

RÉFLEXIONS SUR L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES AU LYCÉE

Texte d'étape, rédigé par le Comité sur l'Enseignement des sciences
de l'Académie des sciences

15 juillet 2008

Avertissement

L'Académie des sciences a pris connaissance, à la fin de janvier 2008, du rapport commun de l'Inspection Générale de l'Éducation nationale et de l'Inspection générale de l'administration de l'Éducation nationale et de la Recherche (novembre 2007) intitulé "*La série scientifique au cycle terminal du lycée : articulation avec le cycle de détermination et orientation vers les études supérieures*".

Le Ministère de l'Éducation nationale a souhaité recueillir l'avis de l'Académie sur l'enseignement des sciences dans la partie 'Enseignement général' du Lycée d'enseignement général et technologique (LGT). En réponse à cette demande, le présent avis indique les orientations préconisées par le Comité sur l'Enseignement des sciences de l'Académie.

Notons deux autres sujets connexes non abordés ici et qui mériteraient de l'être.

1/ L'enseignement des sciences dans la partie 'Enseignement technologique' du LGT :

Dans le contexte alarmant, tant national qu'euro péen, d'un manque d'ingénieurs praticiens et de techniciens, cet enseignement doit aussi regagner une vigueur nouvelle, au moins dans les actuelles filières STI, STL et STS. Pour l'équilibre général du Lycée, il faudra en particulier veiller à la cohérence entre l'enseignement général et l'enseignement technologique du LGT. Une réflexion de l'Académie des sciences sur ce thème devrait tout naturellement associer l'Académie des Technologies.

2/ Les contenus scientifiques devant être enseignés :

Sur ce thème, qui comprend en particulier la question : « Quelle science enseigner aux élèves des voies 'Humanités', le Comité est prêt à poursuivre sa réflexion.

Dans ce qui suit, le terme 'Voie scientifique au Lycée' désigne l'ensemble des parcours d'orientation scientifique au sein du LGT, depuis la Seconde jusqu'à la Terminale. Les 'Parcours' sont ici définis comme les différents cheminements possibles offerts aux élèves.

Résumé des propositions pour l'enseignement des sciences au Lycée d'enseignement général et technologique (LGT)

1 - Le fonctionnement actuel de la classe de Seconde de détermination au sein du LGT n'est pas satisfaisant. Pour une orientation progressive et une meilleure adaptation aux différents profils d'élèves, un système de **parcours diversifiés** avec des choix successifs au cours des trois années de Lycée, est jugé préférable.

2 a- Avant d'entrer en Seconde du LGT, **un choix doit être fait** entre deux voies : une voie dite '**Humanités**', ici nommée H, orientée vers les lettres et les sciences humaines et sociales, et une voie dite '**Scientifique**', ici nommée ST, orientée vers les sciences, les technologies et l'économie. C'est principalement elle qui mènera ensuite aux voies 'Technologie' du LGT.

b- **Par de nouveaux choix** d'orientation effectués pendant ou à la fin de sa classe de Seconde, ainsi qu'au cours de ses années de Première et de Terminale, l'élève du Lycée choisira un 'parcours'. L'ensemble des parcours autorisés, en nombre raisonnable, doit être facilement lisible. La voie scientifique ST se composera d'un ensemble de parcours se diversifiant au long des trois années.

Grâce à **un ensemble de passerelles**, aucun choix ne doit être irrémédiable. En particulier un élève mal orienté à l'entrée en Seconde doit pouvoir changer d'orientation en fin de Seconde, c'est-à-dire passer de la voie H à la voie ST ou inversement.

3 - **Aucun parcours ne doit permettre l'impasse** sur une matière essentielle dans une autre voie. Ainsi, outre les mathématiques, tout élève de la voie H doit suivre, jusqu'en classe de Terminale incluse, un enseignement de type scientifique. À titre d'exemple important, il faut en effet que tout bachelier puisse faire des études ultérieures de médecine. De même un élève de la voie ST doit suivre jusqu'en Terminale un enseignement d'humanités.

4 - **Les liens entre les différentes disciplines** doivent être enseignés chaque fois que cela est pertinent, particulièrement les relations des mathématiques avec les autres sciences, ainsi que les relations des sciences et des technologies.

Au moins une fois dans leur scolarité, tous les élèves de la voie ST doivent effectuer un travail scientifique **interdisciplinaire personnel**, sous la responsabilité de plusieurs professeurs de disciplines différentes, scientifiques ou non.

5 - Pour les sciences de la nature, l'emploi des **méthodes expérimentales** doit être amplifié.

