveau scientifique correct.

Maintenant, quel type d'enseignement scientifique est-il souhaitable pour les lycéens de façon à préparer nos futurs ingénieurs, professeurs, chercheurs, techniciens supérieurs ?

Dans les lycées il faut un enseignement scientifique structuré, structurant et important et non pas un simple « minimum culturel scientifique » pour tous les lycéens auquel on rajouterait deux ou trois « couches » scientifiques suivant la spécialité en mathématiques, en physique chimie et en sciences de la vie et de la Terre. La formation scientifique se bâtit en lycée progressivement à partir d'éléments structurants fondamentaux. Il faut absolument conserver une telle formation dans notre système éducatif à partir d'un socle solide de connaissances.

Je voudrais insister aussi sur un des points soulevés par plusieurs intervenants que ce soit des universitaires, des représentants d'associations de professeurs ou de fondations. Lors d'un colloque européen à Heidelberg où étaient présents des représentants des 27 pays de l'UE, il a été montré qu'une formation scientifique doit comporter une approche de toutes les techniques de communication modernes, mais aussi s'équilibrer, avec pour support, le monde du réel. Il ne faut pas faire croire que tout est bien si on l'apprend virtuellement. Les conséquences sociétales d'une telle approche sont déjà perceptibles dans des pays comme le Japon et les Etats-Unis. Pour le lycéen, la démarche est importante. L'enseignement expérimental et ses travaux pratiques apportent un équilibre avec un retour aux réalités fondées aussi bien sur les mathématiques, la physique et la biologie (**).

C'est grâce à toutes ces conditions que l'enseignement secondaire scientifique pourra mieux préparer, mieux orienter, mieux former les lycéens pour un choix motivant, positif et en connaissance de cause vers des métiers scientifiques aussi bien de l'ingénieur, du chercheur ou du technicien supérieur après le baccalauréat.

Références

(*)Extraits de :

La formation des professeurs à l'enseignement des sciences - Recommandations de l'Académie des sciences - Novembre 2007

« L'expérience britannique d'un « professeur de science » entièrement généraliste dans les trois premières années du secondaire ne paraît pas avoir donné les résultats escomptés. »

« L'Académie propose un certain nombre d'évolutions à court terme, complétées d'une priorité forte à donner à une formation continuée entièrement repensée. [...]. »

Les objectifs d'une formation ainsi repensée sont :de conjuguer la maîtrise solide et indiscutable d'un champ disciplinaire (mathématiques, sciences physiques, sciences de la vie et de la Terre) avec une capacité réelle d'ouverture aux disciplines voisines, préparant ainsi les futurs enseignants à une vision plus interdisciplinaire de la science et de la technique, absolument nécessaire au collège (socle commun pour tous) et au lycée (préparation aux études supérieures). »

(**) « Avec le soutien de la Commission Européenne, le réseau Eurydice a publié un état des lieux des réglementations sur l'enseignement des sciences en Europe [...]. Cette étude montre que le niveau cognitif atteint par les élèves est lié à la compétence de leurs enseignants et que les travaux pratiques permettent la construction de raisonnements scientifiques plus complexes. » Fabien Romanens, Béatrice Salviat, Pierre Léna, Yves Quéré, André Pineau. Biologie Géologie n°3-2007

Précisions et questions de la salle

Jacques Moisan, doyen du groupe de mathématiques de l'Inspection Générale : Ma question s'adressera plus particulièrement à Marie-Claude Gaudel. Je fais partie de ceux qui, depuis une bonne quinzaine d'années, militent pour l'introduction d'éléments de sciences informatiques dans l'enseignement au lycée. Pas d'une manière complètement négative, parce que nous avons quand même réussi, dans les années 1993, à faire entrer une option informatique dans les classes préparatoires scientifiques. Je crois que le contenu de cette option est effectivement un contenu de sciences informatiques, tout au moins d'une partie d'entre elles, celle qui peut être enseignée par les professeurs de mathématiques, dans la mesure où, finalement, nous n'avons pas dans l'enseignement secondaire de professeurs d'informatique.

Après, ont suivi diverses tentatives qui ont porté en particulier sur la création d'un corps d'enseignants d'informatique. Je me souviens de réunions que nous avons tenues dans les années 94-95 avec Jean-Pierre Finance sur la création d'une agrégation d'informatique. Des tentatives, qui ont échoué, ont été faites autour du jury de l'agrégation de mathématiques pour créer dans les années 2000 cette agrégation. Cela a débouché finalement sur la création d'une véritable option informatique à l'agrégation de mathématiques, que j'ai eu l'honneur de mettre en place comme président du jury.

J'en suis arrivé à cette conclusion quinze ans après. Je me trompe peut-être, parce que la réforme du lycée à venir permettra éventuellement, avec une redistribution des enseignements et la création d'options spécifiques en classe de première et terminale, de redéfinir le périmètre des enseignements scientifiques. Je crois quand même que la situation n'est pas mûre pour la création d'une discipline supplémentaire, et pour ma part, à l'endroit où je suis, la conclusion que j'en ai tirée est qu'il est nécessaire d'essayer d'introduire des éléments de science informatique dans l'enseignement scientifique, plus précisément dans les futurs programmes de mathématiques du lycée. Ceux qui, bien entendu, sont les plus proches de l'enseignement des mathématiques elles-mêmes. Ça ne sera donc peut-être pas des bases de données, mais plutôt de l'algorithmique ou de la logique : des éléments qui font partie à part entière de la science informatique. Voilà, je vous livre cette idée.

