

ENSEIGNEMENT

Les Mathématiques dans les nouveaux cursus universitaires (Licence, Master, Doctorat)

Débat organisé par la SMF et la SMAI le 18 janvier 2003

Le nouveau schéma licence – master – doctorat doit être mis en œuvre dans les contrats quadriennaux des universités, au fur et à mesure de leur renouvellement. Une première vague d'universités s'est trouvée concernée dès l'automne 2002. Les autres universités devront faire des propositions dans les deux années qui viennent et de nombreuses interrogations se sont exprimées sur la manière d'intégrer les enseignements de mathématiques dans ce nouveau schéma.

Pour favoriser un échange d'informations, la SMF et la SMAI ont organisé une rencontre qui s'est tenue le 18 janvier 2003 à l'Institut Henri Poincaré.

Cette rencontre a été divisée en trois parties dont chacune était introduite par une intervention très courte. Malgré leur brièveté, imposée pour laisser du temps au débat, ces introductions ont bien montré l'importance de la réflexion et des projets suscités par la réforme en cours. Leurs auteurs les développent dans le dossier qui suit. De plus, Jean-Pierre Korolitski, adjoint au Directeur de l'Enseignement Supérieur, a bien voulu participer à cette rencontre pour expliciter les rôles respectifs des universités et du ministère dans la mise en place du nouveau schéma.

– *Les nouveaux cursus et l'Europe*

Jean-Yves Mérimod, professeur à l'université Louis Pasteur de Strasbourg et ancien président de cette université, a évoqué les motivations d'harmonisation européenne, tant anciennes que récentes. Martine Bellec, directrice de l'UFR de Mathématiques de la Décision, université de Paris-Dauphine, a présenté les travaux du groupe de travail européen « Tuning Educational Structures in Europe ». Christian Duhamel, maître de conférences à l'université de Paris-Sud, chargé de mission au ministère de l'éducation nationale (délégation aux relations internationales et à la coopération) a décrit un projet de master européen.

– *La mise en place des nouveaux cursus en France*

Pierre Arnoux, professeur à l'université de la Méditerranée, Marseille-Luminy, membre du Groupe d'Experts pour les Programmes Scolaires (GEPS) de mathématiques et de la Commission de Réflexion sur l'Enseignement des Mathématiques (CREM), a présenté une synthèse des propositions faites par certaines universités et explicité les questions auxquelles les mathématiciens se trouvaient confrontés. Certains éléments de réponse ont été donnés par J.-P. Korolitski. Plusieurs collègues ont fait part de leur expérience et de leurs interrogations, que leurs universités fassent partie de la première vague

de contractualisation (Bordeaux, Grenoble, Poitiers, Limoges) ou des suivantes (Toulouse, Amiens, Paris 6, Paris 7, etc). On trouvera ci-dessous un compte-rendu plus détaillé de ce moment du débat.

– *Les mathématiques dans les formations professionnalisantes*

Monique Pontier (professeure à l'université Paul Sabatier de Toulouse) a commenté la partie consacrée aux *débouchés* du rapport du Comité National d'Évaluation sur *Les mathématiques orientées vers les applications*. Jean Fonlupt, professeur à l'université de Paris 6, a plaidé pour une intégration de la recherche opérationnelle dans les formations de mathématiques appliquées et Yves Escoufier, professeur à l'université de Montpellier 2, ancien président de cette université et membre de la CREM, a parlé de la place des mathématiques dans les licences professionnelles.

Nous sommes heureuses que cette rencontre ait attiré de nombreux collègues, en particulier des représentants de plusieurs universités de province et nous remercions tous ceux qui ont permis aux débats de se tenir dans de bonnes conditions, nous semble-t-il. Nous tenons en particulier à remercier Jean-Pierre Kahane qui a efficacement rythmé le déroulement de l'après-midi.

À la suite des questions posées par P. Arnoux, J.-P. Korolitski a exposé la position du ministère.

La volonté de mettre en œuvre la construction de l'espace européen de l'enseignement supérieur en Europe avait au départ deux objectifs :

- mobilité à l'intérieur de l'Europe ;
- attractivité des formations européennes pour l'extérieur de l'Europe.

Ce projet a rencontré un succès rapide auprès des différents gouvernements. En effet, il donne à chaque pays l'occasion de surmonter ses propres blocages : par exemple, en Allemagne et en Italie, le manque de niveaux intermédiaires dans le cursus universitaire. En ce qui concerne la France, divers avantages sont attendus de la réforme :

- une meilleure lisibilité des dispositifs diplômants actuellement trop dispersés : par exemple, entre bac+3 et bac+5, maîtrises diverses, MST, MIAGE, MSG, IUP, DEA, DESS, Magistère, etc.
- assurer la cohérence internationale entre les deux systèmes classes prépa–grandes écoles et universités ;
- flexibilité de l'offre de formation, articulation entre formation initiale et formation continue, enseignement présentiel et à distance (crédits, validation des acquis) ;
- visibilité des hautes qualifications (niveau master) et de la formation par la recherche ;
- une procédure alliant les initiatives locales et une régulation nationale : les établissements disposant d'une liberté de proposition pour les contenus des formations (comme pour les programmes de recherche) et le ministère évaluant la compétence des équipes (évaluation dont est chargée la mission scientifique, technique et pédagogique) mais aussi l'adéquation des contenus proposés avec les publics hétérogènes au niveau licence et avec les débouchés recherche ou

professionnels au niveau master. Cette évaluation garantit et même renforce la valeur nationale des diplômes.

En conclusion, il n'y a pas de « norme cachée » du ministère, les grands objectifs sont fixés, pas le détail des modalités. Les universités ne devraient pas se focaliser sur ce que va peut-être répondre le ministère, mais élaborer des projets dans le cadre très large de l'arrêté.

Nous poursuivons ce compte-rendu par une liste, très probablement incomplète, des questions abordées lors de ce débat :

– *Les débouchés pour les étudiants de mathématiques*

Benoît Chevallier (Bordeaux) évoque la désaffection pour les études scientifiques. Nos étudiants sont cependant ceux qui ont déjà les meilleurs taux d'insertion dans la vie professionnelle (95%, voir la revue de l'étudiant, novembre 2002). Il nous faut développer les débouchés professionnels (voir les interventions de M. Pontier, J. Fonlupt et Y. Escoufier) et faire la promotion de ces débouchés auprès des étudiants de DEUG et des conseillers d'orientation. Jean-Pierre Borel (Limoges) regrette qu'on n'ait pas repéré de débouchés professionnels au niveau Licence de mathématiques, car la perspective de cinq années d'études décourage beaucoup d'étudiants. Or le problème actuel est d'attirer les étudiants vers les DEUG scientifiques. G. Pagès (Paris 6) attire l'attention sur le succès, après un stage en entreprise, d'étudiants aux résultats universitaires jugés jusque-là médiocres : heureuse conséquence de la confrontation avec le concret. Il souhaite aussi qu'on mette en valeur les qualités des étudiants qui leur permettront de devenir de bons ingénieurs ; certains possèdent de telles qualités, différentes et complémentaires de celles qui font un bon mathématicien.

– *La pluridisciplinarité*

En théorie elle devrait être développée et cette réforme est l'occasion de rencontres interdisciplinaires. Il semble cependant qu'il y a peu de projets de licences bidisciplinaires, hormis les licences pluridisciplinaires à destination des professeurs des écoles. Un risque de repli sur elles-mêmes des disciplines existe : par exemple la part de l'enseignement des mathématiques dans les cursus à dominante physique, chimie, biologie ou même informatique semble baisser. Un tel repli ne correspond pas aux objectifs du LMD. « Les matheux cependant oublient de s'intéresser aux étudiants qui ne se destinent pas à faire des mathématiques » (J.-P. Borel, Limoges) et « il nous faut faire des efforts dans notre manière d'enseigner aux étudiants des autres disciplines » (Gilles Raby, Poitiers).

J.-P. Korolitski signale qu'on peut profiter du dispositif majeure/mineure pour sortir du monodisciplinaire en licence, mais que les universités sont libres d'adopter d'autres schémas (50/50 ou autre...).

– *La pédagogie et le contrôle des connaissances*

Il faudra tenir compte des disparités énormes à l'entrée à l'université. En mathématiques, on voit des lacunes persister jusqu'en maîtrise. Il y a des efforts à faire en ce qui concerne l'enseignement des mathématiques aux étudiants des autres disciplines. Il faut poursuivre la réflexion sur la place de l'enseignement des statistiques et des probabilités. À ce sujet, Gérard Tronel (Paris 6) signale

qu'en Grande-Bretagne, l'enseignement des statistiques au lycée est remis en cause par les statisticiens eux-mêmes.

J.-P. Borel (Limoges), avec d'autres, se demande comment éviter les effets funestes du morcellement. Va-t-on évaluer des unités valant 2 crédits ?

J.-Y. Mérimondol regrette que les filières scientifiques restent frileuses quant à l'ouverture internationale. Par contraste, en économie-gestion et finance, une partie de la scolarité s'effectue obligatoirement à l'étranger.

– *Les crédits*

Que représente au juste un crédit ? La valeur en crédits d'une unité d'enseignement est-elle proportionnelle à sa durée, en comptant en moyenne 2 crédits par semaine de travail ?

J.-P. Korolitski distingue le temps nécessaire à différents publics pour acquérir les connaissances sanctionnées par un diplôme et la valeur en crédits de ce diplôme qui est un invariant. En principe, la licence ou le master garantissent un niveau, pas une durée d'études. J.-P. Borel (Limoges) regrette qu'il semble cependant s'instaurer une proportionnalité entre crédits et heures d'enseignement et souhaite surtout qu'on ne passe pas trop de temps à effectuer le contrôle de connaissances. À la suite d'une question de P. Arnoux sur la relation entre coefficients et crédits, J.-P. Korolitski répond que la valeur en crédits d'une unité est proportionnelle à son coefficient.

J.-Y. Mérimondol insiste sur le fait que la reconnaissance de crédits par une université n'est pas automatique.

– *Les places respectives de l'école doctorale et des départements d'enseignement dans la mise en place des masters*

J.-P. Korolitski estime que le LMD permet de concevoir une offre articulant davantage master recherche et master professionnel que dans le système actuel DEA/DESS. Diverses formules existent, par exemple des masters en **T** permettant d'intégrer des élèves d'école d'ingénieur en 2^{ème} année (Bordeaux, Grenoble). Selon lui, l'École Doctorale doit participer au montage, et les étudiants doivent être préparés pour entrer en École Doctorale.

Jean-François Méla (Paris 13) s'inquiète qu'un excès d'ambition ne déstabilise le système : « Ce n'est pas le grand soir de l'Université ». Selon lui, la force des universités réside dans leur potentiel de recherche qui doit être exploité dans des formations de haut niveau.

– *Les grandes écoles*

Pourront-elles décerner le grade de master (J. Fonlupt, Paris 6) ? Le grade de master est d'ores et déjà décerné aux titulaires du titre d'ingénieur. Certaines écoles se rapprochent aussi des universités pour « produire » des masters et des docteurs, dit J.-P. Korolitski.

– *Un master enseignement ?*

J.-P. Korolitski répond très fermement qu'il n'est pas envisagé que le ministère accepte des masters enseignement car le ministère ne veut pas de master en sciences de l'éducation. En revanche une offre master dans un domaine peut parfaitement comporter des parcours préparant aux concours. Il indique que, pour le moment, les conditions de recrutement pour le CAPES et l'agrégation sont inchangées. Certaines universités proposent de mettre en place un master professionnel en mathématiques pures (qui correspondrait à l'année de préparation

à l'agrégation). Jean-François Jaulent (Bordeaux) note que c'est un choix politique car il y a actuellement dans leur université beaucoup plus d'étudiants suivant la préparation à l'agrégation de mathématiques (60) que d'étudiants préparant un DEA (une douzaine). Jean Fresnel (Bordeaux) signale qu'à côté des 24 DESS de leur université il y a place pour un master professionnel de qualité à destination de l'enseignement. À Limoges on souhaite en discuter avec l'employeur éventuel comme pour tout master professionnel. J.-P. Kahane souhaite qu'on envisage un « master de mathématiques orienté vers l'enseignement » plutôt qu'un « master d'enseignement ».

– *Les moyens*

René Cori (Paris 7) s'interroge sur les moyens dont les universités disposeront pour mettre en œuvre cette réforme ainsi que sur les problèmes financiers que pose la mobilité aux étudiants des classes moyennes. J.-P. Korolitski lui répond qu'actuellement les mathématiques ne sont pas sous-encadrées dans les universités et que, dans ces circonstances, les primes de responsabilité pédagogique peuvent être utilisées pour décharger les enseignants qui consacraient du temps à la mise en œuvre du LMD. Pour ce qui est des étudiants, des bourses de mobilité sont prévues pour les étudiants déjà boursiers.

J.-P. Kahane conclut la séance à 17 heures, en indiquant que ces débats seront utiles à la CREM, dans le cadre des groupes « mathématiques dans les enseignements professionnels » et « mathématiques en relation avec les autres disciplines ». Nous espérons que cet échange d'informations pourra se poursuivre, en particulier sur le forum de discussion de la SMF (<http://smf.emath.fr>).

Nicole Berline¹ et Nicole Bopp²

Une réforme européenne

L'équivalence des grades, une idée ancienne

La réforme du L-M-D (Licence-Master-Doctorat) actuellement mise en place par les pouvoirs publics, s'insère dans un mouvement européen. Si l'impulsion du mouvement actuel est récente (mai 1998), les préoccupations de fond sont anciennes. En témoigne cet extrait d'un compte rendu d'une réunion tenue fin octobre 1894 à Lyon. Il s'agit d'un congrès international de l'enseignement supérieur, dont les trois thèmes d'étude restent d'une certaine actualité :

« - *Du mode de recrutement des professeurs à Paris et en province, comparé à ce qui existe à l'étranger,* »

« - *De l'équivalence des études et des grades dans les universités françaises et étrangères,* »

« - *Des moyens de soustraire les universités françaises à l'uniformité des programmes en favorisant le développement de chacune selon ses aptitudes, ses tendances et le caractère de la région.* »

¹ École Polytechnique, berline@math.polytechnique.fr

² IUFM d'Alsace, bopp@math.u-strasbg.fr

Le préambule de l'exposé du rapporteur du second thème pourrait probablement être repris aujourd'hui :

« La question de l'équivalence internationale des études et des grades n'est pas une question nouvelle ; presque tous les Congrès de l'enseignement supérieur, soit en France, soit à l'étranger, l'ont examinée et elle a donné lieu à de nombreuses résolutions. Nous ne croyons pas qu'elle puisse être considérée comme vaine et oiseuse : il nous semble qu'elle est toujours pendante. Les propositions votées au Congrès de Paris en 1889, bien que le procès-verbal de l'assemblée générale constate qu'elles ont été toutes adoptées à l'unanimité, n'ont pas mis un terme aux discussions et n'ont rien changé à l'état de choses préexistant. Il ne faut pas en être surpris puisque c'est seulement à la condition de s'en tenir à des formules très générales qu'on peut arriver à obtenir cette adhésion unanime. Les controverses reparaissent dès que l'on essaie de préciser les conséquences et d'entrer dans le détail de l'application des principes. »

La proposition principale que retient le congrès d'octobre 1894 est la suivante :

« Que les équivalences de scolarité, admises déjà dans un grand nombre de pays, soient généralisées, et notamment :

1) que l'étudiant d'une nationalité soit admis à imputer sur la durée de la scolarité universitaire exigée dans son pays un certain temps d'études passé dans une université étrangère ;

2) que l'étudiant étranger soit autorisé à se prévaloir de la totalité du temps passé dans une université étrangère. »

La loi de 1896 sur l'enseignement supérieur se donne comme ambition de développer les facultés, et sa mise en œuvre permet de faire le point sur le retard français en matière d'accueil des étudiants étrangers. Ainsi, Ernest Lavisse, dans un rapport sur un décret de 1897 sur le « régime scolaire et disciplinaire des universités », signale que si l'université de Berlin accueille 200 étudiants américains, l'université de Paris en compte moins de 30. Il demande des assouplissements qui ne sont pas accordés : les pouvoirs publics n'acceptent pas d'ouvrir largement les portes des facultés aux étudiants étrangers. En revanche, les facultés sont autorisées à créer des diplômes propres. Elles utiliseront cette possibilité pour délivrer aux étudiants étrangers ces titres spécifiques¹, souvent de moindre valeur que les grades d'État, et non reconnus en France pour l'exercice d'une profession ou pour la poursuite des études.

Presqu'au même moment les universités américaines les plus prestigieuses cherchent à s'organiser collectivement : en janvier 1900, les présidents de Harvard University, Columbia University, Johns Hopkins University, The University of Chicago et University of California, adressent une lettre à huit de leurs collègues (Clark University, Cornell University, University of Michigan, University of Pennsylvania, Princeton University, Leland Stanford Junior University, University of Wisconsin et Yale University) pour discuter de sujets d'intérêt commun lors d'une conférence à Chicago (les 27 et 28 février 1900). Voici l'extrait principal de la lettre d'invitation :

¹ Ceci subsistera d'ailleurs, dans quelques disciplines, jusqu'en 1984 à travers les doctorats d'universités (à ne pas confondre avec les doctorats « usuels », d'État, de troisième cycle ou actuel).