6 - Des '**laboratoires de mathématiques**', tous bien équipés en moyens (spécialement informatiques) doivent permettre aux élèves de la voie scientifique d'approfondir leurs connaissances en expérimentant intuitions, conjectures et applications des mathématiques.

7 - Les bases de l'**informatique** (programmation, algorithmes, traitement des données) doivent être enseignées durant les trois années du Lycée à tous les élèves de la voie ST, et ce en lien avec les autres disciplines scientifiques et technologiques.

La question des professeurs devant donner cet enseignement et de leur formation initiale, comme continuée, doit faire l'objet d'une réflexion approfondie et de décisions rapides.

8 a - La formation initiale des professeurs doit être revue avec : une mesure d'attractivité financière pour les étudiants se destinant au professorat ; pour ceux qui enseigneront des disciplines de type humanités, une certaine formation scientifique et technologique ; pour ceux qui enseigneront des sciences et des technologies, un contact avec la science en marche, une certaine dose de pluridisciplinarité scientifique, et une bonne formation en humanités.

b - La formation continuée des professeurs doit être profondément restructurée, rendue obligatoire, et avoir une réelle incidence sur le déroulement des carrières. Les Universités peuvent et doivent proposer des offres de formation bien adaptées aux professeurs de Lycée.

9 - Pour les réformes les plus sensibles, un principe d'**expérimentation** devrait être adopté, un ensemble de lycées volontaires les pratiquant durant 2 ou 3 années, avec **évaluation, puis adoption ou abandon**. C'est notamment le cas des propositions 10 et 11 ci-dessous.

10 - On expérimentera ainsi un système d'**unités de valeur** au long des trois années de Lycée, chaque unité couvrant une période limitée, les résultats obtenus pour toutes ces unités comptant dans l'obtention du diplôme de baccalauréat.

11 - On expérimentera de même un **baccalauréat** incluant une part de **contrôle continu**, pratiqué sur les trois années de Lycée et bâti en sorte de garantir une équité maximale.

SOMMAIRE

1- La science au Lycée : entre culture et métiers	4
2- Avancées récentes et difficultés actuelles	6
Une réelle démocratisation du lycée et du baccalauréat	
Le niveau général des lycéens en baisse	
Un 'label de qualité' que le baccalauréat ne donne plus vraiment	
Une université scientifique devenue le refuge des choix par défaut	
Un nombre d'étudiants en science qui décroît	
Une baisse encore plus forte du nombre d'étudiantes en science	
Des filières 'Technologie' à raffermir	
3. Enseigner la science au Lycée	8
Les cours de science	
Les laboratoires de science...	
...pour les sciences de la nature	
...pour les mathématiques	
Les programmes et manuels	
Apprendre à se servir de l'information	
L'interdisciplinarité	
L'ouverture sur le monde	
L'histoire des sciences	
Le contrôle continu	
4. Regards au-delà des frontières	12
5. Propositions de parcours pour la voie scientifique au Lycée	13
La Seconde de détermination ne fonctionne pas bien	
Au moins deux voies au Lycée en classe de Seconde	
Ensuite des parcours de type scientifique bien identifiés	
Les passerelles entre voies et parcours	
L'enseignement de l'informatique	
La culture générale non scientifique pour les scientifiques	
La culture générale scientifique pour les non scientifiques	
Les options facultatives d'approfondissement.	
6. Des moyens de mise en œuvre	18
Une exigence générale de qualité	
Des groupes d'élèves homogènes	
7. La formation des professeurs	19
Pour la formation initiale	
Pour la formation continuée	
8. Une proposition à expérimenter : les unités de valeur	21
9. Le baccalauréat	22
Annexe : La voie scientifique au Lycée :	
Schéma d'organisation possible des parcours scientifiques	23

1- La science ¹ au Lycée : entre culture et métiers

Pourquoi enseigner la science au Lycée à des élèves dont la plupart ne deviendront pas des scientifiques ou des chercheurs ?

On répondra sans doute : pour l'importance prise dans notre monde par la science, par techniques et technologies interposées, notamment dans les métiers, et l'on aura raison. Le contexte de l'emploi scientifique et technique, tant national qu'euro péen, est alarmant, et notre pays a un impérieux besoin de voir se lever des générations plus nombreuses d'ingénieurs, de créateurs d'innovation et de techniciens dont la formation scientifique soit très solide. L'organisation des études scientifiques au Lycée est donc une question sensible. Ce débat n'est pas nouveau, il préoccupe depuis longtemps nombre d'instances publiques ou privées, de chefs d'établissements et d'enseignants. Il intéresse le monde des laboratoires comme celui des entreprises. Les trois années de Lycée préfigurent en effet, pour les élèves, la suite de leurs études, leur orientation professionnelle et finalement bien des aspects de ce que sera leur vie future : elles sont décisives pour leur avenir.