Deuxième intervenante : J'ai fait partie du groupe qui travaillait avec Jean-Pierre Finance. Donc oui, l'option à l'agrégation de mathématiques a été un grand succès à mon avis ; cela a été un progrès. Néanmoins, je pense que se contenter de dire que c'est trop difficile, que la situation n'est pas mûre, c'est simplement insuffisant vu l'urgence du problème qui, quand même, impacte sur la bonne pratique des outils informatiques et les avancées dans le domaine de l'informatique de notre pays et de l'Europe. Donc je suis consciente que c'est difficile, et qu'un corps de professeurs d'informatique dans les lycées ça n'est pas évident à mettre en place, mais c'est quelque chose sur lequel il faut réfléchir et dont il faut être conscient de l'urgence.

Autre intervenante : Est-ce que ça existe dans d'autres pays, l'enseignement de l'informatique dans les lycées ? Dans les autres pays, ce n'est pas toujours aussi centralisé qu'ici, et il y a des *Länder* en Allemagne où cela existe. En Angleterre, je sais qu'il y a des expériences mais je ne sais pas exactement quels sont leurs statuts.

Marc Diener, université de Nice : J'enseigne à l'université. Donc, moi, je m'honore de recevoir le tout-venant des étudiants, tous ceux qui n'ont pas réussi ou qui n'ont pas souhaité entrer dans le système sélectif des classes préparatoires. Je me réjouis de l'information qu'en chimie, M. Plusquellec s'intéresse à des docteurs, mais je m'attriste beaucoup lorsque j'entends Mme Françoise Boutin me dire : « Formez-nous des ingénieurs ». Moi je forme des Masters, et aussi bien sûr des docteurs, et puis aussi des licences. Mais qu'est-ce qu'on fait avec nos masters ?

Françoise Boutin : Oui, eh bien je vais vous répondre franchement, même si vous trouvez que je dis des horreurs. Je parle pour la recherche et développement d'EDF, donc il ne faut pas forcément généraliser.

Nous, dans les embauches que nous faisons, quand on prend des bacs +5 ce sont essentiellement des ingénieurs des grandes écoles. Bien sûr, on a aussi quelques masters, mais c'est une écrasante majorité d'ingénieurs des grandes écoles. Par contre, quand on embauche un bac +8, parce que je vous ai dit que 40 % de nos embauches sont des docteurs, là, on a autant d'universités que de grandes écoles.

Alors, je vais dire des choses affreuses, c'est-à-dire que quelque part, il suffit d'être bac + 5 quand on a fait une grande école, alors que quand on est universitaire, il faudrait faire un doctorat. Ce qui est vrai, c'est que nous constatons en entreprise que les niveaux sont plus homogènes en provenance des grandes écoles.

C'est-à-dire qu'on a des gens extrêmement brillants qui viennent des universités, mais le niveau des candidats est très variable. Alors que ce qui vient des grandes écoles, je dirais, est beaucoup plus uniforme. Je ne veux pas dire qu'ils sont moins bons que certains brillants universitaires, mais ils sont tous très bons, disons. Alors que les candidats qui viennent de l'université vont de l'excellent au très moyen. Et comme les entreprises, *a priori*, tant qu'elles ont le choix, préfèrent effectivement ne pas prendre de risques, c'est vrai que nous, en bac+5, on prend plutôt des ingénieurs de grandes écoles. Mais dans quelques années, je pense qu'elles n'auront plus le choix. Par contre, le fait d'avoir fait un doctorat prouve qu'on est dans les meilleurs universitaires, et donc les entreprises se lâchent dans ces cas-là et on y va.

Catherine Thibaut : Je voudrais intervenir sur le même sujet, à propos justement de formations et de besoins, et plus précisément à propos du besoin particulier exprimé par EDF et Areva d'avoir des ingénieur-e-s pour les centrales nucléaires. Catherine Thibaut, je suis là pour *Femmes et Sciences* et la *Société Française de Physique*, mais en l'occurrence je vous parle en tant que chercheuse en physique nucléaire et ex-présidente de la commission de pédagogie de la fac d'Orsay.

Justement en réponse à ce besoin, nous avons mis en place à la fac d'Orsay un master professionnel qui s'appelle *Nuclear Engineering*, fait en coopération avec l'INSTN (Institut National des Sciences et Techniques Nucléaires).

La première année est en cours maintenant, donc on verra ce que ça donne, mais le but est de former des ingénieurs qui pourront choisir entre deux débouchés. Le premier sera justement la direction de centrales nucléaires ; les étudiants concernés iront faire leurs stages à EDF ou à AREVA essentiellement. Le deuxième débouché sera la recherche sur les générateurs de quatrième génération ; les étudiants intéressés auront besoin de la même physique de base, de mécanique des fluides, de neutronique, etc.

Mais je dois dire que cette formation n'est qu'un élément de réponse à votre problème, parce que le nombre que vous demandez est énorme, et il y a quand même d'autres formations qui existent en France. Mais là, c'est une formation spécialisée qui devrait donner des ingénieurs qui, on espère, vous donneront toute satisfaction. En plus, pour montrer que l'université évolue, les cours seront pour une grande partie en anglais, et on pense qu'il y aura beaucoup d'étrangers qui viendront, et beaucoup de Chinois.

Mais notre préoccupation *a priori* est un peu celle de Jean-Claude Oriol tout à l'heure. Il va falloir, on s'en est rendu compte dès le départ, engager une action très forte pour motiver les étudiants à aller vers cette formation ; il y aura des débouchés énormes, mais n'empêche, on sait qu'on va avoir des difficultés.

Intervenante inconnue : Je suis au courant de la création de cette formation, qui nous intéresse énormément en tant qu'industriels. Bien sûr qu'il y aura des débouchés ; simplement, c'est une goutte d'eau dans l'océan de nos besoins, mais c'est intéressant. Maintenant, il faut motiver les étudiants, oui.