« The invitation is prompted by a desire to secure in foreign Universities, where it is not already given, such credit as it legitimately due to the advanced work done in our Universities of high standing, and to protect the dignity of our Doctor's degrees. It seems to us, for instance, that European Universities should be discouraged from conferring the degree of Doctor of Philosophy on american students who are not prepared to take the degree from our best Universities, and from granting degrees to Americans on lower terms than their native students.

There is reason to believe that among other things the deliberations of such a conference, as has been proposed, will

- result in a greater uniformity of the conditions under which students may become candidates for higher degrees in different American Universities, thereby solving the question of migration, which has become important issue with the Federation of Graduate Clubs ;

- raise the opinion entertained abroad of our own Doctor's Degree ;

- raise the standard of our weaker institutions. »

Cette rencontre a abouti à la création de l'AAU (Association of American Universities), association qui réunit maintenant 62 universités qui se définissent comme les « universités de recherche » d'Amérique du Nord. Les objectifs mis en avant en 1900 semblent avoir été atteints. En tout cas, le site web de l'AAU présente cette réunion de fondation en utilisant un vocabulaire plus direct, signe de l'assurance acquise depuis 1900 :

« Weighing on their minds were three things : that the lack of consistency and standards in American higher education was hurting the reputation of the stronger institutions, that US students were going to Europe to earn graduate degrees rather than staying home to attend US institutions, and that European universities had little respect for US academic degrees and, in some cases, were "dumbing down" graduate programs for American students. »

On verra que le processus européen actuel, dit d'harmonisation, présente quelques ressemblances avec ce programme déjà centenaire.

Le vingtième siècle

Le choc de la défaite de 1870 conduit, à la fin du dix-neuvième siècle, à plusieurs tentatives pour créer en France des universités sur le modèle international, en grande partie inspiré par ce que l'Allemagne avait réalisé depuis quelques dizaines d'années (von Humboldt) : les textes à ce sujet sont nombreux dont le célèbre « universités allemandes et universités françaises » de E. Lavisse. Ce projet, soutenu par les réformateurs universitaires de l'époque (dont Louis Liard est le représentant le plus connu), échoue. Cet échec, consommé vers 1890 et confirmé dans la loi de 1896, provient en partie de la résistance des petits centres universitaires, soutenus par les édiles locaux, qui craignaient de voir disparaître leurs facultés isolées.

Cependant, malgré le maintien de cette exception française, une volonté commune de rapprochement continue d'animer les discussions internationales comme en témoignent les congrès internationaux sur l'enseignement supérieur. La première guerre mondiale, et ses conséquences, vont anéantir cet état d'esprit. L'Europe est en ruine et le nationalisme s'exacerbe dans chaque pays. Les universités et la recherche n'échappent pas à l'air du temps. Il suffit de

penser au boycott des universitaires allemands que de nombreux universitaires français ont demandé (et obtenu) après 1918 pour comprendre que les débats de la fin du dix-neuvième siècle sur le rapprochement des études universitaires en Europe n'étaient plus d'actualité. La montée du fascisme et du nazisme a apporté le coup de grâce.

Après la seconde guerre mondiale, des résistants français et allemands, et en particulier des scientifiques, ont décidé de relancer les coopérations. Le but était très politique : il s'agit d'éviter les erreurs de 1918 pour ne pas provoquer le retour des chauvinismes, et donc de favoriser les échanges internationaux, en particulier ceux qui concernent les jeunes, les étudiants, et les chercheurs. Certains mathématiciens français ont eu un rôle éminent dans ces efforts : le plus connu est Henri Cartan, dont la famille a été durement éprouvée pendant la guerre, et qui a multiplié les contacts internationaux dans un esprit résolument pro-européen. Les années 45-55 sont marquées par le dialogue franco-allemand et par les premiers pas de la longue marche de la construction européenne. Mais la guerre froide amène de nouvelles difficultés : l'Europe est coupée entre l'Est et l'Ouest et chaque pays est tenu de choisir son camp. Les plus ardents partisans de la construction européenne sont souvent très atlantistes, d'où de nouvelles oppositions et de nouveaux blocages. En France, les gaullistes, favorables à tout ce qui symbolise la grandeur nationale, considèrent avec circonspection toute convergence européenne. Des initiatives existent pourtant dans le domaine de la recherche (dès les années 50) mais elles concernent principalement les très grands équipements comme le CERN, les projets spatiaux de l'ESA ou ceux pilotés par les météorologues. Pour l'enseignement supérieur, les initiatives sont isolées, voire individuelles, et peu soutenues par les pouvoirs publics. Les efforts institutionnels sont plus récents (à partir des années 70) et d'abord consacrés à la mobilité des étudiants et des universitaires (Socrates/Erasmus, bourses Marie Curie, chaires Monnet). Les compétences de l'Union européenne, même avec le nouveau traité de Maastricht, restent d'ailleurs très réduites sur ces sujets. Les projets qui aboutissent sont plutôt bilatéraux : un exemple type est celui des diplômes communs à des universités de plusieurs pays, qui se multiplient à partir des années 90.

Ce n'est donc pas un hasard si la relance politique ne se produit qu'après la fin de la guerre froide, elle-même conséquence de la chute des régimes communistes. Ce grand changement modifie de fond en comble les façons nationales d'apprécier la construction politique européenne. Chaque pays remet à l'ordre du jour des questions universitaires internationales sur lesquelles aucun progrès d'ampleur n'avait été réalisé depuis près de 100 ans. Les initiatives sont nombreuses et variées. De nombreuses sociétés savantes européennes, dont la SME, se créent. Les présidents d'université fusionnent leurs deux conférences européennes dans l'Association Européenne des universités (EUA) qui rassemble autour de 600 établissements. L'Union européenne lance vers 1998 un projet ambitieux « d'espace européen de la recherche » qui dépasse largement le cadre des traités de Rome et de Maastricht.

Le processus de Paris-Bologne-Prague :

vers une harmonisation

C'est dans ce nouveau contexte qu'il faut situer la déclaration signée le 25 mai 1998 à Paris par quatre ministres en charge de l'enseignement supérieur (Claude Allègre, France ; Tessa Blackstone, Royaume Uni ; Jürgen Rüttgers, Allemagne ; Luigi Berlinguer, Italie). Cette initiative, due à la partie française, se fonde à la fois sur les considérations internationales précédentes, sur une analyse des spécificités nationales (par exemple la dualité écoles-universités) et sur la perte d'attractivité du système universitaire européen. On peut prendre l'exemple de l'Asie : les étudiants de ces pays vont d'abord vers les USA. L'ouverture internationale de plus en plus marquée de l'Inde et de la Chine, le développement économique et social des pays asiatiques, tout ceci se fait sans que les pays européens, et leurs universités, n'arrivent à jouer un rôle de premier plan. Il est illustratif de savoir que si une majorité des enfants des membres de l'actuel bureau politique du parti communiste chinois a suivi une formation supérieure aux USA, aucun n'est allé étudier en Europe. Certes le seul membre du comité permanent du bureau politique qui ait étudié à l'étranger l'a fait en Europe : il s'agit du chef de la sécurité qui a suivi un cursus en Allemagne de l'Est.

La déclaration signée par les quatre ministres s'intitule : « *L'harmonisation de l'architecture du système européen de l'enseignement supérieur* ». En voici deux extraits significatifs :

« La reconnaissance internationale et le potentiel attractif de nos systèmes sont directement liés à leur lisibilité en interne et à l'extérieur. Un système semble émerger, dans lequel deux cycles principaux — pré-licence et post-licence — devraient être reconnus pour faciliter comparaisons et équivalences au niveau international. Une grande part de l'originalité et de la souplesse d'un tel système passera, dans une large mesure, par l'utilisation de « crédits » (comme dans le schéma ECTS) et de semestres. »

[...]

« Nous lançons un appel aux autres États-membres de l'Union, aux autres pays de l'Europe pour nous rejoindre dans cet objectif, à toutes les universités européennes pour consolider la place de l'Europe dans le monde en améliorant et en remettant sans cesse à jour l'éducation offerte à ses citoyens. »

Cet appel est entendu puisque, le 19 juin 1999, la rencontre de Bologne aboutit à une déclaration signée par les ministres de 29 pays. On y lit :

« - adoption d'un système de diplômes facilement lisibles et comparables, entre autres par le biais du « Supplément au diplôme », afin de favoriser l'intégration des citoyens européens sur le marché du travail et d'améliorer la compétitivité du système d'enseignement supérieur européen à l'échelon mondial.

- adoption d'un système qui se fonde essentiellement sur deux cursus, avant et après la licence. L'accès au deuxième cursus nécessitera d'avoir achevé le premier cursus, d'une durée minimale de trois ans. Les diplômes délivrés au terme du premier cursus correspondront à un niveau de qualification approprié pour l'insertion sur le marché du travail européen. Le second cursus devrait conduire au master et-ou au doctorat comme dans beaucoup de pays européens.

- mise en place d'un système de crédits — comme celui du système ECTS — comme moyen approprié pour promouvoir la mobilité des étudiants le plus largement possible. Les crédits pourraient également être acquis en dehors du système de l'enseignement supérieur, y compris par l'éducation tout au long de la vie, dans la mesure où ceux-ci sont reconnus par les établissements d'enseignement supérieur concernés.

- promotion de la mobilité en surmontant les obstacles à la libre circulation, en portant une attention particulière à :

pour les étudiants, l'accès aux études, aux possibilités de formation et aux services qui leur sont liés,

pour les enseignants, les chercheurs et les personnels administratifs, la reconnaissance et la valorisation des périodes de recherche, d'enseignement et de formation dans un contexte européen, sans préjudice pour leurs droits statutaires.

- promotion de la coopération européenne en matière d'évaluation de la qualité, dans la perspective de l'élaboration de critères et de méthodologies comparables.

- promotion de la nécessaire dimension européenne dans l'enseignement supérieur, notamment en ce qui concerne l'élaboration de programmes d'études, la coopération entre établissements, les programmes de mobilité et les programmes intégrés d'étude, de formation et de recherche. »

Le rendez-vous suivant est celui de Prague (19 mai 2001) qui associe 33 pays. Les ministres confirment leur soutien à la déclaration de Bologne, ajoutant notamment que :

« les ministres se sont félicités que l'objectif visant à fonder l'architecture des diplômes d'enseignement supérieur sur deux cursus s'articulant au niveau de la licence ait pu être abordé et faire l'objet d'un débat. Certains pays se sont ralliés à ce type d'architecture et beaucoup d'autres l'envisagent avec grand intérêt. Il faut noter que, dans nombre de pays, la licence (« bachelor degree ») et le mastère (« master degree ») ou des diplômes comparables, peuvent aussi bien être obtenus dans les universités que dans d'autres établissements d'enseignement supérieur. »

Le suivi du processus associera les pays signataires, le Conseil de l'Europe, la Commission Européenne et l'État exerçant la présidence de l'Union : les instances politiques européennes deviennent partie prenante de ces démarches ministérielles. L'Association Européenne des universités (EUA), l'Association européenne des établissements d'enseignement supérieur (EURASHE) et les Unions nationales d'étudiants d'Europe (ESIB) seront consultées. On est passé en trois ans d'une déclaration de quatre ministres à un dispositif associant 33 pays, le Conseil de l'Europe, l'Union européenne (le parlement a d'ailleurs délibéré sur ces sujets en septembre 2002) et plusieurs associations internationales. Un tel succès provient de l'intérêt direct pour cette démarche mais aussi de ce que les gouvernements se donnent ainsi un levier pour pousser certaines réformes plus « nationales » : ce nouveau cadre leur donne une référence pour aborder des questions difficiles à traiter dans le cadre habituel. C'est pourquoi les pays qui ont fait des réformes en cohérence avec ces objectifs (Allemagne, Autriche, Belgique, France, Italie, Pays-Bas, Suisse, ...) ont au passage, et bien

logiquement, répondu à des préoccupations plus nationales, très différentes d'un pays à l'autre. De la même façon, les universités qui mettent en place ces nouveaux cursus sont amenées à s'intéresser à d'autres sujets (orientation, taux d'échec, réforme du contenu des études ...). Mais il serait grave de perdre de vue les objectifs d'ouverture européenne et d'attractivité internationale de nos formations : la nouvelle architecture est à concevoir dans cette perspective là.

Sites web

1—Les textes principaux, et contemporains, sur le thème abordé ici sont rassemblés sur le site de la conférence des présidents d'université. On y trouvera des fichiers téléchargeables donnant les textes de base (déclarations, textes réglementaires...).

<http://www.cpu.fr/TextesRef/Default.asp?Th=3>

<http://www.cpu.fr/Dossier/C3ES/C3ES.asp>

2—La prochaine réunion internationale, suite de celles de Paris-Bologne-Prague, aura lieu à Berlin et son site, enrichi au fur et à mesure de la préparation de cette conférence, est :

<http://www.bologna-berlin2003.de/>

3—Le site de l'EUA est : <http://www.unige.ch/eua/>

La prochaine conférence de l'EUA, sur le rôle des universités dans l'espace européen de la recherche, aura lieu à Bristol les 28 et 29 mars 2003 : <http://www.bristol.ac.uk/eua2003>

Jean-Yves Mérimond²

Travaux du groupe « Tuning Educational Structures in Europe »

Au moment où commence à se manifester une profonde mutation des systèmes éducatifs et en particulier de l'enseignement supérieur, le projet « Tuning Educational Structures in Europe » qui s'inscrit dans la mouvance du processus de Bologne a pour ambition de fournir un espace de réflexion et de débats entre universitaires. Ce projet a obtenu le soutien de la Commission Européenne à la fin de l'année 2000, il est coordonné par les universités de Groningen aux Pays-Bas et de Deusto (Bilbao) en Espagne qui en ont eu l'initiative.

Cinq groupes pilotes d'une quinzaine de membres de nationalités différentes ont ainsi été constitués dans les disciplines suivantes : mathématiques, géologie, gestion, histoire, et sciences de l'éducation.

Dans un souci de synergie, deux autres disciplines, physique et chimie, sélectionnées à partir des réseaux ERASMUS ont été associées au projet.

Lors des cinq réunions de travail qui se sont tenues entre mai 2001 et juin 2002, quatre thèmes ont été abordés de façon systématique :

² Université Louis Pasteur, Strasbourg, merindol@math.u-strasbg.fr

- (1) compétences générales et/ou spécifiques attendues d'une formation universitaire;
- (2) connaissances/cursus/contenus;
- (3) ECTS (European Credit Transfer System);
- (4) méthodes d'enseignement, d'apprentissage, habilitation, et validation.

Compétences générales et/ou spécifiques attendues d'une formation universitaire.

Pour traiter cette question, un même questionnaire portant sur la nature des compétences attendues, leur degré d'importance et le niveau atteint a été soumis à trois types de populations : les étudiants diplômés, les employeurs et les professeurs.

De cette enquête, il ressort une image positive des diplômés en mathématiques, de leurs possibilités d'embauche, plus de 60 % trouvent un emploi correspondant à leur niveau de formation.

Les employeurs leur reconnaissent des qualités d'analyse et de synthèse, d'autonomie dans le travail, de bonnes capacités à apprendre et à résoudre les problèmes. Les diplômés se jugent bien formés sur les connaissances et les outils de base mais insuffisamment dans tous les domaines de la communication : communication orale ou écrite, ou communication avec des spécialistes d'autres domaines. Ils ne se sentent pas non plus suffisamment formés au travail en équipe, ni à l'organisation de leur propre travail. Les employeurs souhaiteraient une amélioration de leur capacité à prendre des décisions et à s'adapter ainsi qu'à mettre en pratique leurs connaissances.

Il est intéressant de rapprocher ce questionnaire du document du CNE sur les qualités attendues d'un cadre recruté dans le domaine des applications des mathématiques. On retrouve des thèmes analogues et des réactions très voisines.

Parmi les cinq compétences jugées comme les plus utiles, l'esprit d'analyse et de synthèse, la capacité à apprendre et à mettre en pratique les connaissances sont cités par tous. Diplômés et employeurs évoquent aussi le travail en équipe et l'aptitude à résoudre les problèmes alors que les universitaires privilégient la créativité et le sens critique.

Connaissances-Cursus-Contenus

C'est le thème qui a été privilégié par le groupe des mathématiciens car il était perçu comme fondamental et que la logique même de la discipline permettait d'espérer définir un cadre commun pour l'enseignement des mathématiques à travers les différents pays.

Cependant la difficulté est très grande de faire des comparaisons car beaucoup de facteurs sont en jeu, le niveau initial, le rythme, la durée des études, le comportement des étudiants, les modes d'évaluation, ...

Ces discussions ont donné lieu à une déclaration commune « Towards a common framework for mathematics degrees in Europe » approuvée à l'unanimité.