Mais la question des métiers d'orientation scientifique ou technologique n'épuise pas l'intérêt d'enseigner la science au Lycée. Le rôle premier de tout enseignement est d'instituer – au sens de Montaigne – les enfants ou les jeunes adultes dans leur dignité d'êtres humains : êtres d'intelligence, de savoir et de sensibilité. Or la science est d'abord éducatrice de la pensée. Elle est capable de conforter durablement les élèves dans leur capacité à observer, à réfléchir et à raisonner. Elle est école de structuration mentale, en tant que système coordonné de connaissances et non collection de connaissances éparses. La démarche de démonstration logique ² en fournit un exemple qui mérite d'être connu de tous les élèves, car elle donne confiance dans la force de la raison pour gérer bien des affaires humaines. De plus, la science évolue au cours du temps, c'est un système mobile ; mobile et cependant fiable. Comme un bon système de coordonnées permet de toujours se repérer dans l'espace, une culture scientifique donne des repères durables dans la vie et la société.

La science est aussi capable d'ouvrir les élèves à la contemplation et la compréhension du monde. Elle est lieu de rencontre avec la beauté, celle des grandes lois de la Nature, comme celle des constructions, parmi les plus élégantes, de l'esprit humain. De plus les exemples, contre-exemples, constructions et conjectures offrent un champ immense à l'imagination. Aux côtés notamment de la littérature et des arts, la science est ainsi jaillissement permanent de découvertes, et elle écrit certaines des pages les plus fortes de notre culture. Ainsi la science doit-elle avoir une place éminente dans l'enseignement, et tout spécialement au Lycée. La présente réflexion est donc menée dans la double ambition (i) d'ouvrir l'élève à une culture globale à laquelle la science participe à part entière et (ii) de le préparer à son avenir professionnel pour lequel la science peut lui donner un atout décisif.

Pour répondre à la demande du Ministère de l'Éducation Nationale telle qu'elle a été transmise à l'Académie des Sciences, le présent Avis est centré sur les parcours de type scientifique au Lycée d'enseignement général et technologique (LGT). Mais, à l'évidence, certaines des réflexions proposées ici s'appliqueraient aussi bien aux autres parcours de ce même Lycée, ce qui est parfois noté au passage. Quant à l'enseignement des sciences dans les Lycées professionnels, même si certaines recommandations de cet Avis (interdisciplinarité, ouverture sur le monde) peuvent d'emblée lui être transposées, il mériterait une réflexion spécifique. Elle ne nous a pas été demandée par le Ministère. Soulignons pourtant que les

¹ Dans toute la suite "*la science*" désigne l'ensemble des sciences, mathématiques incluses.

² Une seule démonstration, bien comprise, peut ouvrir les portes de la connaissance mathématique.

nouvelles dispositions qui prévaudront pour le LGT doivent s'harmoniser avec celles du Lycée professionnel, afin de faciliter le passage d'un Lycée à l'autre pour les élèves initialement mal orientés.

Il serait donc essentiel d'aborder les questions suivantes : quelles sciences enseigner dans les voies 'Technologie' du LGT et dans les Lycées professionnels, et comment le faire ; pour quelles technologies et quels métiers ? Ces questions devraient faire l'objet d'un nouvel Avis à proposer en commun avec d'autres Académies (Académie des Technologies, de Médecine, d'Agriculture...).

Notons enfin d'entrée de jeu que toute réforme significative de l'enseignement au Lycée devrait s'inspirer des deux recommandations générales suivantes.

- Toute réforme significative doit être précédée d'une analyse approfondie de ce qui a pu bien ou mal fonctionner en France dans le passé, ainsi que d'une enquête sérieuse sur les pratiques de quelques pays étrangers performants, notamment européens, afin d'imiter ce qu'elles ont de bon et d'éviter leurs erreurs éventuelles ;

- Avant d'appliquer brutalement telle ou telle réforme très neuve, il serait judicieux d'en pratiquer une expérimentation dans un certain nombre de Lycées volontaires, suivie d'une évaluation après deux ou trois années, permettant d'en tester la pertinence ou d'y déceler des vices inattendus. Au moment de généraliser la réforme on pourra ainsi s'appuyer sur des faits et non seulement sur des convictions, voire des impressions. Nous préconisons cette procédure pour plusieurs des propositions énoncées dans le présent texte.