Michel Henry, professeur de prépa à Poitiers : J'ai trouvé intéressante l'intervention de Mme Gaudel sur la nécessité d'un enseignement de l'informatique dans l'enseignement secondaire, mais on met ça où ? C'est un peu la question que je voulais poser.

Ça pose un peu la question de la structure de l'enseignement secondaire. Pour moi, la filière S est déjà totalement encyclopédique. Par exemple, les épreuves de bac de la section S durent trois jours, alors que dans les autres filières L ou ES, il n'y a que 2 jours d'épreuves. Toutes les disciplines qu'on enseigne en terminale S sont celles du collège, sans aucun retrait entre-temps, donc les scientifiques font déjà de tout.

Je suis bien d'accord sur la nécessité, entre autres, de faire de l'informatique. Mais comment fait-on dans cette structure d'enseignement-là ?

Marie-Françoise Roy : Apparemment, on laisse la question ouverte...

Michel Debriesse, retraité mais ex-ingénieur de l'aviation civile : Je voudrais intervenir sur l'informatique. J'ai eu deux fois à utiliser impérativement l'informatique dans ma carrière et je suis absolument nul en informatique. Par contre, je fais passer des TIPE. Je vois ce que font les taupins puisque j'interroge dans la partie mathématique et informatique.

Dans l'aviation civile, j'ai une fois eu à faire de l'informatique à Lyon, parce que j'avais des calculs à faire sur une matrice 1000x1000; il fallait que je fasse ces calculs, il s'agissait du marché concurrentiel, ça reposait sur des problèmes d'informatique.

L'autre problème, très difficile à traiter dans l'aviation, c'est la gestion du trafic aérien et notamment la poursuite radar. Le système en temps réel, le système informatique de l'aviation civile, a été très longtemps le plus gros système après celui de la météo.

Cela étant dit, il faudra distinguer quand même l'initiation à la science de l'informatique de l'utilisation de l'informatique. Qu'est ce que j'ai constaté dans les deux cas ? C'est que les sociétés d'informatique auxquelles j'avais eu affaire, ça n'était pas n'importe qui, c'était tout de même IBM. Eh bien, les gens que j'avais en face de moi n'avaient pas la formation scientifique de base pour comprendre mon problème et pouvoir dialoguer avec moi. Ça n'était pas le manque de connaissance informatique. Ce qu'il manquait essentiellement, c'était la simple formation à la logique de base, aux problèmes concrets, à un langage commun.

Alors j'attire votre attention là-dessus : apprenez à vos élèves à utiliser l'informatique et regardez les fondements même. L'informatique, c'est le langage. Un problème de langage, de traitement du langage, de calculabilité des concepts, etc...

Troisième intervenante : Je ne suis pas certaine d'avoir bien compris votre intervention. Si votre question est « Faut-il que les scientifiques de différentes disciplines communiquent entre eux ? », ma réponse est « oui », bien sûr. Et c'est d'ailleurs pour ça que je milite : pour une culture scientifique de tous ; de tous les scientifiques et dans tous les domaines. Parce que le dialogue serait également plus simple si les gens de l'aviation civile avaient des notions de base en informatique, donc on peut retourner cela.

Marie-Françoise Roy : Je vois une femme qui lève la main avec une très grande énergie, je propose qu'on lui laisse la dernière question et que l'on passe ensuite aux conclusions.

Jacqueline Zizi : Je suis Jacqueline Zizi, et c'est avec un peu de tristesse que je vois que devant une question urgente et importante soulevée par Marie-Claude Gaudel, la réaction de Moisan consiste, je m'excuse, à toujours opposer deux choses. Il y a quinze ans, c'était en imposant un choix entre deux logiciels.

Maintenant, on impose pour l'introduction de l'informatique de choisir, soit d'en faire une discipline à part, soit de l'introduire dans les disciplines. Il est clair que les deux choses doivent être faites en même temps et parallèlement, et non pas opposées l'une à l'autre. C'est un premier point.

Il y a beaucoup de vrai dans ce que dit Marie-Claude Gaudel, cela correspond à la demande des jeunes. Ils sont élevés là-dedans. C'est leur langage, pour reprendre la parole de monsieur, c'est leur façon de voir les choses, et il faut répondre à leur attente. Je pense que si l'enseignement des mathématiques a beaucoup perdu de l'intérêt qu'il développait chez les jeunes, c'est qu'il ne répond pas à la demande. Il est *top down*. On leur dit ce qu'il faut faire, leur espace de liberté est nul. Avec un espace de liberté nul, que ça soit en mathématiques, en informatique, ou n'importe où, les élèves ne peuvent pas se motiver.

Ils sont par ailleurs dans un domaine où ils ont un espace de liberté complet. Ils vont sur le Web, ils vont où ils veulent, et apprennent ce qu'ils veulent. Il est donc urgent d'organiser l'enseignement de l'informatique à la fois comme discipline à part, mais également de l'introduire dans les disciplines.

D'ailleurs, quand Dacunha-Castelle a introduit la réforme de l'informatique dans les classes prépas, il y avait bien les deux aspects, et en particulier un aspect fédérateur puisqu'il y avait un tronc commun de systèmes de calculs formels qui était un langage pour toutes les disciplines. Et effectivement, quand on fait de l'informatique à un haut niveau, quand on travaille, on résout des problèmes qu'on vous pose. On ne distingue plus si on fait de l'informatique, des mathématiques, de la biologie, ou autre chose. En fait, il y a une fusion de tout cela. Et je crois déraisonnable de penser qu'à notre époque, on puisse aujourd'hui former de futurs ingénieurs en ignorant complètement ce problème.

Marie-Françoise Roy : Je suis vraiment désolée, parce que je vois qu'on ne pourra pas répondre à toutes les questions, mais je pense que ce n'est qu'un début.