Pourquoi se donner un cadre commun pour les diplômes de mathématiques en Europe ?

L'une des raisons principales est d'aider à la reconnaissance automatique qui permettrait de favoriser la mobilité étudiante. Ce cadre commun devrait être associé à un système d'habilitation et s'appuyer sur deux principes : des structures similaires (mais non nécessairement identiques) et un tronc commun (autorisant une certaine flexibilité locale) pour le premier cycle. Il y a en effet une trop grande variété dans le champ des mathématiques pour espérer aller plus loin.

À côté des notions mathématiques de base, (dont la liste reste à compléter), le premier cycle devrait inclure un enseignement d'informatique et l'introduction à un domaine majeur d'application des mathématiques (physique, biologie, économie).

Dans les filières de deuxième cycle de mathématiques une quantité significative de travail personnel devrait être demandée aux étudiants et donc un minimum de 90 crédits ECTS devrait être requis pour l'attribution d'un Master.

Enfin, il faut signaler que les recommandations énoncées ne concernent que les formations universitaires et, parmi elles, celles qui souhaiteraient bénéficier d'un label européen, ce qui en aucun cas ne pourrait être une obligation.

Les travaux du groupe se sont appuyés notamment sur un document (MSOR : Mathematics, Statistics and Operational Research) publié par un organisme officiel britannique QAA : Quality Assurance Agency for higher Education.

Les ECTS

C'est un système qui se développe en Europe depuis une dizaine d'années dans l'enseignement supérieur. L'idée générale est que le niveau d'étude qui devrait être atteint par un étudiant-type à temps plein durant une année académique vaut 60 crédits ECTS. C'est pourquoi la charge de travail correspondante doit également être de 60 crédits.

Pour donner quelques exemples, l'attribution de crédits à un cours peut se faire en fonction du nombre d'heures d'enseignement, ou en fonction de l'importance de la discipline ou de la difficulté du cours, ou encore en fonction de la charge de travail que représente ce cours pour l'étudiant moyen. Ce dernier choix est celui du système européen qui place ainsi l'étudiant au cœur du dispositif.

Les discussions ont essentiellement porté sur les principes d'attribution et les difficultés d'interprétation de ce système de crédits mais il n'y a pas eu de remise en cause de l'intérêt et de la nécessité d'un tel système.

De l'avis unanime, le crédit en lui-même n'a pas grande signification, il n'est utile que dans le cadre d'un cursus bien défini qui doit être validé en tenant compte du niveau et de la cohérence d'ensemble. Alors les ECTS peuvent être non seulement un système de transfert mais aussi d'accumulation.

La pratique de l'enseignement par crédits est déjà ancienne dans certains pays. En Espagne, un système de crédits (75 crédits par an) a été mis en place il y a quelques années. En Italie, une réforme de l'enseignement universitaire est intervenue en 2001 dont l'un des objectifs était d'accorder la durée théorique et la durée réelle (beaucoup plus longue) des formations. Cette distorsion entre

durée officielle et durée effective rend évidemment difficile l'attribution des crédits.

Méthodes d'enseignement, d'apprentissage, habilitation, et validation

Sur les méthodes d'enseignement, des expériences diverses ont été échangées.

Quant aux procédures d'habilitation, elles sont très variées. Dans certains pays, le système d'habilitation fait appel à des universitaires étrangers, dans d'autres des experts non universitaires font partie des équipes d'évaluateurs.

La question d'un système général n'a pas été approfondie dans le cadre des travaux du groupe de mathématiques.

Sites à consulter :

Les sites officiels du projet *Tuning educational structures in Europe* :

<http://www.relint.deusto.es/TuningProject/index.htm>

<http://www.let.rug.nl/TuningProject/index.htm>

Le document « Towards a common framework for mathematics degrees in Europe » :

<http://smf.emath.fr/Enseignement/EspaceEuropeen/TUNINGMaths.pdf>

Les sites européens :

http://www.bologna-berlin2003.de/pdf/bologna_declaration.pdf

http://www.bologna-berlin2003.de/pdf/Prague_communicTheta.pdf

<http://europa.eu.int/comm/education/tuning.html>

Martine Bellec¹

Les « masters européens »

La Commission Européenne souhaite favoriser la définition de nouveaux masters construits sur deux années (années 4 et 5) d'étude au sein de réseaux d'universités de plusieurs pays européens. L'appellation proposée est celle de « master européen », qui ne fait toutefois pas l'unanimité. L'EUA, association des universités européennes, sur mandat de la Commission, a déjà lancé un appel à propositions pour démarrer 10 masters en septembre 2002. Onze propositions ont été sélectionnées et financées. Il s'agit pour le moment de domaines très liés à l'intégration européenne, mais a priori *toute discipline est éligible*, donc aussi les mathématiques, pures ou appliquées. Il est important d'y penser lors du montage de nouveaux cursus.

Le réseau d'universités ne doit pas se limiter à 2 ou 3 établissements, même si un « noyau » peut exister ayant déjà une expérience de partenariat, et dont l'opération serait une extension plus large, comme pourrait l'être un double diplôme établi dans le cadre franco-allemand.

La place est faite à la plus large inventivité dans les propositions. Le but est de favoriser :

¹ Université Paris-Dauphine, Martine.bellec@dauphine.fr

- la définition commune du programme des études suivant la Déclaration de Bologne ;
- la complémentarité des compétences des partenaires ;
- leur coopération dans un cadre européen ;
- la mobilité des étudiants et des enseignants ;
- le transfert des crédits des différents modules entre établissements partenaires ;
- la possible insertion d'étudiants de pays tiers.

Un second appel devrait paraître en mars 2003, dans les mêmes conditions, bien que le contrat CE-EUA ne soit pas encore signé.

Puis le programme ERASMUS-World devrait être lancé en 2004 pour lequel ces masters pourraient devenir autant de points de référence privilégiés. Ce programme vise à favoriser les mobilités :

- d'étudiants ou d'enseignants de pays tiers venant pour étudier ou enseigner en Europe ;
- d'étudiants ou d'enseignants européens pour étudier ou enseigner dans des établissements partenaires de pays tiers.

Les bourses étudiantes seraient de 2500 euros/mois (il est possible que ce montant soit revu).

Exemple (mais non référence). Construire un master de mathématiques appliquées (120 crédits) commun à Limoges, Leeds, Mannheim, Stockholm, Barcelone et Naples, avec pour obtenir le label européen, au moins deux mobilités d'au moins deux mois chacune dans au moins deux pays différents du sien propre pour y suivre et obtenir des modules optionnels non enseignés dans sa propre université et totaliser en mobilité au moins 30 crédits. Ce master serait en partenariat direct avec trois masters, l'un à Rabat, un autre à Rio de Janeiro et un troisième à Manille, établi sur le même modèle et dont les étudiants auraient la possibilité grâce à des bourses européennes, de venir suivre des modules dans le master européen et de transférer chez eux les crédits obtenus, avec réciprocité pour les étudiants européens et mobilité enseignante dans les deux sens.

*Christian Duhamel*¹

¹ Christian.duhamel@education.gouv.fr

L'application des nouveaux cursus (L-M-D) dans les universités

Quelques faits

J'ai contacté, au nom de la commission enseignement de la SMF, plusieurs universités pour connaître l'état de la réflexion sur les nouveaux cursus, et sur l'application de la réforme "3-5-8" ou "L-M-D".

Un premier point : dans la plupart des cas, les informations que j'ai reçues sont des documents de travail préliminaires, susceptibles de modification. C'est pourquoi, sauf exceptions, je citerai peu d'universités.

La date d'application de la réforme dépend de la date de contractualisation de l'université. À ma connaissance, une seule université (Valenciennes) a déjà basculé dans le nouveau cursus. Bordeaux commencera en 2003, et leur maquette est pratiquement dans l'état définitif. Beaucoup d'autres universités se préparent pour 2004; d'après certaines informations (?) les universités parisiennes devanceraient leur date de contractualisation et démarreraient en 2004.

J'insiste surtout ici sur la licence; rappelons qu'il s'agit de la grande majorité des heures d'enseignement, dont une bonne partie en dehors des enseignements de mathématiques, en mathématiques de service.

La dénomination des diplômes

L'impression générale est d'une grande variété. Une partie des universités organise une licence unique de sciences, ou sciences et technologie, avec des mentions et des spécialités, ou des majeures et mineures; d'autres organisent plusieurs licences (maths, maths-info, info, physique, MASS...). La lisibilité de l'ensemble n'est pas claire au final...

Dans certains cas, l'organisation est très peu avancée, et « confisquée » au niveau de l'université, (« les propositions ne sont pas dans l'esprit de la réforme », donc reconduction de l'existant à l'identique).

La structure des diplômes (modules et unités d'enseignements)

Dans la licence elle-même, on voit des structures très variées. Un rappel d'abord, seulement pour fixer les ordres de grandeur : un crédit ECTS (European Credit Transfert System) peut correspondre à environ 10 heures, donc un module de 5/6 ECTS correspond à environ 4 heures de cours par semaine sur un semestre. Certaines universités ont fixé une « brique de base » de 6 ECTS : Aix-Marseille 2 (et, semble-t-il, les autres universités d'Aix-Marseille, par décision conjointe des 3 présidents), Orsay, Poitiers. Dans ce cadre, les UE (unités d'enseignement) peuvent se composer de plusieurs modules (Orsay), ou être fixées à 1 (Aix-Marseille 2, dans l'état actuel de la réflexion). Dans beaucoup d'autres, cette structure de base n'est pas fixée. Cela peut varier suivant les universités de petites UE (de 2 à 6 ECTS) à de grosses UE (15 ECTS en maths au semestre 2); Bordeaux est intermédiaire, avec des UE de 3, 6, 8 ou 9 ECTS.

Une conséquence est que le nombre d'UE de mathématiques par semestre, dans les deux premières années, va de 1 à 3 ou 4 : dans certains cas, un étudiant

peut rencontrer jusqu'à 8 enseignants de mathématiques différents sur un semestre !

L'organisation des parcours est aussi très diverse : quand il y a des licences individualisées, les parcours semblent assez figés, avec peu de « mutualisation » (utilisation d'un même enseignement pour des orientations finales différentes), c'est moins le cas dans d'autres telles que Bordeaux (signalons les documents remarquables, très clairs et précis, de présentation des diplômes dans cette université). Peu d'universités semblent fonctionner vraiment par majeure/mineure (Orsay, Bordeaux).

Certaines universités proposent un premier semestre plus court que les autres, s'arrêtant à Noël.

La pluridisciplinarité

Quelques universités organisent une licence scientifique pluridisciplinaire, destinée en particulier à la formation des professeurs des écoles. On note aussi quelques licences Math/Info.

En dehors de ces cas, je n'ai pas vu de véritables licences bi-disciplinaires. Il semble que les possibilités d'organisation en majeure/mineure soient très peu utilisées ; cependant, certaines universités (Bordeaux, Orsay, Tours) semblent prévoir cette possibilité.

Les masters

En général, il y a une division master recherche/master professionnel. Signalons que, dans tous les cas où c'est explicité, les masters sont organisés entièrement par les composantes, sans intervention formelle de l'école doctorale. Les diverses tentatives de master enseignement semblent pour le moment bloquées.

Quelques sites où récupérer des informations

Pour savoir les dates de contractualisation :

<http://www.cnrs.fr/DRES/>

Pour avoir les arrêtés du 3-5-8 :

<http://www.cpu.fr/textesref>

(demander « tous les textes », chercher en avril 2002)

Il faut signaler le site de la conférence des doyens d'UFR scientifiques :

<http://www.cdus.asso.fr/>

On y trouve plusieurs motions tout-à-fait intéressantes sur la structure des licences scientifiques. Ces motions recommandent en particulier de ne faire, par université, qu'un seul domaine « sciences et technologie », et de limiter à 3 ou 4 le nombre d'unités d'enseignement par semestre.

Le site de Bordeaux :

<http://www.ufr-mi.u-bordeaux.fr/UFR-Direction/cellule-3-5-8.html>

On y trouve une description très claire de la maquette proposée par Bordeaux pour la contractualisation, par des gens qui ont visiblement beaucoup réfléchi.

Quelques remarques

Les réorientations en cours de diplôme (changement de mention) semblent très faibles là où on a des chiffres : moins de 5%. Vaut-il vraiment le coup de construire des passerelles complexes ?

Certaines universités ont des semestres de longueurs différentes : gare aux problèmes d'organisation !

Signalons un point pas toujours visible : dans beaucoup de cas, il y a un coefficient (pour la compensation) qui est distinct des crédits ECTS. Ce coefficient, d'après l'arrêté, ne peut varier que de 1 à 3 ; il n'est pas précisé s'il doit être entier. Il faut lire l'arrêté dans le détail pour comprendre ce point !

Dans certains cas, le choix des modules, quand on a laissé une grande liberté, est difficile pour les étudiants, et entraîne de gros problèmes d'organisation.

Quelques questions

Est-il souhaitable de tenter d'unifier un peu ? Quelle lisibilité pour des diplômes si variés ?

Que devient la licence MASS (question posée par Toulouse 1 en particulier) ?

Le morcellement des mathématiques

Ce morcellement se manifeste de deux façons.

(1) Dans la filière mathématique, la multiplication de petites unités d'enseignement a plusieurs conséquences nocives : disparition de l'unité des mathématiques, travail éclaté entre de multiples enseignants, ce qui est peu propice à un travail suivi, grandes difficultés d'organisation (la multiplicité des examens augmente beaucoup, sans aucun bénéfice, le travail administratif ; par ailleurs, on s'investit moins dans de tels enseignements). Une structure telle que celle prévue à Avignon ou à Orsay semble meilleure de ce point de vue.

(2) La multiplication d'enseignements de mathématiques spécialisés pour telle ou telle matière conduit à la disparition d'une culture scientifique de base commune. Certaines licences d'informatique semblent ne contenir aucun enseignement d'analyse !

D'autre part, il est frappant de voir que, dans de nombreuses universités, l'enseignement des probabilités (et encore plus des statistiques) reste, suivant un modèle bien français, relégué dans des modules à part, voire des options. N'est-il pas temps de le faire entrer dans l'enseignement mathématique de base ? Il ne faudrait pas négliger le fait que, dans beaucoup d'autres disciplines, c'est la partie la plus visible des mathématiques !

L'enseignement des mathématiques a été entièrement refondé dans les années 60, avec la parution des manuels bien connus de Dixmier, Godement, Dieu-donné... On a l'impression que ce modèle arrive maintenant à bout de souffle, sans avoir été remplacé. La réforme qui se présente est la plus importante depuis les années 60. N'est-ce pas l'occasion de renouveler cet enseignement, en l'adaptant au nouveau public et aux nouveaux diplômés ?

- si on passe beaucoup de temps sur l'analyse des fonctions d'une variable réelle, les subtilités de la convergence des suites, l'algèbre linéaire mécanisée, les tribus et la mesurabilité, sans faire de fonctions de plusieurs variables, de séries, de probabilités... alors nous perdrons la plupart de notre public ;
- faire une part consistante aux applications (internes et externes) ;
- intégrer les probabilités dans l'enseignement de l'analyse ;
- faire une large part aux mathématiques discrètes, nécessaires à l'informatique, sans oublier leur lien profond avec l'analyse (séries génératrices, par exemple) ;
- repenser l'enseignement en pensant aux autres disciplines. Nous savons enseigner des choses utiles (et d'autres qui le sont moins) ; mais si nous sommes incapables d'en convaincre nos collègues des autres disciplines, nous disparaîtrons.

La pluridisciplinarité

On est étonné de l'inexistence de mention bi-disciplinaire maths-physique. Alors que l'on parle partout d'objet quantique, pourquoi les mathématiciens n'ont-ils pas droit d'aborder cela en licence ou maîtrise ? On étudie en deuxième ou troisième année des formes quadratiques de signature (p, q) ; ne peut-on montrer à nos étudiants que la forme $x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2$ a un certain intérêt pratique ? Nous avons, dans beaucoup d'universités, des enseignants capables de le faire. Or, il est évident qu'il est souhaitable que les futurs enseignants de mathématiques des lycées, par exemple dans le cadre des TIPE, aient un minimum de compétence en physique pour pouvoir travailler avec leur collègues (et réciproquement pour les physiciens).

La question des concours de recrutement

Que deviennent les concours de recrutement dans le nouveau modèle ? En particulier :

Est-il clair que la licence est toujours l'unique prérequis du CAPES ?

Que devient l'agrégation, alors que la maîtrise cesse d'être un grade ?

Il est nécessaire que le Ministère fixe clairement les règles du jeu.

De nombreuses universités ont proposé des « masters enseignement ». Ici aussi, il est nécessaire de fixer les règles du jeu. Il a semblé à la commission enseignement de la SMF qu'un tel master risquait de faire dériver la préparation aux concours, en remplaçant le contrôle continu purement indicatif actuel par un contrôle diplômant. C'est pourquoi elle a proposé un master « agrégation » donné par l'admissibilité. On pourrait aussi imaginer que le jury puisse fixer une barre « master », ce qui aurait l'avantage de ne plus faire dépendre ce diplôme du nombre de postes ; cela semble légalement possible.