2- Avancées récentes et difficultés actuelles

Une réelle démocratisation du Lycée et du baccalauréat

Les années 90 ont à leur actif une indéniable démocratisation du Lycée : entre 1986 et 2002 le Lycée a réussi à doubler le nombre d'élèves préparés au baccalauréat ³. En 2002 les candidats représentaient 62% d'une classe d'âge : c'est là le signe d'un effort considérable des Lycées. Par ailleurs le taux de réussite au baccalauréat est passé de 38% en 1986 à 68% en 1994 et à plus de 80% depuis 2006. Sur ces faits des facteurs sociétaux indépendants du Lycée ont eu une influence considérable.

Il faut cependant tempérer ce satisfecit qui porte sur le *quantitatif*, et reconnaître plusieurs sources de sérieuse inquiétude quant au *qualitatif* de la situation actuelle.

Le niveau général des lycéens en baisse

C'est une idée tenace que les études générales au Lycée sont les plus nobles. Il en résulte une forte pression ⁴ à l'orientation vers cette voie plutôt que vers des études technologiques ou professionnelles. De ce fait, un nombre important d'élèves qui n'ont pas acquis à la sortie du Collège les bases nécessaires pour poursuivre des études fructueuses au LGT y entrent cependant. D'une part, ces élèves se trouvent souvent en échec et risquent de se décourager ; d'autre part leur présence freine la progression de leurs classes. L'accumulation de ce type de difficultés a entraîné une baisse du niveau général des lycéens ainsi que du niveau des bacheliers. Cette baisse est avérée, comme l'est la baisse du niveau moyen à l'entrée des études post-baccalauréat ⁵. Depuis les années 1990, le constat est général, les séries sélectives (CPGE, IUT) résistant mieux que l'Université.

Un 'label de qualité' que le baccalauréat ne donne plus vraiment

Actuellement nombre d'élèves s'inscrivent dans la série S simplement parce qu'elle seule leur paraît donner le label de qualité qu'ils recherchent. Outre que ce label lui-même est parfois illusoire, il est indispensable que toutes les voies du Lycée retrouvent leur aptitude à garantir effectivement le niveau des élèves, et que toutes les filières post-baccalauréat puissent recruter des élèves bien formés dans les voies du Lycée qui leur correspondent.

Une Université scientifique devenue le refuge des choix par défaut

L'Université s'est trouvée dans la posture de devoir accueillir le gros de la vague de démocratisation du Lycée. Contrairement aux nouvelles filières professionnalisantes, l'Université n'a pas la possibilité réglementaire d'organiser une orientation sélective d'entrée. Elle est souvent choisie par les bacheliers les moins résolus ou n'ayant pas les pré-requis, qui font ainsi un simple choix par défaut. C'est là un péril grave, en particulier pour l'Université scientifique. Elle y perd son âme, alors qu'elle a la double mission de produire des résultats de recherche et de former des scientifiques et des professeurs, et qu'elle doit

³ 500.000 candidats en 2002 pour 250.000 candidats en 1986.

⁴ Pression du milieu familial, certes, mais aussi des Principaux de collèges qui sont censés envoyer 50% de leurs effectifs vers les lycées généraux (moins onéreux pour l'État), à peine de voir leur dotation horaire diminuée.

⁵ Il n'est pas nécessaire, tant elles sont connues, d'insister ici sur les carences graves d'un grand nombre d'étudiants d'université, en matière de maîtrise du langage, connaissances générales, mathématiques de base...

pour cela s'appuyer sur des éléments moteurs. À ce propos, on aura avantage à se reporter au rapport de l'Académie des Sciences référencé en note ⁶.

Un nombre d'étudiants en science qui décroît

Les causes de la baisse du nombre d'étudiants en science sont multiples et complexes. Dans beaucoup d'analyses, elle a été attribuée à un simple manque de goût des élèves pour les matières scientifiques. Cette argumentation est insuffisante puisque, par exemple, la baisse des effectifs concerne aussi le Droit. De graves dysfonctionnements du système éducatif et de la formation aux sciences, en termes de contenus et de méthodes d'enseignement, y jouent probablement aussi un rôle important.

La concurrence faite à l'Université scientifique par les grandes Écoles et les filières professionnalisantes en est une autre cause, des plus évidentes. Certes, dans un contexte de chômage, on peut comprendre qu'une majorité d'étudiants se dirigent vers les secteurs où l'emploi est le mieux assuré. Mais la préservation du potentiel scientifique de notre pays exige que tous les secteurs de la recherche, de l'innovation et de la haute technologie soient alimentés par des flux réguliers de personnels. La baisse du nombre d'étudiants dans les disciplines scientifiques et technologiques est donc très dangereuse pour l'avenir du pays.