Discours de clôture du colloque ActionSciences

Claudine Hermann

Bien que beaucoup d'entre vous me connaissent, il est normal que je me présente : professeure honoraire de physique à l'Ecole Polytechnique, j'ai des liens amicaux et anciens avec beaucoup des représentant-e-s des associations du collectif ActionSciences : Femmes et Sciences, bien sûr, *femmes et mathématiques* et la Société Française de Physique dont je suis membre, mais aussi l'Union des Professeurs de Spéciales, l'UPA, l'UPSTI et l'Union des Professeurs de Physique et Chimie... J'ai toujours été intéressée par les questions liées à la formation scientifique, dans le cadre de mon métier et d'autres activités et, depuis que je suis à la retraite, en étant bénévole pour l'aide aux devoirs dans une association de quartier de ma banlieue.

Sur ce sujet de la formation scientifique, trois grandes figures aujourd'hui disparues m'ont impressionnée et inspirée et je voudrais les évoquer : Hubert Gié, inspecteur général de sciences physiques, président du jury de l'agrégation de physique lorsque j'y participais ; Guy Ourisson, chimiste, en charge du premier rapport sur la désaffection des sciences, remis en 2002 au ministre Jack Lang ; Huguette Delavault, professeure de mathématiques à l'université, qui a été ma « mère en féminisme ». Je pense que beaucoup d'entre vous ont connu ces personnes remarquables.

Mais j'ai assez parlé de moi, et avant de conclure ce colloque, il me revient de remercier celles et ceux qui lui ont permis d'avoir lieu : les organisateurs/trices, les orateurs/trices, l'ENS qui nous accueille ici, notre sponsor la Fondation de culture scientifique C.génial, et notre public qui est venu de nombreuses régions de France.

La question que nous avons traitée est complexe, et nous avons assisté à des présentations particulièrement claires et engagées qui nous en ont montré les différents facteurs. Nous avons replacé ce sujet dans un contexte international et avons vu que même si la « crise des sciences » est générale dans les pays occidentaux, le contexte français est particulier.

Parmi les facteurs, j'ai noté :

- des problèmes de nombres d'étudiant-e-s en sciences, particulièrement à l'université, c'est-à-dire des flux d'entrée dans les études supérieures, liés à des politiques, et aussi à la démographie. Ces problèmes doivent être confrontés aux débouchés, aux flux de sortie ;
- des différences considérables dans les effectifs selon le sexe et l'origine sociale ;
- des problèmes de structure de l'enseignement secondaire et supérieur, d'horaires, de contenus des programmes ;
- des questions liées au recrutement des enseignants ;
- des questions sur les motivations des lycéennes et lycéens sur leurs études et leurs choix d'orientation.

Voici quelques remarques autour de ces facteurs.

- Les objectifs de compétitivité fixés par l'Union européenne à Lisbonne demandent la formation d'un plus grand nombre de scientifiques : ceci imposera de recruter davantage de femmes si nous ne voulons pas faire appel uniquement à de la main d'oeuvre asiatique ou délocaliser nos entreprises techniques. Il faudra donc mettre en place un *meilleur accueil des jeunes filles* dans les filières scientifiques et techniques dans lesquelles elles sont encore trop minoritaires. A ce propos, qu'en est-il de la question des places d'internats pour les filles en classes préparatoires, que nous posons depuis plus de dix ans ?
- Pour atteindre des formations scientifiques ou techniques supérieures, il est nécessaire de suivre d'abord la voie scientifique au lycée. Celle-ci doit avoir un *contenu suffisant et fournir des méthodes, des bases pluridisciplinaires et des techniques* pour la suite des études et le métier futur : nous formons souvent nos jeunes pour des métiers qui n'existent pas encore. Cela demande des connaissances et de l'adaptabilité. Nous devons être exigeant-e-s aussi sur la *qualité de ces formations*, aussi bien pour les futur-e-s enseignant-e-s que technicien-ne-s ou ingénieur-e-s.
- Ici nous avons principalement parlé du lycée et du premier cycle universitaire, mais la *formation est un tout*. Dans les sciences en particulier, les briques du savoir se posent les unes sur les autres, par ailleurs nous savons que 90 % des connexions du cerveau se construisent par l'apprentissage. Le manque de pratique et d'exercices fait que certains automatismes ne se construiront jamais, que tout paraîtra compliqué et « calculatoire », comme disent les étudiant-e-s : ne parlons que de la table de multiplication, pas trop maîtrisée dans ma banlieue ! Il faudrait conserver et même renforcer les devoirs à la maison en primaire et au collège, en accentuant l'aide aux enfants et aux jeunes dont les familles ne peuvent pas fournir le soutien nécessaire.
- Il faut fournir aux jeunes une *information honnête sur les débouchés* aux différents niveaux d'études, c'est un point important pour assurer leur motivation. Personne n'est capable de prévoir à 5 ou 8 ans, de façon absolument fiable, les besoins de l'économie et du marché du travail. Cependant, on observe des tendances constantes depuis plus de 10 ans : il y a trop d'élèves en STAPS par rapport aux débouchés dans les professions liées au sport ; c'est en biologie et en chimie que la situation des docteurs par exemple est la plus difficile :

« Les diplômés en sciences exactes en dehors des secteurs de la chimie et des sciences de la vie connaissaient, en 2004, un taux de chômage de 6%. Les docteurs en chimie et sciences de la vie connaissaient à cette date des taux de chômage sensiblement plus importants (13,6%), des parts de contrats à durée déterminée (CDD) également plus importantes et des salaires médians sensiblement moins élevés. » Observatoire de l'emploi scientifique : Etat des lieux de l'emploi scientifique de février 2007)

- Avant de pouvoir éduquer les élèves, il faut déjà avoir *formé les professeurs* de l'enseignement secondaire en quantité et qualité. Cette profession difficile doit être attractive pour les étudiant-e-s.