Une suggestion : le prérecrutement

Il a été suggéré, en particulier par la CREM, de faire passer le prérequis du CAPES à bac+4. Dans l'état actuel des choses, cela semble poser de graves problèmes. Une telle réforme semble inenvisageable hors d'un prérecrutement.

De façon plus générale, on est amené à penser que, pour de nombreuses raisons, il faudrait rétablir un prérecrutement sur critère scientifiques à bac+1, avec engagement décennal, dans toutes les disciplines :

- pénurie prévisible de candidats ;

- raisons sociales ;
- reconstitution d'une tête de classe formée d'étudiants motivés dans les universités.

C'est l'une des recommandations qui ont été discutées par la CREM ; le coût de cette mesure peut-être évalué à 0,5 milliards d'euros par an environ (en supposant 10 000 étudiants prérecrutés chaque année pour une durée de 3 ans avec un salaire mensuel de 1200 euros).

*Pierre Arnoux*¹

Débouchés pour les étudiants en mathématiques orientées vers les applications (d'après le rapport du CNE.)

Nous avons eu deux sources d'information pour connaître ces débouchés :

(1) les compte-rendus des experts (30 collègues) qui ont fait le tour de France et qui ont interrogé, université par université, les responsables de DESS et de DEA en mathématiques appliquées pour savoir ce que deviennent leurs anciens étudiants ([1] page 6),

(2) l'enquête auprès des employeurs (15), et les entretiens avec quelques responsables de DESS ou DEA, de la SMF, de la SMAI et de la SfdS, menés essentiellement par Dominique Nicolle, chargée de mission auprès du CNE et membre du comité de pilotage « mathématiques appliquées », plus évidemment les publications des sociétés savantes susdites, ainsi que la brochure « Les mathématiques dans la vie quotidienne » de la SME (cf.[1] pages 6 et 7).

Les renseignements recueillis par la première procédure sont rassemblés dans le CD afférent au rapport, et ceux de la seconde figurent dans le chapitre de ce rapport intitulé l'« étude complémentaire 1 » (cf.[1] pages 73 et sq.).

I. L'impression générale qui prévaut pour moi après cette collaboration de près de deux ans (l'étude a été commencée en 2000, année des mathématiques, et j'ai rejoint le comité de pilotage en février 2001) est que nos étudiants trouvent du travail après leurs études, du travail intéressant, et qu'ils sont appréciés par les gens qui les emploient, ceci pour ceux qui s'arrêtent à « bac plus cinq ». En effet, nous n'avons pratiquement rien su en ce qui concerne le devenir des étudiants en thèse... Peut-être n'est-il pas dans les habitudes des écoles doctorales de tenir de telles statistiques ? En revanche, ce travail de suivi est parfois fait pour les diplômés d'un DESS, par le/la responsable, secrétaire ou association d'anciens... mais ce n'est pas systématique ; dans la négative, la réponse est : à quoi bon ? Puisqu'ils trouvent tous du travail !!

II. Que tirer de cette étude ?

Tout d'abord, les secteurs demandeurs de nos étudiants sont très variés et ils apparaissent très clairement dans les tableaux récapitulatifs du rapport, pages 74 et sq. À titre d'exemples, citons : la banque, l'assurance, les

¹ Faculté des sciences de Luminy, arnoux@iml.univ-mrs.fr

instituts de sondage, le secteur médical et biomédical (industrie pharmaceutique), le conseil en ingénierie (SSII), marketing, vente par correspondance, télécommunications, audiovisuel (traitement de l'image), météo, écologie, agro-alimentaire, aérospatiale, aéronautique, automobile, secteur des matériaux et de la chimie, environnement, pollution, domaine de l'énergie, etc.

Les jeunes mathématiciens sont ainsi accueillis dans de nombreux corps de métiers.

Ensuite, précisons en regard de ces secteurs les compétences attendues, les métiers offerts (et exercés!). Ils couvrent une large palette avec, entre autres :

- bonne connaissance des outils informatiques,
- conception et exploitation de banque de données,
- aide à la décision,
- optimisation, autant en gestion de stocks que pour la production (concept de « flux tendu »), ou bien optimisation de formes,
- calcul de risque,
- tests de fiabilité,
- traitement de l'information,
- simulations pour effectuer des essais virtuels ou donner des modèles,
- calcul scientifique, exploitation de codes de calculs,
- mécanique des fluides numérique,
- élaboration de modèles physiques, sociologiques,
- etc.

Il s'agit donc de métiers de conception, de modélisation et de traitement des modèles conçus, adaptés, ajustés à la réalité étudiée.

Enfin, quelle est la perception des employeurs ? D'après ceux que nous avons rencontrés, contrairement à une idée trop répandue, en particulier chez certains universitaires, les employeurs n'attendent pas des étudiants qu'ils soient *directement* opérationnels, mais qu'ils soient *rapidement* opérationnels ! Ils s'accordent à dire, tout secteur confondu, que les jeunes à « bac plus cinq » sont très bien formés et rapidement opérationnels, ils sont adaptables, se forment vite « sur le tas », la formation continue ne leur est pas nécessaire. Notons au passage qu'ils n'emploient pas pour ces métiers des « bac+quatre », ils ignorent tout des IUP. Ils trouvent aux formations « bac+cinq » (et aux diplômés des écoles d'ingénieurs à forte coloration mathématique) un caractère professionnel et novateur : c'est-à-dire que la formation anticipe des méthodes non encore utilisées en entreprise, ils voient là le gros intérêt des enseignements liés à la recherche.

Certaines de nos formations sont connues nationalement telles l'option finance du DEA de Paris VI, le DEA finance de Paris IX, le DESS stat-éco de Toulouse I-Toulouse III, le DESS d'économétrie d'Aix en Provence...

A priori, la formation est adéquate, *sauf en statistique!!* et c'est le secteur biologie qui semble en souffrir le plus... Les écoles d'ingénieurs semblent être moins performantes que les filières de mathématiques en université pour la formation aux outils informatiques et de ce fait, ces outils sont un atout dans la recherche d'un emploi pour nos étudiants. Enfin, la pluridisciplinarité est particulièrement appréciée et sa généralisation (sans que l'on en vienne à un « saupoudrage » de micro-modules...) leur paraît souhaitable.

III. En conclusion, j'aimerais rappeler les recommandations que le CNE a tirées de ce rapport, puisqu'aussi bien c'est l'une des missions fondamentales de ce comité... (cf.[1] page 118)

(1) l'introduction d'une sensibilisation aux applications des mathématiques dès les premières années, du moins le plus tôt possible dans le cursus,

(2) l'introduction de façon significative des mathématiques pour les applications dans la formation des enseignants ; concrètement, cela peut vouloir dire : introduire une épreuve d'application dans les épreuves du CAPES comme cela a été fait pour l'agrégation,

(3) l'augmentation de la pratique et de la durée des stages, des interventions plus systématiques de professionnels dans les formations,

(4) la prise en compte (effective et pas théorique !) du suivi et de l'encadrement des stages dans les services des enseignants,

(5) un accroissement des interventions des professeurs de mathématiques dans les formations d'autres disciplines (cf. mathématiques, discipline de "service"),

(6) la mise en place de structures pour le suivi du devenir des étudiants,

(7) une augmentation substantielle des moyens humains pour la gestion des équipements informatiques,

(8) et puis il y a le domaine de la statistique... les filières de formation ne mettent pas à disposition du marché du travail les compétences en statistique, tant au niveau quantitatif (on manque de statisticiens) qu'au niveau qualitatif (on manque de statisticiens bien formés aux applications), et le CNE rejoint là les conclusions du rapport de l'Académie des Sciences sur la statistique,

(9) les doubles voire triples compétences (math+info, info+éco, maths+info+éco...) peuvent être favorisées, elles sont porteuses de débouchés,

(10) et enfin !! plus de lisibilité dans les diplômes... Puisse cette réforme du « L.M.D. » nous y aider...

*Monique Pontier*¹

Références

- [1] *Les formations supérieures en mathématiques orientées vers les applications*, Comité National d'Évaluation, juillet 2002. www.cne-evaluation.fr

¹ L.S.P., Université Paul Sabatier, Toulouse, pontier@lsp.ups-tlse.fr

Mathématiques et licences professionnelles

La licence professionnelle a été créée par un arrêté du 17 novembre 1999. Dès son premier article, cet arrêté précise que « la licence professionnelle est conçue dans un objectif d'insertion professionnelle ». Alors que l'on commençait à parler du modèle L-M-D pour l'organisation des études universitaires, il s'agissait d'offrir aux étudiants une possibilité de choisir une sortie professionnelle au niveau de la licence. De même qu'au niveau du Master, les étudiants ont le choix entre une sortie professionnelle (l'ex-DESS) et une sortie recherche donc préparant l'accès au niveau doctoral (l'ex-DEA), la licence professionnelle vient offrir une voie d'insertion dans le milieu du travail à côté des licences classiques préparant à l'accès au niveau du Master. Pour l'année universitaire 2002-2003, les licences professionnelles accueilleront entre 12000 et 13000 étudiants. Cet effectif peut être comparé au 180000 étudiants inscrits dans les licences traditionnelles.

Le caractère professionnel de la formation

Le caractère professionnel de la formation revient plusieurs fois dans le texte de l'arrêté. L'article 2 dit « La formation conduisant à la licence professionnelle est conçue et organisée dans le cadre de partenariats étroits avec le monde professionnel ». Ceci a eu trois conséquences. Une première, qu'on peut dire formelle, qui fait qu'il n'y a pas de programmes nationaux pour les licences professionnelles mais simplement un cadrage sur lequel nous reviendrons plus loin. En effet, sans exclure l'idée de l'existence de viviers nationaux d'emplois, les initiateurs du projet de licence professionnelle avaient clairement en tête de pouvoir répondre à des besoins plus locaux ou régionaux dont la prise en compte était laissée à l'initiative des universités. L'expérience a montré que l'intuition était bonne puisqu'à côté de licences visant des emplois dont la répartition est bien nationale ou même internationale (banque, commerce, informatique), on a vu naître des licences plus liées à l'activité de certaines régions (activités maritimes, activités viticoles, plasturgie...). On peut considérer comme une seconde conséquence la volonté de ne pas définir a priori des dénominations nationales. Ce fut l'un des rôles du Comité de Suivi mis en place à l'automne 2000 de faire des propositions à ce sujet. Il l'a fait en ne retenant que des dénominations relevant du secteur de la production ou du secteur des services, ce qui est parfaitement en accord avec l'objectif d'insertion professionnelle mais qui exclut a priori des dénominations purement disciplinaires, les mathématiques par exemple.

La troisième conséquence de cet article 2 concerne le fonctionnement de la commission nationale d'expertise. Son premier critère de choix a toujours été de vérifier l'existence d'un vivier d'emplois, l'adéquation du niveau licence à ces emplois et la validation de ces emplois et de leur niveau par un engagement fort des professionnels. Si l'on s'étonne alors du faible nombre des licences professionnelles formant à des métiers dans lesquels les mathématiques sont très présentes, la question à se poser est donc : y a-t-il un milieu professionnel revendiquant des emplois de mathématiciens au niveau de la licence ? Le tableau 1 montre que seule la Statistique a réussi une percée sous la forme d'option dans des dénominations nationales variées. Ce tableau est extrait de la liste

exhaustive des 610 licences professionnelles habilitées pour les rentrées 2000, 2001, 2002. Bien sûr les mathématiques interviennent comme discipline plus ou moins importante dans d'autres licences. Ceci est traité dans la suite. On notera la forte présence des IUT, en particulier des départements STID (Statistique et Traitement Informatique des Données) dans ces licences.

Le cadrage des programmes

Nous l'avons dit, il n'y a pas de programmes nationaux. L'article 7 fixe les objectifs de la formation de la manière suivante :

« La licence professionnelle offre à l'étudiant :

- un approfondissement des connaissances et un élargissement des compétences dans les secteurs concernés ;
- un apprentissage de la mise en œuvre de ces connaissances et compétences dans les métiers visés ;
- une formation générale visant, notamment, à faciliter la maîtrise et l'utilisation de l'expression écrite et orale, d'au moins une langue vivante étrangère et des outils informatiques ainsi qu'à améliorer la connaissance de l'entreprise. »

L'arrêté précise que le cursus est « organisé, sauf dispositions particulières, sur une année », qu'il comporte un stage de 12 à 16 semaines et un projet tutoré et que l'un ou l'autre « implique l'élaboration d'un mémoire qui donne lieu à une soutenance orale ».

L'arrêté ne fixe pas un nombre d'heures d'enseignement. Ce fut un des points importants des discussions entre le ministre et le groupe de travail mis en place par le CNESER pour préparer l'arrêté. Les habitués de la formation à finalité professionnelle défendaient la nécessité d'un encadrement lourd donc d'un nombre d'heures important. Le ministre avait une autre vision. Elle apparaît dans l'article 4 « La formation fait, en tant que de besoin, appel aux nouvelles technologies de l'enseignement et à des modalités pédagogiques innovantes. La pédagogie doit faire une large place à l'initiative de l'étudiant et à son travail personnel... ». Il réussit à convaincre en s'engageant à financer les licences professionnelles au taux des filières professionnelles existantes : IUT et IUP.

Les circulaires envoyées chaque année aux universités pour les campagnes d'habilitation ont introduit un cadrage horaire plus précis en fixant un horaire maximal de 550 heures, projet tutoré compris, stage en plus.

Quelle place prennent les mathématiques dans l'ensemble des licences professionnelles ? Faute de pouvoir donner un état exhaustif des 610 licences habilitées, on a retenu les 34 projets soumis pour habilitation par les établissements de la région parisienne pour la rentrée 2002. Outre la dénomination nationale et l'option de la licence proposée, on donne l'unité d'enseignement dans laquelle l'enseignement des mathématiques figure et le coefficient donné aux mathématiques dans l'examen final. Lorsque cela a été possible, on a précisé les domaines des mathématiques traités (Tableau 2). 18 projets ne font aucune référence à un enseignement identifié de mathématiques. Pour des raisons de place, ils ne sont pas cités ici. On retiendra cependant que certains de ces projets concernent les mêmes dénominations nationales que celles données dans le tableau.

La diversité des choix faits par les universités et les équipes pédagogiques apparaît bien dans ce tableau. Les mathématiques ne sont pas toujours explicitement présentes dans la maquette. Quand elles le sont, elles apparaissent soit dans des unités d'enseignement général (outils scientifiques et techniques, formation scientifique et méthodologique, enseignement général, apport de connaissances en sciences et techniques industrielles, outils et méthodes, formation générale) soit dans des unités d'enseignement finalisé (traitement du signal, mécanique appliquée, sécurité et qualité, calcul actuariel et analyse financière, prévenir le risque, production automatisée). Dans plus de la moitié des projets soumis à l'habilitation, les mathématiques n'apparaissent pas. Faut-il en déduire qu'aucun enseignement de mathématiques ne sera fait ? Pas forcément car, les chapitres jugés nécessaires par l'informaticien, le gestionnaire ou le spécialiste de l'industrie agro-alimentaire peuvent être inclus dans le cours d'informatique, de gestion ou de production industrielle. On retrouve là une situation classique qui conduit les mathématiciens à s'interroger sur Qui enseigne Quoi ? et à s'inquiéter du danger que peuvent représenter des enseignements de mathématiques faits par des enseignants qui les dominent peu. On peut aussi s'interroger sur la capacité des mathématiciens à partager des projets de formation dont la finalité n'est pas les mathématiques. Doivent-ils le faire ? Sont-ils prêts à le faire ? Et si les réponses sont positives quelles en sont les conséquences pour la gestion des individus et de la discipline ?