Sur notre vaste sujet de « l'avenir de l'enseignement scientifique au lycée et dans l'enseignement supérieur », je terminerai par deux recommandations ou espoirs pour la suite :

- Beaucoup de critiques ont été exprimées à ce colloque, mais n'oublions pas tout ce qui va bien aujourd'hui, qu'on pourrait bien sûr améliorer. Il ne faut surtout pas « du passé faire table rase » !
- Le colloque d'aujourd'hui a permis de rassembler, au-delà des cadres disciplinaires, des sociétés savantes et simplement des femmes et des hommes de bonne volonté. L'expérience de cinq ans de réflexions du collectif ActionSciences, encore enrichie par les échanges de cette journée, sera utile à la collectivité, en particulier dans les commissions de l'éducation nationale qui se créent en ce moment, auxquelles il souhaite être invité.

Merci à tous les présent-e-s de faire connaître les contenus de cette riche journée. Nous espérons qu'elle contribuera à améliorer l'avenir de l'enseignement scientifique dont notre pays a tant besoin.

Questions et commentaires avant le colloque

Question n°1

Certaines grandes entreprises commencent à délocaliser des travaux informatiques en Inde.

Certaines grandes écoles françaises commencent à créer des centres dans les pays émergents.

Certains pays émergents investissent massivement dans la formation scientifique dès l'enseignement secondaire comme en témoignent leurs performances aux olympiades internationales de mathématiques et de physique.

La mondialisation ne risque-t-elle pas de toucher l'emploi scientifique qualifié en France après avoir touché l'emploi industriel peu qualifié ?

La comparaison du système français avec les autres systèmes d'enseignements européens, qui a fait l'objet de nombreux rapports récents, est-elle vraiment pertinente ? Ne vaudrait-il pas mieux regarder du côté de ces pays émergents ?

Stéphane Olivier

Question n°2

Il a été annoncé (Xavier Darcos, je crois) que 5 % des meilleurs élèves de toutes les terminales pourraient entrer en prépa.

Comment concilier ce projet avec le souci d'améliorer le niveau en début de licence ?

André Morel

Question n°3

Comment lutter contre les effets pervers du LMD :

- parcellisation et incohérence,
- réduction des horaires et inflation des contrôles,
- abandon des concepts et repli sur les techniques,
- coupure entre mathématiques et autres sciences accentuée ?

Marc Rogalski

Question n°4

Quand l'université prendra-t-elle enfin au sérieux la formation des enseignants-chercheurs à la composante enseignante de leur profession (CIES et formation des moniteurs) ?

Marc Rogalski

Question n°5

Il est actuellement question de la "masterisation de la formation des enseignant-e-s".

- Sait-on ce que ce projet recouvre ?
- Quelles sont les échéances ?
- Action Sciences (voire chacune des sociétés qui le composent) devrait-elle prendre position sur ce sujet avant que les décisions ne soient prises au niveau du ministère ?

Stéphane Jaffard

Question n° 6

Le ton est peut-être un peu narquois mais c'est surtout pour faire percutant. J'ai beaucoup d'estime pour les rédacteurs de la grande majorité des rapports que j'ai lus.

Question aux responsables du système, IGEN par exemple, mais pas seulement :

La motivation des acteurs : développer l'enseignement scientifique, cela suppose des enseignants « motivés », des enseignants qui ont confiance dans l'institution.

Lorsque des « innovations » sont créées, par exemple TPE ou options, MISVT, les enseignants s'investissent et quelques années après, sans aucune explication, sans remerciement pour leur travail, sans évaluation « scientifique » des actions menées, ils vont apprendre que le ministère abandonne.

Et pourtant de toute part (OCDE, INRP, IGEN, Académie des Sciences, HCST), on recommande une modification des méthodes, un renouvellement des pratiques et des contenus. Alors, quelles sont les hypothèses ?

- a. Il n'est pas bon d'avoir raison trop tôt
- b. Il y a un complot contre les sciences.
- c. C'est un coup bas de la gauche ou de la droite.
- d. Pas la peine de s'inquiéter, la main invisible du marché va tout régler !

Pour voter appelez <http://education.gouv.fr>

Question aux citoyens électeurs et parents :

Débrouillez-vous !

Les chefs d'entreprise qui investissent dans un équipement informatique et des logiciels forment leurs personnels et assurent l'entretien de leurs équipements.

Dans les établissements scolaires équipés, la mise en service, l'entretien, la maintenance des équipements informatiques est du domaine de la bonne volonté. 8 modèles de PC, 4 systèmes d'exploitation, plus de 50 logiciels plus ou moins compatibles (et des licences Microsoft qui coûtent cher) mais aucun « responsable » informatique (temps complet). Comment voulez-vous convaincre ceux qui s'y sont affrontés sans succès ?

Commentaire n°1

Le récent "socle pour la licence de mathématiques" adopté par la SMF, la SMAI et la SFDS me paraît une excellente illustration de plusieurs des dérives perverses du LMD citées dans la question n°3.

Marc Rogalski

Commentaire n°2

Très rares sont les universités qui s'occupent sérieusement de la formation à l'enseignement universitaire de leurs moniteurs.

Pourtant, là où c'est fait sérieusement, on constate une grande réceptivité chez les intéressés, souvent bien plus conscients des problèmes des étudiants que bien des universitaires chevronnés.

Marc Rogalski

Commentaire n° 3

En tant que professeur de sciences physiques en lycée, je constate que trop de nos lycéens ont de moins en moins de recul face aux calculs : la faute aux allègements des horaires de maths en collège. Cela induit un problème majeur ; au lieu d'avoir du recul et de s'intéresser aux résultats scientifiques de leur travail, ces élèves sont absorbés par leurs calculs.