*Yves Escoufier*¹

¹ Université Montpellier II, yes@univ-montp2.fr

Secteur Professionnel	Dénomination Nationale	Établissement	Option
Communication et information	Systèmes informatiques et logiciels	Bretagne Sud (IUT, UFR Sciences et Sciences de l'Ingénieur)	Statistique décisionnelle en marketing
Communication et information	Systèmes informatiques et logiciels	Marne La Vallée (IUT de Paris V)	Décision et traitement de l'information : data mining
Communication et information	Systèmes informatiques et logiciels	Paris V (IUT de Paris V)	Décision et traitement de l'information : data mining
Échange et gestion	Management des organisations	Lille II (IUT, École supérieure des affaires)	Mathématiques de la décision
Service aux personnes	Santé	Grenoble I (UFR IMA, médecine, pharmacie)	Biostatistique : statistique et traitement informatique des données biologiques, médicales et pharmaceutiques
Service aux personnes	Santé	Grenoble II (IUT)	Biostatistique : statistique et traitement informatique des données biologiques, médicales et pharmaceutiques
Échange et gestion	Management des organisations	Nice (UFR Sciences, IUT)	Statistique et Informatique décisionnelle
Mécanique, électricité, électronique	Mécanique	Artois (UFR de sciences appliquées-lycées)	CAO et modélisation numérique
Communication et Information	Ressources documentaires et bases de données	Le Mans (UFR LLHS, IUP micro informatique, IUT)	Analyse de Données Géoréférences appliquées à la distribution et aux services

TAB. 1. Licences professionnelles pouvant relever des mathématiques

Dénomination	Option	UE	Sujets de mathématiques	Coef.
Automatique et informatique industrielle	Mesures et instrumentation	1) Traitement du signal 2) Métrologie	1) Connaître les méthodes d'analyse du signal et les outils mathématiques, utiliser un logiciel de simulation 2) Connaître les outils mathématiques de la métrologie, les normes et les appliquer, savoir étalonner un capteur	0,18
Gestion de la production industrielle Le groupe motopropulseur et son environnement		1) Outils scientifiques et techniques 2) Applications industrielles de la qualité et de la métrologie	1) Mathématiques, statistique, métrologie 2) Métrologie, statistiques industrielles	0,16
Mécanique	CAO et FAO	Mécanique appliquée Formation scientifique et méthodologique	Mathématiques appliquées à la conception	0,09
Réseaux et télécommunications	Sécurité et qualité en télécommunications	Sécurité et qualité	Cryptage	0,07
Assurance, banque, finance		Calcul actuariel et analyse financière	Statistiques et exploitation informatique des données	0,07
Protection de l'environnement		Enseignement général	Statistiques	0,06
Santé Industries chimiques et pharmaceutiques	Instrumentation et maintenance biomédicales	Apport de connaissances en sciences et techniques industrielles Acquisition des savoir et des savoir faire biotechniques	Statistique	0,05
Tourisme		Organisation de l'entreprise et gestion des activités	Outils statistiques de la qualité	0,05
Commerce		Outils et méthodes	Techniques quantitatives et modélisation	0,04
Instrumentation optique et visualisation		Formation générale	Aide à la décision Résolution d'équations diff. ; transformée de Fourier et de Laplace, calcul matriciel, méthodes numériques, statistiques, transformée en Z, filtrage numérique	0,04
Industries chimiques et pharmaceutiques	Formulation		Méthodes et démarches statistiques	0,04
Gestion des risques à l'international		Prévenir le risque	Quantification en avenir certain, probabilité en avenir aléatoire, méthodes théoriques utilisées pour la gestion des risques d'un projet (RO, chaînes de Markov et applications en terme de graphe)	0,03
Intervention sociale	Remise en forme et loisirs sportifs associés		Savoir construire une enquête, des questionnaires et savoir analyser et interpréter les résultats	0,03
Production industrielle	Informatique industrielle et productive	Production automatisée	Maîtrise statistique des procédés	0,01

TAB. 2. La part des mathématiques dans les programmes de quelques projets de licences professionnelles. SMF - Gazette - 96, Avril 2003

L'enseignement de la Recherche Opérationnelle en France

Qu'est ce que la Recherche Opérationnelle ?

La Recherche Opérationnelle est née et s'est développée aux États-Unis dans la fin des années 1950. Voici une définition qui en a été donnée par la Société de Recherche Opérationnelle de Grande Bretagne :

« La Recherche Opérationnelle consiste en l'application de méthodes scientifiques pour résoudre les problèmes complexes rencontrés dans la direction et la gestion de grands systèmes d'hommes, de machines, de matériaux, et d'argent dans l'Industrie, le Commerce, l'Administration et la Défense. La caractéristique de l'approche est le développement d'un modèle scientifique (incluant la mesure de facteurs tels que le hasard et le risque) avec lequel on tente de prévoir et de comparer les résultats de diverses décisions ou stratégies. Le but est d'aider la direction à déterminer sa politique de manière scientifique. »

Les domaines d'application de la Recherche Opérationnelle se situent donc autour de l'aide à la décision, l'amélioration de la productivité, la gestion de production, l'optimisation dans les choix stratégiques des organisations. Une caractéristique tout à fait particulière de la Recherche Opérationnelle réside dans le fait que la modélisation fait partie intégrante de la démarche scientifique, en opposition avec d'autres branches des mathématiques appliquées (Équations aux dérivées partielles, Économie Mathématique) où les modèles à étudier sont formulés à partir d'autres disciplines (Mécanique, Physique, Économie). La Recherche Opérationnelle a donc une vocation interdisciplinaire très marquée autour des Mathématiques Appliquées mais aussi de l'Économie, des Sciences de Gestion, sans oublier les relations très fortes avec l'Informatique Scientifique. Cependant la conséquence négative de cette vocation interdisciplinaire a été pour la Recherche Opérationnelle la difficulté de pouvoir se structurer comme discipline scientifique. Aussi l'appellation Recherche Opérationnelle existe assez peu dans les programmes d'enseignement ; on trouve plutôt des filières d'enseignement dénommées : Aide à la décision, Productique, Gestion de Production, Génie Industriel, Logistique, Méthodes quantitatives de Gestion. Souvent les enseignements de Recherche Opérationnelle apparaissent comme des options ou des cours spécifiques de cursus qui couvrent un plus large spectre d'enseignements.

Les Mathématiques de la Recherche Opérationnelle

Les problèmes rencontrés en Recherche Opérationnelle sont soit de nature stochastique, soit de nature déterministe. Un enseignement de Techniques Mathématiques de la Recherche Opérationnelle comprend en général les enseignements suivants :

(1) Probabilités Appliquées (Files d'attente, Chaînes de Markov). Plus spécifiquement, tournés vers la Recherche Opérationnelle on trouve les enseignements suivants : Processus de décision en avenir incertain, Programmation dynamique, Théorie des Jeux, Fiabilité, Simulation aléatoire.

(2) Modèles déterministes : on trouve tout naturellement l'Optimisation Continue (Programmation Convexe), l'Optimisation Combinatoire (Programmation Linéaire, Programmation linéaire en nombres entiers, Théorie des Graphes et Optimisation dans les réseaux).

(3) On peut développer également des enseignements plus spécialisés à partir des cours de base précédents : Programmation stochastique, Théorie des ordonnancements, logistique, etc.

(4) Enfin citons des enseignements spécifiques qui ne figurent pas nécessairement dans tous les cursus de Recherche Opérationnelle : un cours sur les choix multicritères par exemple.

(5) Un programme d'enseignement en Recherche Opérationnelle doit comprendre également des cours de Statistiques, d'Informatique (Algorithmique et Programmation), et d'Économie et Gestion.

La plupart des disciplines que nous venons de citer existent en dehors de la Recherche Opérationnelle ; il faut cependant mettre à part l'Optimisation et surtout l'Optimisation Combinatoire qui se sont développées à partir des applications de la Recherche Opérationnelle ; on peut donc considérer que l'Optimisation Combinatoire et dans une moindre mesure l'Optimisation Continue forment l'ossature principale de ce qu'il est convenu d'appeler les Mathématiques de la Recherche Opérationnelle.

L'enseignement de la Recherche Opérationnelle

La plupart des Grandes Écoles d'Ingénieurs proposent des enseignements de Recherche Opérationnelle comme cours d'option ; citons l'École des Mines, l'École des Ponts et Chaussées, l'École Centrale, l'ENSAE, l'École des Télécommunications, l'ENSTA, l'Ensimag à Grenoble et les Écoles d'Informatique sans oublier le Conservatoire National des Arts et Métiers qui dispose d'une chaire de Recherche Opérationnelle.

Les filières en Économie (Gestion, Sciences Économiques, Miage, Mass) proposent souvent (mais de manière très limitée) des enseignements en Recherche Opérationnelle (essentiellement la Programmation Linéaire).

Il n'existe pratiquement pas d'enseignements de Recherche Opérationnelle dans les filières de second cycle en Mathématiques Appliquées (sauf exception), ce qui est de toute évidence une anomalie. Deux raisons peuvent expliquer cette situation :

(1) tout d'abord, les cursus actuels s'organisent autour de disciplines bien identifiées ; la Recherche Opérationnelle par son aspect interdisciplinaire a des difficultés à se structurer dans un tel cadre ;

(2) la deuxième raison est le statut des Mathématiques Discrètes par rapport aux Mathématiques : les Mathématiques Discrètes et donc l'Optimisation Combinatoire sont en France principalement rattachées à l'Informatique ; en conséquence, les enseignants-chercheurs en Recherche Opérationnelle, dans leur grande majorité, appartiennent à la discipline Informatique ; on pourrait penser que l'enseignement de la Recherche Opérationnelle trouve une place naturelle dans les filières d'enseignement en Informatique ; en fait, la Recherche

Opérationnelle est assez marginalisée là aussi et peu d'étudiants en Informatique choisissent l'option Recherche Opérationnelle quand celle-ci est offerte.

Au niveau des Formations Doctorales, il existe une douzaine de DEA et DESS couvrant des activités de Recherche Opérationnelle (en général partiellement); deux formations sont rattachées à des UFR de Mathématiques : à Paris 6, le DEA « Optimisation, Jeux et Modélisation en Économie » que l'on peut considérer comme un DEA de Mathématiques de la Recherche Opérationnelle, et à Bordeaux un DESS de Recherche Opérationnelle. La plupart des autres DEA sont rattachés à des UFR d'Informatique. Les deux DEA les plus importants du point de vue de la Recherche Opérationnelle sont à Grenoble (INPG et Université de Grenoble) avec un rattachement secondaire en Mathématiques, et Paris 6 (cohabilitation avec le CNAM).

Applications et Recherche

Le plus grand domaine d'applications des Mathématiques Appliquées est celui de l'Aide à la Décision et la Recherche Opérationnelle trouve tout naturellement sa place dans ce secteur à côté des Probabilités et des Statistiques; il est évident que dans ce contexte, le nombre de formations en Recherche Opérationnelle est notoirement insuffisant dans l'Enseignement Supérieur. À titre d'illustration, une enquête récente de la Société Scientifique américaine SIAM montrait que le logiciel scientifique le plus utilisé au monde était l'algorithme du simplexe en Programmation Linéaire, très largement devant tous les autres logiciels.

Il faut éviter de considérer la Recherche Opérationnelle uniquement sous l'aspect d'une formation professionnalisante; certes peu d'enseignants-chercheurs en Recherche Opérationnelle se réfèrent à la Recherche Opérationnelle dans leurs activités de Recherche. Ceci est tout à fait logique puisque la Recherche Opérationnelle n'existe pas vraiment en tant que discipline scientifique. Il faut cependant insister sur le fait que de nouveaux axes de Recherche en Mathématiques se sont créés ou développés à partir de la Recherche Opérationnelle : citons la Théorie des Jeux, l'optimisation continue (ces dernières années les méthodes de points intérieurs, la programmation semi-définie en connexion avec l'optimisation combinatoire). Citons surtout l'Optimisation Discrète qui a donné un essor considérable à la Théorie des Graphes à partir des années 1960. Ce sont également les chercheurs opérationnels spécialistes d'Optimisation Combinatoire qui se sont intéressés les premiers aux classes de complexité algorithmique des problèmes, domaine considéré aujourd'hui comme étant l'un des plus importants de l'Informatique fondamentale. Tous les domaines de recherche que nous venons de citer sont parmi ceux qui connaissent actuellement le plus grand essor. Ainsi la Recherche Opérationnelle à cause de sa nature interdisciplinaire a su développer de nouveaux concepts et favorisé l'émergence de nouveaux axes de recherche fondamentale.

En conclusion, il n'est pas toujours facile de situer la Recherche Opérationnelle; cependant s'il fallait choisir, la Recherche Opérationnelle devrait être considérée comme une des branches des Mathématiques Appliquées car c'est à partir des

Mathématiques, discipline généraliste, que l'on peut le mieux appréhender les problèmes de modélisation (qui est toujours une modélisation mathématique), que l'on peut le mieux développer la résolution de ces modèles par une bonne connaissance des outils mathématiques, et que l'on peut le mieux interpréter et valider ces modèles.

On pourra consulter le site Internet : <http://www.roadef.org>

*Jean Fonlupt*¹

¹ Université Paris 6, Jean.Fonlupt@ecp6.jussieu.fr

Réflexions sur la désaffectation pour les études scientifiques

D. Duverney

Daniel Duverney (<http://home.nordnet.fr/~dduverney/monsite>) a enseigné à des publics d'horizons divers : CNAM, lycée, IREM, prépa HEC technique puis option générale. Il est actuellement professeur de mathématiques spéciales Adaptation Technicien Supérieur à Lille. Sa réflexion sur les systèmes éducatifs l'a conduit à écrire un rapport sur la désaffectation des étudiants en sciences, rapport dont nous publions ici une version « courte », la version intégrale étant disponible sur le serveur de la SMF (<http://smf.emath.fr/Enseignement/Duverney.pdf>).

Introduction

On constate depuis 1995 une diminution, parfois spectaculaire, des effectifs d'étudiants dans certaines filières de l'enseignement supérieur scientifique. Cette situation a conduit à une inquiétude marquée chez les différents acteurs de l'enseignement et de la recherche scientifique. Elle a donné lieu à des rapports au Ministre de l'Éducation Nationale, des colloques, des manifestes, des articles de presse. Citons notamment :

Le rapport de Guy Ourisson, Président de l'Académie des Sciences : *Désaffectation des étudiants pour les études scientifiques*, mars 2002. Ce rapport est disponible, avec ses annexes, sur le site Internet du Ministère de l'Éducation Nationale (<http://www.education.gouv.fr/rapport/ourisson>)

Le rapport de Maurice Porchet, Professeur à l'université de Lille 1 : *Les jeunes et les études scientifiques*, avril 2002 (<http://www.education.gouv.fr/rapport/porchet>).

Le colloque de Lille : *Les études scientifiques en question*, s'est tenu du 28 février au 2 mars 2002. Il a été suivi du **Colloque de Bordeaux** : *L'enseignement des sciences*, qui s'est tenu du 3 au 5 février 2003 (<http://www.u-bordeaux1.fr/Colloque-Sciences/index.html>).

Le Monde du 23 avril 2002 s'est fait l'écho auprès du grand public du rapport Porchet, sous le titre : *Les étudiants délaissent de plus en plus les études scientifiques* (<http://www.lemonde.fr/article/0,5987,3226--272727-00.html>). Le Monde de l'Éducation d'octobre 2002 a également consacré un dossier spécial à ce problème.

Récemment, un **communiqué de presse** commun à plusieurs sociétés savantes et associations d'enseignants scientifiques a pressé le Ministre de l'Éducation Nationale de placer la baisse du nombre des étudiants en sciences en tête des priorités du Ministère (<http://www.apmep.asso.fr/apmsci02.html>). Ce

communiqué met en avant, à juste titre, les conséquences dramatiques de cette baisse sur l'avenir de l'enseignement et de la recherche dans des domaines d'importance économique vitale.

Tout ceci crée une atmosphère plutôt déprimante! Pourtant, l'enseignement scientifique supérieur français, bien appuyé par l'enseignement primaire et secondaire, a de beaux succès à son actif, par exemple le *doublément* du nombre annuel d'ingénieurs diplômés entre 1985 et 2000. Cet aspect du problème est largement occulté à l'heure actuelle. Un travail considérable a été accompli depuis 15 ans, dans des conditions souvent difficiles, par tous les acteurs du système d'enseignement, et il serait juste aussi de leur rendre hommage pour les résultats positifs obtenus pendant cette période.

À partir de ces considérations, dans le but de me faire une opinion personnelle, je me suis livré à un travail d'étude sur le sujet, et les pages qui suivent rendent compte de cette étude. Je pense qu'elle apporte un point de vue complémentaire aux rapports Ourisson et Porchet.

J'ai été constamment encouragé dans cette tâche par Michel Waldschmidt, Président de la Société Mathématique de France, que je tiens à remercier ici.

Jean-Louis Piednoir, Inspecteur Général de Mathématiques, m'a fait bénéficier de son expérience et m'a communiqué un texte qu'il avait rédigé sur l'orientation scientifique [9]. Il a notamment attiré mon attention sur l'effet probable de la réforme des lycées sur les effectifs universitaires, effet confirmé par les statistiques. Ce travail lui doit beaucoup.

Je remercie enfin Chantal Payras, de la Direction de la Programmation et du Développement (DPD), et M. Gossart et Mme Laurent, du service des statistiques du rectorat de Lille, qui m'ont aidé à me procurer les statistiques que j'ai exploitées dans cette étude.

Y a-t-il une baisse spécifique aux sciences ?

Le tableau 1 ci-contre présente une synthèse de l'évolution des effectifs de l'enseignement supérieur dans son ensemble, établie à partir des données fournies par trois notes de la DPD [4,6,7].

Ce tableau montre que la baisse des effectifs touche essentiellement, depuis 1995, les disciplines générales et de santé de l'université *dans leur ensemble* (et pas seulement les sections scientifiques, bien que celles-ci soient davantage touchées, comme nous le verrons plus loin). D'autres secteurs de l'université se portent bien ; c'est le cas des IUT et des écoles d'ingénieurs universitaires, qui ont enregistré dans la décennie une progression spectaculaire, ainsi que le montre la figure 1.

Cependant, si la baisse des *effectifs* est celle qui frappe le plus parce qu'elle se traduit directement en termes d'organisation matérielle (postes, crédits, nombre de divisions), ce n'est pas ce point de vue qui doit être adopté pour étudier la « désaffection » des étudiants pour les études scientifiques. En effet, toute variation du taux de redoublement affecte les effectifs ; en particulier, un taux de redoublement élevé augmente les effectifs, sans que cela puisse être considéré comme un point positif. C'est ainsi que de nombreux pays en développement affichent un taux de scolarisation brut supérieur à 100% dans l'enseignement primaire [12, p. 46-47].

Année	1990-1991	1991-1992	1992-1993	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002
Université (hors IUT et ingénieurs)	1091,2	1139,9	1204,4	1295,8	1330,1	1358,3	1336	1305,2	1282,3	1272,8	1276,9	1264,3
Instituts Universitaires de Technologie	74,3	78,8	85	92,9	98,6	103,1	108,6	112,9	114,6	117,4	119,2	118,1
Écoles d'ingénieurs universitaires	17,3	18,9	21,2	22,3	23,3	24,2	24,8	26	27,5	29,4	30,8	31,7
Écoles d'ingénieurs indépendantes des universités	40,3	42,9	45,9	49	50,5	51,5	52	53,1	55,4	56,4	58,6	60
Classes préparatoires	64,5	68	67,7	66,9	65,4	70,3	72,7	73,1	71,4	70,9	70,3	70,7
Sections de Techniciens Supérieurs	203,8	226,8	240,8	242,6	238,9	236,3	241,9	245,3	246,6	248,8	248,8	246,9
Écoles Supérieures de Commerce	46,1	54,1	59,8	57,4	54,6	50,7	47,3	47	51,3	56,3		
Écoles Normales Supérieures	2,7	2,7	2,7	2,8	3	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2		
Autres écoles de spécialités diverses	172,5	225,6	237,5	260,6	269,3	272	269,4	266,6	267	270,4		
Ensemble	1712,7	1857,7	1965	2090,3	2133,7	2169,5	2155,8	2132,4	2119,3	2125,6		

 TAB. 1. Effectifs de l'enseignement supérieur (en milliers)⁽⁶⁾, Avril 2003

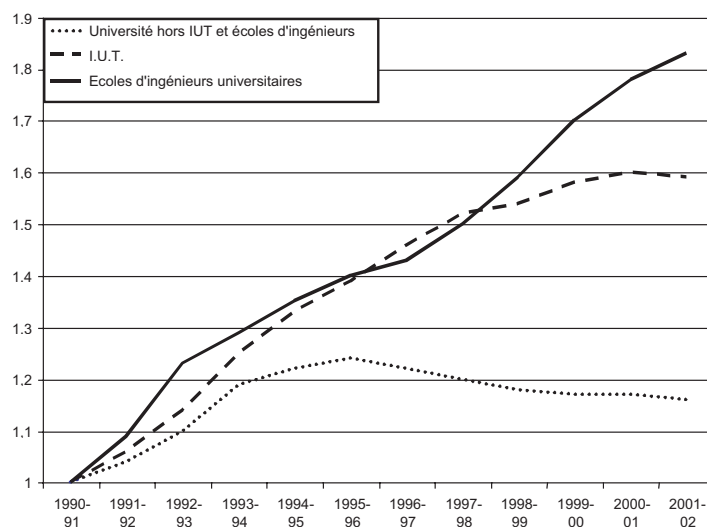


FIG. 1. Effectifs universitaires (base 1 en 1990-91)

Il nous faut donc raisonner en termes de *flux d'entrée* pour évaluer plus précisément si les bacheliers scientifiques et technologiques se détournent des études supérieures scientifiques et techniques. Ce point de vue permet en outre de prendre en compte les effets éventuels de l'évolution démographique.

Production de l'enseignement secondaire

Le flux d'entrée dans l'enseignement supérieur dépend évidemment du flux de sortie de l'enseignement secondaire. A priori, celui-ci est conditionné par deux grands facteurs : l'*évolution démographique*, qui fournit le « matériau brut », et la *politique éducative*, qui fixe les niveaux de formation souhaitables et, en principe, les moyens matériels et pédagogiques pour les atteindre.

Pour évaluer les effets de l'évolution démographique, on peut examiner l'évolution de la classe d'âge 18 ans (âge « normal » d'obtention du baccalauréat). Ces chiffres sont disponibles, par exemple, sur le site Internet de l'Institut National d'Etudes Démographiques (<http://www.ined.fr>) et sont résumés dans la figure 2.

Ainsi, la croissance des effectifs de l'enseignement supérieur entre 1990 et 1995 s'est-elle produite en période de baisse démographique (de 878 000 à 744 000, soit 15 %), tandis que la baisse des effectifs universitaires entre 1995 et 2000, telle qu'elle apparaît dans le tableau 1, a eu lieu en période de hausse démographique (de 744 000 à 797 000, soit 7%). Ce qui est évidemment inquiétant, c'est que la population des 18 ans va tendre à décroître dans les années à venir, pour tomber à 727 000 individus en 2015, soit une baisse de 9 % par rapport à 1999. Il est donc à prévoir que les effets de la démographie s'ajoutent, dans le futur proche, aux causes en action dans la période 1995-2000, pour provoquer une *nouvelle baisse* des effectifs universitaires.

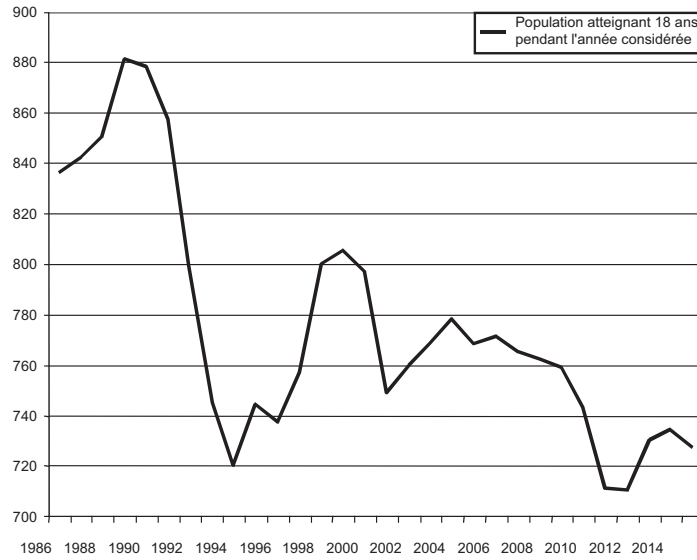


FIG. 2. Population atteignant 18 ans pendant l'année considérée (en milliers)

Considérons maintenant l'évolution du nombre de bacheliers entre 1985 et 2000. Les chiffres suivants m'ont été fournis par Chantal Payras, de la DPD :

Session	Bacs S	Bacs STI	Bacs S + STI	Tous bacs	Bacs autres que S	Population des 18 ans
1985	83 479	21 465	104 945	253 050	169 571	840 568
1986	86 067	21 407	107 475	264 989	178 922	835 796
1987	90 694	22 934	113 629	278 224	187 530	842 245
1988	99 204	23 568	122 773	312 636	213 432	850 381
1989	109 787	25 556	135 344	347 770	237 983	881 284
1990	123 394	26 958	150 353	383 950	260 556	877 506
1991	131 529	28 563	160 094	416 246	284 717	857 186
1992	134 117	27 934	162 053	435 800	301 683	799 200
1993	138 083	30 998	169 083	445 752	307 669	745 065
1994	140 497	33 755	174 254	460 204	319 707	720 395
1995	136 553	34 429	170 984	479 494	342 941	744 744
1996	125 656	36 933	162 591	463 399	337 742	737 062
1997	122 148	33 256	155 405	469 121	346 973	757 354
1998	118 532	33 739	152 272	488 054	369 522	800 476
1999	125 133	35 329	160 463	489 358	364 225	805 483
2000	133 006	36 062	169 070	501 941	368 935	797 223
2001	123 448	34 811	158 260	484 176	360 728	748 525

TAB. 2. Évolution du nombre de bacheliers scientifiques et technologiques, 1985-2001 (France métropolitaine)

Rappelons que, jusqu'au bac 1994 inclus, le baccalauréat « scientifique » était divisé en trois filières : C, D, E ; elles sont regroupées sous la dénomination

unique S dans le tableau 2. À partir de celui-ci, on peut par exemple étudier l'évolution du nombre de bacheliers scientifiques, et la comparer à celle de l'ensemble des baccalauréats.

Le tableau 2 fait apparaître une baisse du nombre des bacheliers S dès 1995 : il passe de 140 497 en 1994 à 118 532 en 1998, soit une baisse de 15 %. Malgré une légère remontée en 1999 et 2000 (nous y reviendrons plus loin), le nombre de bacheliers S a rechuté en 2001, pour retomber à son niveau de 1990. Par contre, les bacheliers autres que S ont continué à augmenter après 1995, passant de 319 707 en 1994 à 369 522 en 1998, soit une hausse de 15 %. Entre 1990 et 2001, le nombre des bacheliers autres que S a augmenté de 38 % !

De nouveau, on notera que cette diminution du nombre de bacheliers S a eu lieu en période de hausse démographique. Pour évaluer les effets de la démographie, on peut, en regroupant les données du tableau 2, obtenir le graphique suivant :

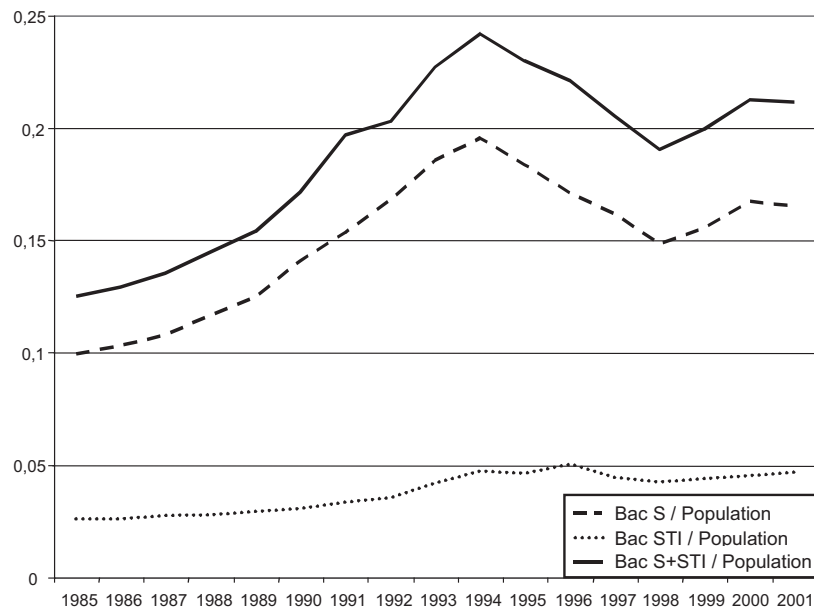


FIG. 3. Proportion d'une classe d'âge obtenant un baccalauréat scientifique ou technologique, 1985-2001

Ce graphique montre clairement le *décrochement* de la section S dès 1995 : alors que la proportion des scientifiques dans une classe d'âge n'avait cessé d'augmenter entre 1985 et 1994, passant de 10 à 19 % environ, cette proportion chutait à moins de 15 % en quatre ans !

On peut ainsi se poser la question de l'influence de la réforme de 1995 (dont une des principales dispositions était la disparition des terminales C, D, E) sur l'orientation scientifique. Selon Jean-Louis Piednoir, Inspecteur Général de Mathématiques, « il n'est pas exagéré de dire que la réforme des lycées a effacé les efforts faits les années précédentes pour développer les sections

scientifiques » [9]. Nous reviendrons sur l'organisation pédagogique de la section S plus loin.

Pour terminer, signalons que le rebond du nombre de bacheliers S en 2000 est un phénomène purement technique : le taux de réussite au bac S a bondi à 82 % cette année-là, alors qu'il oscillait autour de 74-75 % les années précédentes. Dès 2001, le taux de réussite retombait à 79 %, et le nombre de bacheliers S rechutait. Pour 2002, les résultats provisoires publiés par la DPD font état de 123 213 bacheliers S en 2002, ce qui correspond à un taux de réussite de 80 %, et à une nouvelle baisse [7] ; l'évolution démographique joue ici à plein.

Que se passe-t-il en DEUG ?

Étudions d'abord le flux d'entrée des nouveaux bacheliers S dans les différentes sections de l'université. En regroupant les données extraites de différents numéros des *Tableaux Statistiques* publiés par la DPD, on obtient le tableau suivant (l'appellation « Sciences et structure de la matière » regroupe les DEUG MIAS, MASS et SM) :

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Sciences et structure de la matière	34 651	29 857	26 442	25 313	24 251	24 438	22 151
Sciences de la nature et de la vie	17 827	14 315	13 953	14 172	12 056	12 442	10 795
Sous-total orientation scientifique	52 478	44 172	40 395	39 485	36 307	36 880	32 946
Sciences et techniques de l'ingénieur	1 968	1 889	1 952	2 262	2 786	3 236	2 961
IUT	15 602	16 170	16 442	18 484	18 551	19 805	18 994
Sous-total orientation technologique	17 570	18 059	18 394	20 746	21 337	23 041	21 955
Médecine	15 699	13 767	13 574	14 544	13 175	13 283	13 046
Pharmacie	4 450	4 012	3 981	3 952	3 475	3 375	2 986
Sous-total orientation santé	20 149	17 779	17 555	18 496	16 650	16 658	16 032
Droit et sciences Politiques	3 838	3 466	3 279	3 656	3 214	3 686	3 510
Sciences économiques hors AES	4 019	3 401	3 347	3 363	3 669	4 169	3 823
AES	472	366	345	335	368	398	378
Lettres et sciences du langage	1 518	1 472	1 460	1 606	1 636	1 799	1 643
Langues	1 895	1 774	1 689	1 860	1 787	1 843	1 851
Sciences humaines et sociales	3 954	3 327	3 358	3 597	3 497	3 767	3 848
STAPS	2 810	3 915	4 078	4 668	4 709	5 032	4 437
Sous-total autres orientations	18 506	13 806	17 556	19 085	18 880	20 694	19 490
Total	108 703	97 731	93 900	97 812	93 174	97 273	90 423

TAB. 3. Flux d'entrée des nouveaux bacheliers S à l'université, 1995-2001 (France métropolitaine)

Ce tableau fait apparaître une baisse importante de l'orientation des bacheliers S dans les sections scientifiques (-37 %) et de santé (-20 %) de l'université entre 1995 et 2001. Malgré une augmentation de 25 % de l'orientation technologique, l'orientation des bacheliers S vers l'université dans son ensemble diminue lourdement (-18 000 étudiants, soit 17 %). Contrairement à ce qu'on pourrait

attendre, les autres sections de l'université de profitent pas de cette baisse : leur recrutement augmente de moins de 1 000 étudiants sur la période considérée, et encore cette augmentation est-elle due au DEUG STAPS.

Pour résumer, entre 1995 et 2001 :

- l'orientation scientifique diminue de 19 500 étudiants ;
- l'orientation technologique augmente de 4 500 étudiants ;
- l'orientation santé diminue de 4 000 étudiants ;
- les autres orientations augmentent de 1 000 étudiants.

Manifestement, la plus grande part de la baisse de l'orientation vers les sections scientifiques de l'université doit être imputée à la diminution du nombre de bacheliers scientifiques : selon le tableau 2, il passe de 136 553 en 1995 à 123 448 en 2001, soit une diminution de plus de 13 000 !

Cependant, il est à noter que les sections sélectives ont peu pâti de cette baisse. Examinons d'abord le flux d'entrée des bacheliers S dans les classes préparatoires :

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Maths Sup.	14037	14136	13571	16492	15254	15578	14895	14726	15175	14850
Maths Sup Bio	2068	1929	2032	2378	2077	2015	1965	1926	1892	1868
Maths Sup Techno	3183	3187	3253	2960	2842	2619	2456	2445	2496	2483
Prépa véto	712	834	781	901	832	816	827	873	793	765
Autres	19	34	205	369	301	31	31	37	32	41
Total CPGE Sciences	20019	20120	19842	23100	21306	21059	20174	20007	20388	20007
CPGE Littéraires	1446	1337	1693	1220	1221	1183	1086	1014	1117	1221
CPGE Éco. et Com.	5616	4918	4176	3972	3688	3681	3805	3965	4118	3876
Total CPGE	27081	26375	25711	28292	26215	25923	25065	24986	25623	25104

TAB. 4. Flux d'entrée des nouveaux bacheliers S en classes préparatoires, 1992-2001 (France métropolitaine)

Il apparaît que ce flux reste approximativement constant dans les sections scientifiques, malgré un pic en 1995, qui correspond manifestement à la réforme des lycées et des classes préparatoires (et à la disparition de la section C).