On peut alors comprendre qu'ils ne choisissent pas une voie scientifique pour laquelle, à tort pour certains, ils ne se sentent pas faits !

Hervé Pouliquen

Questions et commentaires dans la boîte réservée à cet effet lors du colloque

Commentaire n°1

Vincent Mosser, que je connais car il participe comme représentant de la SFP au groupe de travail Commission des Titres d'Ingénieur (CTI) - sociétés savantes de mathématiques sur la formation mathématique des ingénieurs, a bien présenté plusieurs problèmes posés par l'enseignement de la physique dans les formations d'ingénieurs. Il y a aussi beaucoup à dire sur les mathématiques. Il me semble qu'une des caractéristiques de la situation actuelle est la restriction, dans de nombreuses écoles d'ingénieurs, de la place habituellement réservée aux sciences (mathématiques, physique, voire informatique).

La question a également été abordée lors de la table ronde finale, par Madame Françoise Boutin d'EDF, qui a rappelé l'importance de la formation scientifique des ingénieurs. Cependant il y a loin entre ces propos (qui vont dans le bon sens) de la directrice des ressources humaines de la branche recherche et développement d'EDF et la réalité de nombreuses écoles d'ingénieurs, dans lesquelles la part faite aux sciences se voit considérablement réduite. Contrairement aux propos de certains commentateurs, ce n'est pas une tendance qui aurait eu cours il y a quinze ans et qui aurait disparu.

Guy Chassé

Commentaire n°2

Les débouchés annuels dans la recherche académique (universités, organismes) sont de l'ordre de 3000 par an, toutes disciplines confondues, et on soutient 10 000 thèses par an toutes disciplines confondues. Respectivement 0,3 % et 1,2 % d'une classe d'âge, c'est négligeable. On ne doit pas confondre cours scientifiques et préparation au métier de chercheur, surtout pas au niveau de l'entrée à l'université.

Martin Andler

Question n°1

En moyenne, dans les grandes universités étrangères, les étudiants ont entre 400 et 450 h d'enseignement et ne sont pas si mauvais que ça. Pourquoi devrions-nous nous aligner sur les 900 heures de prépas ?

Martin Andler

Question n°2

Que pensez-vous de l'introduction de l'Histoire des Sciences dans l'enseignement des sciences de l'école à l'université ? et comment ?

Edith, Mairie d'Ivry

Question n°3

Y a-t-il, en France, un projet de mise en place de signaux d'ouverture du marché par les industriels ?

Glossaire

BPCST : une des voies d'études en classe préparatoire scientifique : Biologie, Physique, Chimie et Sciences de la Terre

BTS : Brevet de Technicien Supérieur

CIES : Centre d'Initiation à l'Enseignement Supérieur

CTI : Commission des Titres d'Ingénieur

DEPP : Direction de l'Évaluation, de la Prospective et de la Performance

GEA : en fait DUT – GEA, DUT Gestion et Administration des Entreprises

HCST : Haut Conseil de la Science et de la Technologie

IGEN : Inspection Générale de l'Éducation Nationale

INRP : Institut National de Recherche Pédagogique

IUT : Institut Universitaire de Technologie

LMD (licence, master, doctorat) : réforme des études universitaires en Europe mise en place à partir de 2002

MI – SVT : Mesures et Informatique en Sciences de la Vie et de la Terre

OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Économique

P2S : Pratique Scientifique en classe de Seconde

TPE : Travaux Personnels Encadrés

TC : BTS ou DUT – TC : BTS ou DUT Techniques de Commercialisation

STID : Statistiques et Traitement de l'Information des Données

RERS : Repères Et Références Statistiques pour l'enseignement

Intervenants du colloque

Présentation d'ActionSciences et de la genèse du colloque



Véronique Slovacek-Chauveau

fetm@ihp.jussieu.fr

Véronique Slovacek-Chauveau, ancienne élève de l'Ecole normale supérieure de jeunes filles (Sèvres), est professeure de mathématiques au lycée Camille Sée à Paris (15ème).

Très impliquée au sein de l'association «femmes et mathématiques» depuis son arrivée dans ce lycée en 1995, membre du conseil d'administration de l'association «Femmes et Sciences», elle participe ou a participé aux activités de plusieurs associations de culture mathématique (Animath, MATH.en.JEANS).

Elle participe aux activités d'ActionSciences depuis avril 2003.

Les bacheliers S et STI - choix d'orientation dans l'enseignement supérieur

Sylvie Lemaire

prenom.nom@education.gouv.fr

Sylvie Lemaire est chargée d'études, responsable du panel de bacheliers suivis dans l'enseignement supérieur au sein du bureau des études statistiques sur l'enseignement supérieur, DEPP.

Delphine Perelmutter

prenom.nom@education.gouv.fr

Delphine Perelmutter est chargée d'études, responsable de l'exploitation statistique des résultats au baccalauréat au sein du même bureau à la DEPP.

Constat / enquêtes CSA et SOFRES



Daniel Boy

daniel.boy@sciences-po.fr

Daniel Boy est Directeur de recherche au Centre d'Etude de la vie politique Française (Sciences Po). Depuis une vingtaine d'années il a exercé ses activités de recherche et d'enseignement dans trois domaines principaux :

la sociologie électorale ; l'analyse des mouvements écologistes en Europe ; et l'évolution des attitudes du public à l'égard du développement scientifique et technique.

Il participe régulièrement aux enquêtes électorales du Cevipof. Il est engagé dans une équipe de recherche qui analyse les mouvements Verts en Europe. Enfin, il a élaboré pour le compte du Ministère de la Recherche plusieurs grandes enquêtes sur la perception du progrès scientifique et technique et tiré des conclusions de leurs analyses. Depuis quelques années il participe à un groupe de recherche européen sur les méthodes de délibération concernant les enjeux scientifiques et techniques. Dans ce cadre, il a contribué à l'organisation, en France, de plusieurs «Conférences de citoyens» (OGM, nanotechnologies, etc.).

Publications :

- L'écologie au pouvoir, Paris, Presses de Sciences Po, 1995, 278 p.(en collaboration)
- Le progrès en procès, Paris, Presses de la Renaissance, 1999.
- «Science, démocratie et risques majeurs», Problèmes politiques et sociaux, n°823, 25 juin 1999, La Documentation Française.
- Les biotechnologies en débat, Paris, Balland, 2002 (en collaboration)
- Les conférences de citoyens, mode d'emploi, Paris, Editions Charles Léopold Mayer, Descartes et Cie (en collaboration)
- Pourquoi avons-nous peur de la technologie, Paris, Sciences Po Les Presses, 2007.

Éléments de réflexion pour l'évolution du lycée d'enseignement général



Daniel Duverney
dduverney@nordnet.fr

Daniel Duverney est né en 1955. Ancien élève de l'Ecole normale supérieure de Cachan ; il est agrégé de mathématiques, licencié en sciences de l'éducation et titulaire de l'habilitation à diriger des recherches (théorie des nombres). Après avoir occupé différents postes dans l'enseignement secondaire et en prépa HEC, il enseigne depuis 1993 en classe préparatoire ATS (Adaptation Technicien Supérieur) au lycée d'enseignement général et technologique Baggio à Lille. Au sein d'Action Sciences, il travaille depuis plusieurs années à l'étude de l'évolution du lycée à partir des années soixante, notamment à l'analyse des transformations de la voie scientifique depuis la «rénovation pédagogique» (1992-1995) et la «réforme des lycées» (2000-2003).

Les lycéens scientifiques et leurs choix d'études



Bernard Convert, Clersé (CNRS, Université de Lille 1)
bernard.convert@ifresi.univ-lille1.fr

Bernard Convert est né en 1951 à Lyon. Il est Chargé de recherche au CNRS en sociologie.
Etudes supérieures à Lille (Ecole Centrale, Université des Sciences et Technologies) et Paris (Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales). Domaines de recherche : Sociologie économique, sociologie de l'éducation, sociologie de l'internet.
Récents ouvrages : Les impasses de la démocratisation scolaire (2006) ; Les groupes professionnels et l'internet (2007) (avec Lise Demailly)

Quelques exemples d'organisation dans d'autres pays

Pierre Legrand

Pierre Legrand est ancien élève de l'ENS de la rue d'Ulm, professeur de mathématiques spéciale jusqu'en 1981, puis inspecteur général de l'Education nationale. Doyen du groupe des mathématiques de 1985 à 1993, il a coordonné à la demande du Ministre un rapport sur le baccalauréat, remis en 1993. Il a également été le responsable, de 1991 à 1994, de deux rapports de l'Inspection générale sur les examens à l'étranger, rédigés à partir des informations recueillies sur place.

Essor des sciences de la vie et de la Terre



Daniel Thomas
Daniel.thomas@utc.fr

Daniel Thomas est Professeur à l'Université de technologie de Compiègne
Fondateur de l'UMR CNRS - Génie enzymatique et cellulaire (1974)
Vice-Président du Conseil scientifique de l'UTC
Fondateur du pôle de compétitivité à vocation mondiale «industries et agroressources»
membre de l'Académie des Technologies
Président de la section «Biochimie et biologie moléculaire» du Conseil national des universités (CNU)
Fondateur du premier programme de biotechnologie de l'Union Européenne (1980)
Directeur du Programme national des biotechnologies (1985-1993)
Président de l'Agence Régionale d'Innovation (ARI) de Picardie

L'université et son évolution



Pierre Arnoux

arnoux@iml.univ-mrs.fr

Après avoir enseigné à Reims et Paris, Pierre Arnoux est actuellement professeur de mathématiques à l'université d'Aix-Marseille, faculté des sciences de Luminy.

Il travaille en systèmes dynamiques, dans un domaine qui mêle la géométrie, l'arithmétique, l'informatique et les probabilités. Il n'aime pas beaucoup les classifications qui opposent les sciences entre elles en les enfermant dans des boîtes sans communications. Il s'intéresse, par métier et par goût, aux problèmes de l'enseignement, dans le secondaire et le supérieur. Cet intérêt a démarré, il y

longtemps, par la constatation de taux d'échecs supérieurs à 60 % à certains examens, ce qu'il jugeait, et juge toujours, inadmissible pour un enseignement normal.

Grandes écoles et formation des ingénieurs



Vincent Mosser

vincent.mosser@itron.com

Vincent Mosser est Docteur-Ingénieur de l'ENST (Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications).

Il poursuit et encadre une activité de recherche en milieu industriel depuis 20 ans. Il a développé plusieurs types de microcapteurs à base de matériaux semiconducteurs, pour les besoins du comptage de l'énergie aussi bien que ceux des services à l'industrie pétrolière, c'est-à-dire des domaines nécessitant un haut niveau de performances métrologiques.

Il a constamment pratiqué une coopération approfondie avec de nombreux partenaires de différents mondes, aux interfaces entre la physique académique et différentes industries.



Daniel Plusquellec, professeur

Directeur de l'École nationale supérieure de chimie de Rennes

Président de la Fédération Gay-Lussac

Table ronde



Marie-Françoise Roy

marie-francoise.roy@univ-rennes1.fr

Marie-Françoise Roy est professeure de mathématiques à l'Université de Rennes 1. Présidente de 2004 à 2007 de la Société Mathématique de France elle a participé activement à la réalisation de la brochure «Zoom sur les métiers des mathématiques» parue en 2007 à l'initiative de quatre associations de mathématicien-ne-s : la SMF, la SMAI, la SFdS et *femmes et mathématiques*.