Ainsi, s'il y a bien eu une baisse de l'orientation des bacheliers S en CPGE, elle a beaucoup moins touché les prépas scientifiques que les prépas commerciales. Du reste, si on écarte l'année 1995, qui peut être considérée comme exceptionnelle, et les évidents soubresauts qui l'ont suivie, l'orientation scientifique en prépas a augmenté depuis 1992, et semble provisoirement stabilisée.

Une partie relativement peu importante des bacheliers scientifiques s'oriente également vers les sections de Techniciens Supérieurs des lycées. Depuis 1995, l'orientation des bacheliers S en STS a augmenté d'environ 500 individus, mais reste inférieure à son niveau de 1994.

Pour résumer l'ensemble de ces données statistiques, nous récapitulons dans le tableau 5 le flux de bacheliers S, les entrées à l'université, en classes préparatoires et en BTS pour les années 1995-2001. Comme je n'ai pas pu me procurer les flux d'entrée dans les écoles d'ingénieurs et de commerce qui recrutent au niveau du Bac, ni dans d'autres formations éventuelles, je l'ai estimé, sur la base de [3], à 7 % du nombre total de bacheliers S, bien que ce taux ne soit sûrement pas constant. Ce tableau fait apparaître l'importance des

doubles inscriptions dans les statistiques : il y a plus de nouveaux bacheliers S inscrits à Bac + 1 qu'il n'y a réellement de nouveaux bacheliers S!

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Université	108,7	97,7	93,9	97,8	93,2	97,3	90,4
CPGE	28,3	26,2	25,9	25,1	25,0	25,6	25,1
STS	6,6	6,6	6,8	7,1	7,2	7,5	7,1
Autres	9,6	8,8	8,5	8,3	8,8	9,3	8,6
Total entrées	153,2	139,3	135,1	138,3	134,2	139,7	131,2
Bacheliers S	136,6	125,7	122,1	118,5	125,1	133,0	123,4
Doubles inscriptions	16,6	13,6	13	19,8	9,1	6,7	7,8
Doubles inscriptions (taux)	12,2 %	10,8 %	10,6 %	16,7 %	7,3 %	5,1 %	6,3 %

TAB. 5. Sorties du secondaire et « entrées » dans le supérieur, Titulaires du Bac S, 1995-2001, en milliers

Le nombre de doubles inscriptions s'obtient en retranchant le nombre de bacheliers S de l'année du flux total d'entrée dans le supérieur, c'est-à-dire de la somme des quatre premières lignes du tableau. Nous obtenons le taux de doubles inscriptions en effectuant le rapport du nombre de doubles inscriptions au nombre de bacheliers S. Le problème des doubles inscriptions apparaît ici nettement. Il nous conduit à relativiser la valeur des statistiques que nous avons données. Si nous voulons estimer la baisse réelle de l'orientation scientifique, il nous faut résoudre, au moins approximativement, ce problème des doubles inscriptions.

En effet, le taux des doubles inscriptions paraît varier très fortement. Pour l'année 2000, le taux que nous avons calculé est en accord avec celui donné par Clotilde Lixi dans [2, page 8]; il semble en revanche être trois fois plus élevé en 1998!

A priori, les étudiants en double inscription sont inscrits en classes préparatoires et à l'université. Nous sommes conduits à faire quelques hypothèses sur le nombre de ceux qui sont réellement en CPGE, c'est-à-dire qui ne partent pas à l'université en cours d'année scolaire.

Première hypothèse. Les doubles inscriptions sont essentiellement le fait d'étudiants de prépas s'inscrivant à l'université pour disposer d'un filet de sécurité et leur nombre est réparti dans les différentes sections des CPGE au prorata des effectifs de ces sections.

Deuxième hypothèse. Les étudiants inscrits en maths sup, maths sup bio et maths sup techno qui prennent une double inscription la prennent dans les sections scientifiques de l'université (ligne 3 du tableau 3).

Troisième hypothèse. Parmi les étudiants en double inscription inscrits dans les sections scientifiques des CPGE et de l'université, 80 % sont de vrais étudiants de prépa (ils suivent leur scolarité en CPGE) et 20 % sont de vrais étudiants de l'université (ils suivent leur scolarité en DEUG). Cette répartition peut se justifier en remarquant que les effectifs des prépas sont comptabilisés vers le mois d'octobre; les absences étant contrôlées en CPGE, on sait que les abandons en cours d'année sont peu importants.

À partir de ces hypothèses, qui semblent raisonnables, on obtient par un calcul facile une estimation des flux réels d'entrée en CPGE et dans les sections scientifiques des universités.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Doubles inscriptions	12,6	10,5	10,1	15,3	7,0	5,1	6,0
Entrées en prépas scientifiques	19,3	18,1	18,2	16,2	17,7	18,6	18
Entrées en sections scientifiques de l'université	42,3	35,8	32,3	27,3	30,7	32,8	28,1
Bacheliers S (rappel)	136,6	125,7	122,1	118,5	125,1	133,0	123,4

TAB. 6. Estimation du flux « réel » d'entrée en prépas scientifiques et dans les sections scientifiques des universités, 1995-2001, en milliers

Bien que ce tableau ne présente qu'une estimation, réalisée à partir d'hypothèses qui peuvent être discutées, il paraît plus fiable que les statistiques brutes fournies par la DPD. En effet, le tableau 5 est parfaitement contradictoire, comme nous l'avons vu, puisque le flux d'entrée dans le supérieur excède le flux de sortie du secondaire!

Le tableau 6 permet de comparer les variations par rapport à l'année 1995 des flux d'entrée en prépas scientifiques et en sections scientifiques des universités au nombre de bacheliers S. On obtient le graphique suivant :

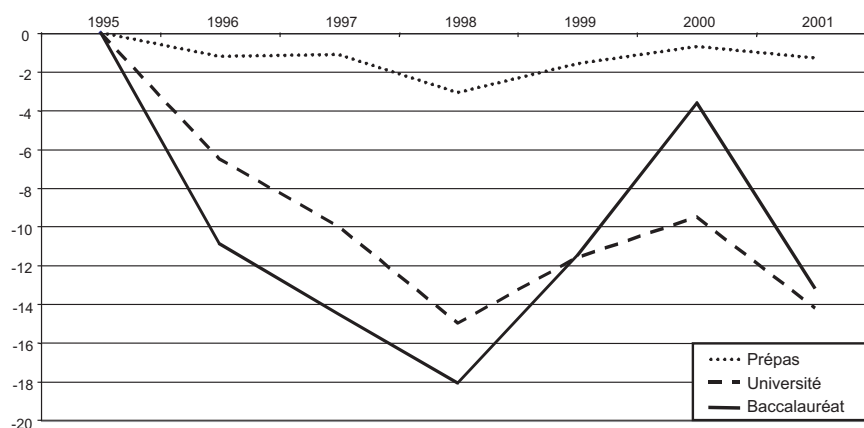


FIG. 4. Variation par rapport à 1995 du flux « réel » d'entrée en prépas scientifiques et dans les sections scientifiques des universités, 1995-2001, en milliers

Ce graphique nous permet de conclure cette section. Il n'y a pas de désaffection pour les études scientifiques au niveau de l'enseignement supérieur. *La principale cause de diminution des effectifs universitaires est la diminution spectaculaire du nombre de baccalauréats scientifiques.* Quand le nombre de bacheliers augmente, le nombre d'étudiants en DEUG augmente avec lui (1998-2000). Il en est de même en CPGE. Dans ce cas, les variations sont très amorties, mais elles sont visibles sur la figure 4.

Dans le cadre de cette diminution du flux des bacheliers S, les sections technologiques des universités, plus professionnalisées, enregistrent une progression positive, comme le montre le tableau 3 et le signale Maurice Porchet [10]. Mais ce phénomène, certainement significatif d'une recherche accrue de débouchés professionnels, n'est pas la cause principale de la chute de l'orientation scientifique en DEUG.

Néanmoins, le fait que les sections scientifiques des universités soient la principale victime de la baisse du nombre des bacheliers scientifiques en dit long sur leur niveau d'attractivité. Nous reviendrons sur ce point ultérieurement.

Le troisième cycle et la recherche

Examinons le tableau 7, extrait du rapport Ourisson, qui présente l'évolution des effectifs en DEA et en DESS entre 1993 et 2000.

Année	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
DEA		15 807	15 103	14 657	13 596	12 800	12 054	12 121
DESS	4 123	4 159	4 541	4 902	5 529	5 822		
Total		19 966	19 644	19 559	19 125	18 622		

TAB. 7. Évolution des effectifs au niveau Bac + 5, 1993-2000

Entre 1994 et 1998, ce tableau fait apparaître une baisse de 24% des effectifs en DEA scientifique, pour une augmentation de 40% des effectifs en DESS. Globalement, la baisse des effectifs au niveau Bac+5 universitaire est de 1344 individus, c'est-à-dire 7%. Mais cette baisse doit être relativisée par ce qui se passe à l'autre niveau Bac+5, c'est-à-dire les écoles d'ingénieurs. Selon le CEFI (<http://www.cefi.org/>), le nombre d'ingénieurs diplômés est passé de 22 500 en 1994 à 26 000 en 2000. Ainsi globalement, le nombre de diplômés en sciences et techniques au niveau Bac+5 a-t-il augmenté de 42 500 environ en 1994 à 44 600 en 1998, soit 5 % en 4 ans.

Ceci dit, si nous revenons au problème de la recherche théorique en sciences, il est clair que la baisse est importante. Mais à ce niveau comme à celui du DEUG, il paraît tout à fait normal que les étudiants se dirigent vers les études leur assurant un débouché professionnel et un emploi. Par exemple, l'enquête « jeunes diplômés 1999 » du CEREQ donne les résultats suivants (disponibles sur le site du CEFI) :

Diplôme	CDI	Fonctionnaire	CDD, intérim, emploi jeune
DEA-DESS sciences exactes/naturelles	80,7 %	5,3 %	13,6 %
École d'ingénieurs	94 %	1,4 %	4,1 %
Doctorat sciences exactes	56,9 %	23,8 %	18,4 %
Doctorat sciences naturelles	41,6 %	20,3 %	35,6 %

TAB. 8. Débouchés au niveau Bac + 5 et au-delà (1999)

Le tableau duquel ces données sont extraites ne distingue malheureusement pas les cas du DEA et du DESS. Cependant, si on compare le taux d'emplois stables (CDI + Fonctionnaire) à l'issue d'un DEA-DESS à celui que l'on obtient à l'issue d'une thèse en sciences exactes ou naturelles, on se doute que le taux d'emploi à la sortie d'un DESS est plus proche de celui des écoles d'ingénieurs que de celui des doctorats. L'intérêt personnel des étudiants, en terme d'emploi, leur commande donc de se diriger plutôt vers des filières professionnalisées (ingénieur ou DESS) que vers des filières académiques (DEA + thèse). On retrouve le même phénomène qu'au niveau du DEUG.

Néanmoins, on peut se poser la question de savoir si cette baisse des effectifs dans les filières académiques ne va pas être préjudiciable, à terme, pour l'avenir (« Nous sommes convaincus que ces facteurs négatifs risquent d'être très dommageables pour notre pays, qui ne peut se contenter de devenir une nation de second rang sur le plan scientifique et technologique », [8, page 9]). Pour essayer d'y voir plus clair, j'ai consulté le World Science Report 1998 de l'UNESCO [13]. Les deux tableaux suivants, qui concernent la « triade » USA-Europe-Japon, m'ont semblé intéressants.

	1995 (%)			1995 (base 100 = 1990)		
	UE	USA	Japon	UE	USA	Japon
Biologie fondamentale	33,2	39,3	9,1	106	99	108
Recherche médicale	37,9	36,9	7,4	105	97	115
Biologie/Écologie appliquées	28,8	33,7	7,6	112	91	117
Chimie	31,6	23,3	12,2	111	99	109
Physique	29,7	27,4	9,9	109	91	103
Sciences de la terre et de l'espace	30,1	38,3	3,6	117	95	113
Sciences de l'ingénieur/Technologie	26,1	35,7	8,2	105	93	91
Mathématiques	31,4	33,1	4,2	106	93	88
Toutes disciplines	32,7	34,1	8,3	108	96	109

TAB. 9. Production scientifique de la triade, mesurée en publications

On observe dans le tableau 9 que, entre 1990 et 1995, la production scientifique en Europe (mesurée en nombre de publications) a augmenté de 8 points, avec une faiblesse marquée dans le domaine des sciences de l'ingénieur et de la technologie. Durant la même période, la production scientifique des USA a baissé de 4 points. Le tableau 10, à l'inverse, montre que le nombre de brevets déposés par les européens en Europe a baissé de 9 points, tandis que le nombre des brevets américains a augmenté de 25 points. Pour les brevets déposés aux USA, la part européenne a baissé de 22 points, la part américaine a augmenté de 8 points.

Cette chute du nombre de brevets reste valable pour la France : entre 1991 et 1995, la part française des brevets déposés à l'office européen des brevets est passée de 8% à 6,9%. En ce qui concerne l'office des brevets US, elle est passée de 3,1% à 2,8% [13, Table 4, p. 83].

Certes, la production scientifique n'est pas entièrement mesurée par le nombre de publications dans des revues. De même, le nombre de brevets déposés n'est pas non plus un indicateur parfait du niveau d'innovation technologique [11].

BREVETS EUROPEENS	1995 (%)			1995 (base 100 = 1990)		
	UE	USA	Japon	UE	USA	Japon
Électronique/Appareils électriques	34,9	35,1	24,2	90	121	85
Instrumentation	36,5	38,9	17,0	88	131	79
Chimie/Pharmacie	37,3	40,3	15,4	91	121	78
Procédés industriels/Métallurgie	48,2	29,4	13,6	95	119	85
Ingénierie mécanique/Transport	55,3	22,9	12,5	92	129	90
Biens de consommation	59,2	21,1	6,2	90	132	93
Ensemble	43,9	32,1	15,9	91	125	84

BREVETS US	1995 (%)			1995 (base 100 = 1990)		
	UE	USA	Japon	UE	USA	Japon
Électronique/Appareils électriques	11,0	47,3	34,6	66	104	104
Instrumentation	14,8	51,7	27,2	80	114	91
Chimie/Pharmacie	23,4	51,9	18,3	87	106	101
Procédés industriels/Métallurgie	22,0	49,8	20,2	83	106	105
Ingénierie mécanique/Transport	23,2	46,4	21,3	84	112	92
Biens de consommation	18,0	51,7	11,8	76	105	102
Ensemble	18,0	49,2	24,5	78	108	102

TAB. 10. Production technologique de la triade, mesurée en brevets

Cependant, les chiffres fournis plus haut suggèrent que l'augmentation de la production scientifique pure en Europe entre 1990 et 1995 (sans doute corrélée à l'augmentation des effectifs d'étudiants, qui a permis d'accroître mécaniquement le nombre d'enseignants-chercheurs) n'a pas entraîné le développement de la recherche industrielle appliquée. Ceci était signalé déjà dans le rapport Guillaume (Le Monde du 13 Mars 1998).

Or la recherche industrielle paraît au moins aussi importante pour l'avenir que la recherche académique (qui d'ailleurs ne peut être financée que par une économie dynamique et innovante). A priori, l'augmentation des filières en prise sur l'industrie au niveau Bac+5 (ingénieurs + DESS) qui se met en place depuis le début des années 90 pourrait aider à inverser la tendance actuelle en formant des chercheurs soucieux des applications industrielles. Néanmoins, le nœud du problème réside dans l'affectation des crédits de recherche. Une augmentation de ces crédits paraît nécessaire (y compris de la part des entreprises) et devrait être affectée à la recherche industrielle et à sa valorisation, notamment en direction des PME.

Signalons, en effet, que l'organisation institutionnelle de la recherche est très différente aux USA, dans l'Union Européenne et au Japon, comme le montre le tableau 11, extrait également de [13] :

On notera essentiellement, au niveau de la mise en oeuvre, la faiblesse européenne en recherche industrielle ; cette faiblesse pourrait largement expliquer la perte de compétitivité technologique de l'Union Européenne mesurée par la diminution du nombre des brevets déposés. Les dirigeants européens sont bien conscients de ce problème ; citons Claudie Haigneré, ministre déléguée à la recherche et aux nouvelles technologies : « La part du secteur privé dans le financement de la recherche n'est aujourd'hui que de 54 %. Cette part doit augmenter fortement pour atteindre 66 %, conformément aux objectifs que s'assigne l'Union Européenne. À terme, je souhaite que pour un euro de l'État, les entreprises en mettent deux. Pour y parvenir, il faut une dynamique d'ensemble,

Financement	Union Européenne	USA	Japon
Public civil	32,7	18,6	25,4
Militaire	8,2	22,4	1,1
Étranger	6,4	0,0	0,1
Industrie	52,8	59,0	73,4
Total	100,0	100,0	100,0
Volume (milliards de dollars)	125,0	168,5	69,7
Mise en oeuvre	Union Européenne	USA	Japon
Institutions de recherche publique	18,4	13,4	14,8
Université	19,7	15,6	14,1
Industrie	61,9	71,0	71,1
Total	100,0	100,0	100,0
Volume (milliards de dollars)	125,0	168,5	69,7

TAB. 11. Financement et mise en oeuvre des activités de recherche et développement, 1994 (en pourcentage de la dépense globale en recherche et développement)

un cercle vertueux. Si les entreprises sont incitées à investir davantage dans la recherche par des exonérations de TVA, elles seront encouragées à continuer. Nous présenterons d'ici à la fin de l'année en conseil des ministres, avec mon collègue de l'industrie, une politique en faveur de l'innovation » (Le Monde du 2 octobre 2002).

Les facteurs psychologiques

Le rapport Ourisson [8] insiste sur les aspects psychologiques du problème : « Les études scientifiques et techniques dans les collèges et lycées restent trop souvent un pensum pour les élèves » (page 6) ; « La désaffection des jeunes envers certaines carrières scientifiques (...) est certainement liée à la réputation de difficulté de ces études » (page 6) ; « La pratique de la science est une activité ludique par excellence. Malheureusement, ceci ne se révèle que tard... » (page 7) ; « Les jeunes peuvent avoir l'impression tout à fait fautive que les études scientifiques les éloigneraient des 'vrais' problèmes du monde d'aujourd'hui . » (page 8) ; « Les études scientifiques ont la réputation d'être difficiles, exigeantes en durée et en intensité de travail ; cette réputation est justifiée, et il faut l'accepter. Plus tard, dans les classes préparatoires ou en université, c'est encore plus vrai : peu de week-ends pour s'amuser... » (page 8).

Même si ces affirmations sont partiellement justifiées, la difficulté des études scientifiques apparaît ici comme un fait immuable : la pédagogie, la réflexion sur les contenus, le problème du degré de technicité utile et des niveaux d'approfondissement ne sont pas mentionnés. Or, depuis les années 80, une grande part des réformes engagées (souvent malheureusement sans concertation avec les enseignants) a eu pour but de rendre les sciences plus attrayantes et d'assimilation plus facile. Ceci s'est payé par une baisse évidente du niveau du baccalauréat ; en même temps, ces réformes ont permis d'augmenter le nombre annuel de bacheliers scientifiques de 83 500 environ à 133 000 environ (+ 59

%) entre 1985 et 2000. Pourtant, le baccalauréat S actuel n'est pas une coquille vide, et son contenu scientifique est loin d'être ridicule : on peut construire dessus. La preuve, c'est que le nombre annuel de diplômes d'ingénieurs délivrés est passé de 13 000 à 27 000 durant la même période, et ces ingénieurs sont parfaitement compétents.

En fait, il semblerait, comme on l'a signalé plus haut après étude des statistiques, que de gros problèmes se rencontrent à l'université. Indépendamment de l'aspect économique et professionnel, dont nous avons également parlé, l'organisation pédagogique de l'université se révèle inadaptée à un enseignement scientifique supérieur de masse. Je cite Stéphane Beaud [1] :

« Au bas de la hiérarchie [du système d'enseignement supérieur français], le DEUG, sauf dans les rares disciplines protégées de la concurrence des IUT et BTS, occupe le dernier rang dans les choix d'orientation des bacheliers. « Tout sauf la fac », entend-on souvent dans la bouche des élèves de terminale (certains ajoutant même, instruits par l'expérience de leurs camarades de quartier : « On n'est pas assez bien tenu, il faut savoir travailler seul »), si bien que le premier cycle universitaire accueille de plus en plus d'étudiants « par défaut », mal armés scolairement, sans autonomie personnelle et sans « motivation », donc peu préparés aux exigences universitaires » (page 311).

« L'université est toujours le parent pauvre de l'Éducation Nationale, la pénurie y est structurelle. En accueillant dorénavant en DEUG des étudiants d'origine populaire sous-sélectionnés scolairement, elle produit un échec scolaire de masse qui devrait être considéré comme intolérable à ceux qui se réclament d'une « école républicaine ». On ne peut pas non plus nier que l'institution universitaire a aussi sa part de responsabilité dans la désaffection croissante dont font preuve les bacheliers à son égard : d'une part, en matière d'organisation pédagogique et, d'autre part, par sa politique de décentralisation » (page 313).

Ce point est également signalé par Maurice Porchet dans son rapport : « Les DEUG scientifiques résistent mal à la concurrence car leur image dans le public persiste à évoquer l'anonymat, les amphis surchargés, et l'absence de lisibilité professionnelle (...). Le DEUG Sciences et Technologies est en cause. Il doit intégrer les attentes des bacheliers ou accepter de voir ses effectifs continuer à baisser. » [10, page 20]

Par ailleurs, l'espérance de réussite joue certainement un rôle. En ce qui concerne les étudiants scientifiques, une enquête de la DPD [5] a été réalisée sur un panel de bacheliers de 1996 ; elle a montré que, deux ans après le début de leurs études universitaires, ils étaient dans les situations suivantes :

Ont obtenu leur diplôme	33,4 %
Font une troisième année	41,7 %
Se sont réorientés	18,2 %
Ont arrêté leurs études	6,7 %

TAB. 12. Taux de réussite en DEUG sciences, 1998

Il est clair que des taux d'échec élevés en DEUG scientifique peuvent inciter certains élèves à se diriger vers d'autres voies (technologiques courtes, écoles

d'ingénieurs intégrées, voire STAPS, par exemple, où le taux de réussite en deux ans est de 55 % [5]).

On peut ainsi remarquer qu'une amélioration du taux de réussite de 10% seulement au DEUG assurerait 3000 étudiants scientifiques de plus par an au niveau Bac+3 (compte tenu d'un flux de 30 000 entrants en DEUG Sciences par an, voir tableau 3). Il est certainement possible d'agir au niveau pédagogique et organisationnel pour améliorer ce taux de réussite. Nous en reparlerons plus loin.

L'encyclopédisme de la section S des lycées

Revenons au problème central : la diminution du nombre de bacheliers scientifiques et la réforme de 1995. Il est tout à fait possible que l'orientation scientifique diminue à cause de l'encyclopédisme de la section S (suivant le mot de Pierre Legrand, Doyen honoraire de l'Inspection Générale de Mathématiques). Qu'on en juge dans le tableau qui suit, voici l'horaire hebdomadaire de la classe de Terminale S (source : B.O. n° 29 du 27/07/2000, disponible en ligne sur <http://www.education.gouv.fr/bo/default.htm>).

Enseignements obligatoires	Mathématiques	4,50 h + 1 h en groupe
	Physique Chimie	3 h + 2 h en groupe
	Sciences de la vie et de la terre	2 h + 1,50 h en groupe
	Philosophie	2 h + 1 h en groupe
	Langue vivante 1	1 h + 1 h en groupe
	Langue vivante 2	1 h + 1 h en groupe
	Histoire Géographie	2 h + 0,50 h en groupe
	E.P.S.	2 h
	E.C.J.S.	0,50 h en groupe
+ 1 Enseignement de spécialité obligatoire	Mathématiques ou	2 h
	Physique Chimie ou	2 h
	Sciences de la vie et de la terre	2 h

TAB. 13. Horaires de la classe de terminale S

Si nous ajoutons à cela 2 heures hebdomadaires de Travaux Personnels Encadrés, nous en arrivons à 30 heures hebdomadaires pour 9 matières obligatoires (Mathématiques, Physique, Chimie, SVT, Philosophie, LV 1, LV 2, Histoire, Géographie). À titre de comparaison, l'horaire de terminale L est de 26,5 heures (28,5 avec l'option latin), pour 6 matières obligatoires (Philosophie, Littérature, Histoire, Géographie, LV 1, LV 2). L'horaire de terminale ES est de 28,5 heures ou 29,5 (si l'enseignement de spécialité est la LV 2), pour 7 matières obligatoires (Sciences économiques et sociales, Histoire, Géographie, Philosophie, Mathématiques, LV 1 et LV 2).

En Première S, l'horaire est de 28,5 heures hebdomadaires pour 9 matières obligatoires : Mathématiques, Physique, Chimie, SVT, Français, Histoire, Géographie, LV 1, LV 2. En Première L, l'horaire est de 25,5 à 27,5 heures hebdomadaires (suivant les options obligatoires choisies) pour 7 matières obligatoires : Français, Histoire, Géographie, LV 1, LV 2 (ou latin), Mathématiques-Informatique, Enseignement Scientifique (Physique, Chimie,

Biologie). En Première ES, l'horaire est de 28,5 à 29,5 heures hebdomadaires (si la LV 2 est choisie en option obligatoire) pour 8 matières obligatoires : Sciences économiques et sociales, Français, Histoire, Géographie, LV 1, LV 2, Mathématiques, Enseignement Scientifique (Biologie).

Il faut noter par ailleurs que la classe de Première S, par son encyclopédisme, est la seule qui ne permette pas de renforcer, par le choix d'une option obligatoire, une matière de prédilection. En Première L, l'élève peut choisir de renforcer sa langue vivante 1, sa langue vivante 2 ou le latin. Il peut aussi choisir d'étudier une troisième langue vivante. En Première ES, il peut choisir de renforcer les mathématiques, les sciences économiques et sociales, la LV 1 ou la LV 2. En Première S, il n'y a pas d'option obligatoire pour cause de surcharge, et l'élève doit étudier toutes les matières au programme, quelles que soient ses préférences et son projet professionnel.

Au moment des décisions d'orientation, en troisième et en seconde, il est tout à fait possible que cette forte disparité (qui ne provient pas des études scientifiques en elles-mêmes!) dissuade certains élèves peu courageux ou peu motivés, mais capables, de s'engager dans une voie scientifique. Ceci demanderait à être confirmé par une enquête auprès des collégiens et lycéens.

Ce qui paraît certain en tout cas, c'est que cet encyclopédisme a été renforcé par la disparition des sections C, D, E en terminale, et leur remplacement par la Terminale S. Un autre phénomène s'est renforcé lors de cette réforme : la prépondérance donnée aux sciences expérimentales dans la philosophie des programmes.

Quelques propositions

La pénurie de scientifiques va être importante durant les prochaines années, notamment par suite du départ à la retraite de la génération du baby-boom. Comme nous l'avons montré, les problèmes se posent à trois niveaux : le problème démographique, le nombre de bacheliers scientifiques, l'échec massif au niveau du DEUG. Il serait souhaitable d'agir d'urgence à ces trois niveaux.

Le problème démographique

Il ne peut être résolu que par l'immigration. Celle-ci est déjà en train de s'organiser ; par exemple le programme communautaire de bourses « Alban », mis en place récemment et doté d'un budget de 88,5 millions d'euros, vise à accorder des bourses à 4000 étudiants d'Amérique Latine pour venir dans les universités européennes (Le Monde du 18 Mai 2002). Les pays de l'ex-bloc soviétique, le sous-continent indien, l'Afrique, seront un réservoir de choix de futurs scientifiques, ingénieurs et techniciens. Ceci ressemble néanmoins à du pillage intellectuel ; en outre, pour d'évidentes raisons sociales, il sera préférable de limiter l'immigration au maximum.

La classe de terminale S

On pourrait la rééquilibrer en supprimant les deux heures et demie obligatoires d'Histoire-Géographie et en les remplaçant par deux heures d'enseignement de spécialité. Ceci correspondrait bien à l'esprit de l'arrêté du 19/06/2000 (B.O. n° 29 du 27/07/2000), qui stipule dans l'article 2 : *En classe terminale,*

les élèves choisissent obligatoirement un enseignement de spécialité dans la perspective d'études supérieures en fonction de leur projet personnel. Les élèves désireux d'entreprendre des études supérieures en haut enseignement commercial pourraient ainsi choisir la spécialité Histoire-Géographie, sans que cette matière soit imposée à tous. En Première S, l'Histoire-Géographie pourrait être évaluée en contrôle continu et n'interviendrait au baccalauréat qu'au moment de l'oral, sous forme de bonus, par l'intermédiaire du livret scolaire.

Il ne serait pas absurde d'utiliser une des deux heures et demie ainsi récupérées en terminale S pour étoffer l'horaire de LV 1 (qui est vraiment très faible), et le porter à 3 heures hebdomadaires.

En outre, il me semble nécessaire de poser la question du caractère *obligatoire* de la langue vivante 2 en première et terminale S. Il y a quelques années, elle était facultative, ce qui permettait aux élèves plus lents de l'abandonner pour récupérer un peu de marge de manœuvre. Ne serait-il pas souhaitable de revenir à cette situation ?

À plus long terme, il est sans doute nécessaire de réfléchir à la philosophie d'ensemble du projet pédagogique des sections S. Mais ceci sera un travail de longue haleine, semé d'embûches, car il conduira inévitablement à des querelles disciplinaires. Par contre, les mesures proposées ci-dessus peuvent faire l'objet d'un relatif consensus chez les scientifiques (sinon chez les historiens) et être mises en place rapidement.

Le premier cycle universitaire

Je crois que le principal problème de l'université, au niveau du premier cycle, est celui de l'organisation des enseignements. Avec le public actuel, *un système d'enseignement qui n'organise pas de contrôle des absences est voué à l'échec*, quelle que soit par ailleurs la qualité de ses programmes et de ses enseignants. Dans les lycées, les conseillers d'éducation bataillent tous les jours pour assurer au moins la présence en cours d'une partie de la population scolaire.

À l'université, l'absentéisme est *massif*. Il est synonyme de découragement et d'échec. Or, il est impossible de contrôler les absences dans des amphis de 100 personnes et plus, où on entre et on sort comme dans un moulin. Il est nécessaire de revenir à un groupe-classe où les absences et les retards soient gérés, avant qu'ils ne soient sanctionnés finalement, durement, par l'échec aux partiels et aux examens. *Ce contrôle des absences est de la responsabilité de l'enseignant.* Le seul fait, d'ailleurs, d'être conscient de l'absence d'un étudiant et de se renseigner à son sujet, au moins auprès de ses camarades ou, à défaut, en lui téléphonant (comme le font les conseillers d'éducation dans les lycées), permettrait de lever l'anonymat dont se plaignent les étudiants à l'université.

Il ne m'appartient pas de dire quelle nouvelle forme devrait prendre l'organisation de la première année d'université, mais je crois qu'il faut le répéter avec force : sans contrôle des absences, il est vain d'espérer une amélioration substantielle de la réussite en première année d'université et, partant, de son attractivité.

Sensibilisation aux sciences et techniques

On peut espérer qu'un allègement de la charge globale de travail dans les sections scientifiques permettrait d'augmenter le flux d'élèves s'orientant en première S à l'issue de la classe de seconde. Ce dispositif pourrait être complété par une meilleure promotion des études scientifiques.

Il ne me paraît pas certain, comme le propose le rapport Ourisson, qu'une campagne de publicité télévisée ou des clips permette d'attirer plus d'élèves vers les sciences.

Par contre, « l'implication directe et institutionnelle des établissements dans les activités de culture scientifique et technique » [8, page 11] paraît une bonne idée. Ces activités pourraient être organisées directement par les établissements scolaires sous forme de *demi-journées banalisées*. Elles pourraient être au nombre de 4 par an, en classe de troisième et en classe de seconde ; au programme, visites d'entreprises de haute technologie, de musées scientifiques, de laboratoires de recherche. Il serait nécessaire de prévoir un centre de ressources par académie, avec un personnel permanent chargé d'organiser les différents contacts (notamment avec les entreprises et les laboratoires). En ce qui concerne les jeunes filles, par exemple, il est clair que des *contacts* directs, sur leur lieu de travail, avec des jeunes femmes *ordinaires* engagées dans des activités scientifiques et techniques pourrait avoir un effet positif.

Références bibliographiques

- [1] Stéphane Beaud, 80% au bac... et après ?, Editions La Découverte, Série Enquêtes de Terrain.
- [2] Les études scientifiques en question, Actes du colloque de Lille, mars 2002.
- [3] Note d'information n° 98-05, DPD, 1998.
- [4] Note d'information n° 98-34, DPD, 1998.
- [5] Note d'information n° 00-25, DPD, 2000.
- [6] Note d'information n° 01-09, DPD, 2001.
- [7] Note d'information n° 02-38, DPD, 2002.
- [8] Guy Ourisson, Désaffection des étudiants pour les études scientifiques, Rapport au ministre de l'Éducation Nationale, mars 2002.
- [9] Jean-Louis Piednoir, L'orientation scientifique, Inspection Générale de Mathématiques.
- [10] Maurice Porchet, Les jeunes et les études scientifiques, Rapport au ministre de l'Éducation Nationale, avril 2002.
- [11] Frédéric et Jean-Michel Wagret, Brevets d'invention, marques et propriété industrielle, PUF, Que sais-je, 7ème édition, 2001.
- [12] World Educational Report 2000, UNESCO Publishing.
- [13] World Science Report 1998, UNESCO Publishing.

La version complète de ce rapport « Réflexions sur la désaffection pour les études scientifiques » est disponible sur le site de la SMF à l'adresse <http://smf.emath.fr/Enseignement/Duverney.pdf>.