Françoise Boutin

Françoise Boutin, 53 ans, est Directrice des Ressources Humaines de la Recherche et Développement du Groupe EDF depuis 5 ans.

De formation scientifique (Math Sup, Math Spé, Ingénieur ESTP, DEA de mécanique des fluides et thermique), Françoise Boutin a travaillé plus de 20 ans sur les aspects techniques du domaine de l'énergie : énergie solaire, puis construction et ingénierie des centrales nucléaires.

Son intérêt pour les sciences humaines l'a conduite à la Direction du Personnel et des Relations Sociales de EDF, puis à la Direction de la Recherche et Développement

où son poste de DRH lui permet de concilier son goût pour l'ensemble des sciences.

La place des femmes dans le domaine des sciences est un de ses points de vigilance.



Céline Colson

apbg@wanadoo.fr

Céline Colson est ancienne élève de l'Ecole Normale Supérieure de Lyon, elle est agrégée des Sciences de la Vie et de la Terre et enseigne actuellement en tant que monitrice, dans les préparations CAPES-agrégation de l'Université Claude Bernard Lyon 1 et de l'ENS de Lyon. Elle est membre de l'Association des Professeurs de Biologie et Géologie.

La thématique de recherche de son doctorat est l'écophysiologie et la phylogénie d'organismes souterrains.

Elle a été intervenante en interrogations orales en classes préparatoires BCPST et participe aujourd'hui, en collaboration avec l'INRP, à des projets scientifiques avec des lycées de Lyon et de sa région: option P2S en classe de seconde sur le cycle du carbone et TPE en classe de première sur le milieu souterrain (mission Santo 2006).



Marie-Claude Gaudel est professeure émérite à l'Université de Paris-Sud, Orsay, où elle a dirigé le Laboratoire de Recherche en Informatique.

Elle est Docteur *Honoris Causa* de L'École Polytechnique Fédérale de Lausanne, et a reçu la médaille d'argent du CNRS en 1996 pour ses travaux sur l'utilisation de méthodes formelles pour le développement, la validation et le test de logiciel.

Elle est auteure et co-auteure de plus de 120 publications internationales, et a écrit plusieurs livres d'enseignement sur l'Algorithmique et le Génie logiciel.



Alexandre Moatti

a.moatti@cgenial.org

Alexandre Moatti, X-Mines, a fait carrière dans le public et le privé. Il a rejoint le cabinet de la ministre de la recherche en 2002, où il a créé le portail www.science.gouv.fr, dont il est directeur de publication ; il a par ailleurs été secrétaire général du projet «Bibliothèque numérique européenne» en 2005-2006 ; il opère dans ces deux branches de la diffusion du patrimoine scientifique sur Internet et de la diffusion de la culture scientifique. Par ailleurs auteur scientifique (blog de sciences www.indispensables.net), il a rejoint en avril 2007 la Fondation C.Génial, fondation de six grandes entreprises qui se mobilisent pour la science.



Pierre Léna

Pierre Léna est docteur ès sciences (1969). Il a été assistant, puis maître-assistant au Centre universitaire d'Orsay de l'université de Paris (1960-1970), puis est chercheur associé à l'Observatoire de Paris (1969-présent) dans lequel il a dirigé le Laboratoire d'astronomie infrarouge associé au CNRS (1971-1983).

Il a aussi été Président du Comité d'éthique du CNRS (2003-2007) et est Vice-président de l'Association Bernard-Grégory.

Ses principales fonctions passées :

- Responsable de la formation doctorale «Astrophysique et techniques spatiales» des universités Paris VII et Paris XI (1976-1996)
- Directeur de l'École doctorale «Astronomie et astrophysique d'Ile-de-France» (1996-2002) Conseiller puis chargé de mission auprès du Directeur général des enseignements supérieurs et de la recherche au ministère de l'Éducation nationale (1981-1986)
- Représentant de la France au Conseil de l'organisation européenne «Observatoire européen austral» (1986 -1993)
- Chercheur associé à l'observatoire de Kitt Peak (Arizona) (1966-1968 ; 1975-1976) ainsi qu'au High Altitude Observatory (Colorado) en 1968
- Président de la Société française de physique (1989)
- Président de l'Institut national de recherche pédagogique (1991-1997)



Jean Ulysse

apbg@wanadoo.fr

Jean Ulysse est agrégé de géologie. Ancien président de l'Association des Professeurs de Biologie Géologie, il en est actuellement le Secrétaire général. Professeur de l'enseignement secondaire en retraite, il a assuré deux mandats comme membre élu de la Commission nationale française pour l'éducation, la science et la culture de l'Unesco. Il a représenté la France au sein de l'European Countries Biologists Association (ECBA). Il est actuellement Président du conseil scientifique d'Ebulliscience et vice-président de la Société d'Études des Hautes-

Alpes. Il a participé, comme expert, à trois commissions nationales ministérielles d'élaboration des programmes des sciences de la vie et de la Terre.

Conclusions du colloque



Claudine Hermann

claudine.hermann@polytechnique.edu

Claudine Hermann, physicienne, a été la première femme à être nommée professeure à l'École polytechnique (1992). Elle a été membre fondatrice et première présidente (2001-2004) de l'association «Femmes et Sciences», dont elle est maintenant présidente d'honneur.

A la retraite depuis 2006, elle est membre de plusieurs conseils d'administrations (Fondation EADS, Plateforme européenne des femmes scientifiques) et conseils scientifiques (Fondation C.Génial, Cité des Sciences et de l'Industrie de La Villette).