Une baisse encore plus forte du nombre d'étudiantes en sciences

Les jeunes filles s'inscrivent moins que jamais dans les formations scientifiques post-baccalauréat : c'est une grave perte pour la Nation. Alors qu'elles réussissent le baccalauréat S mieux que les garçons, elles se détournent ensuite très majoritairement des études scientifiques par ce qui semble être un mécanisme d'autocensure. Il convient au contraire que les disciplines scientifiques profitent mieux de leurs qualités spécifiques (persévérance, intuition...). Beaucoup plus qu'actuellement, il faut donc encourager les jeunes filles à poursuivre vers les sciences après le baccalauréat, en valorisant auprès d'elles l'attractivité des carrières scientifiques : les exemples de femmes de science ayant connu une belle réussite ne manquent pas.

Des filières 'Technologie' à raffermir

La situation actuelle des filières 'Technologie' est alarmante. Plusieurs constats s'imposent. D'abord la faiblesse des effectifs dans les voies à caractère réellement technologique, au sens où nous employons ce mot – c'est-à-dire lié aux sciences – : en 2006, il n'y eut que 40 000 admis aux baccalauréats industriels STI et STL, auxquels il faut peut-être ajouter une fraction des baccalauréats SMS, classés dans le tertiaire. Le second constat, maintes fois rappelé, est la fermeture de facto de l'accès aux BTS et IUT à un trop grand nombre de bacheliers 'Technologie' : ils se retrouvent éliminés de ces filières supérieures en principe construites pour eux, au profit de bacheliers S. Enfin l'image de la technologie que transmet son enseignement au Collège est souvent désuète et peut rebuter les élèves. Tous ces facteurs se conjuguent pour écarter beaucoup d'élèves des filières technologique, alors que l'industrie réclame des techniciens en très grand nombre.

Tout doit être mis en œuvre, au sein du LGT, pour redonner à ces filières visibilité et prestige et pour améliorer nettement leurs perspectives.

⁶ 'Comment réussir sa première année à l'Université dans le domaine des sciences'. Rapport de l'Académie des Sciences remis à Madame la Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche le 10 octobre 2007.

3. Enseigner la science au Lycée

Les cours de science

Le temps de cours du professeur de science doit être dédié avant tout au contenu du programme. Les élèves doivent y acquérir savoirs et démarches méthodologiques : assimiler les éléments fondamentaux du cours, conceptualiser, et exprimer leurs réflexions et conclusions à l'écrit comme à l'oral.

L'enseignement des sciences de la nature doit aussi consacrer du temps à l'observation, l'expérimentation, l'investigation et la résolution de problèmes, à tout ce qui développe le raisonnement, tout en préparant à une éventuelle pratique ultérieure de la recherche.

Un bon cours doit aussi être vecteur d'imagination : en même temps que la dynamique propre de la discipline, il enseigne la relation à la science dans son ensemble et, au-delà, à l'histoire de la connaissance. Pour pouvoir prendre goût à la science, les élèves doivent donc percevoir la cohérence des diverses sciences. Chacune a évidemment sa spécificité, mais le professeur doit souligner les liens profonds qui relient sa discipline aux autres branches. Une collaboration entre les divers professeurs est donc indispensable pour établir les nécessaires synergies entre sciences de la nature et mathématiques, entre sciences et histoire etc.

Pour les mathématiques, il est essentiel de les enseigner non seulement comme un corpus de théories abstraites autonomes, mais aussi en lien avec les autres sciences. Pour cela, il est utile d'illustrer les principales théories par leurs applications dans les autres sciences et les autres branches de connaissance, donnant ainsi plus de souffle à l'enseignement des mathématiques.

Une mention particulière doit être faite à la statistique, qui, en liaison avec les probabilités, fait partie des mathématiques. Les statistiques sont utilisées en physique, biologie, médecine, économie, etc. Elles jouent un rôle considérable dans nos sociétés. C'est pourquoi il faudrait intégrer les bases mathématiques de la statistique à l'enseignement des probabilités dans la voie scientifique du Lycée.

Enfin, pour calculer et traiter leurs données, la plupart des branches de la science font maintenant usage de l'informatique. Dans un paragraphe ultérieur, nous insistons pour que les bases de cette discipline scientifique soient enseignées dans la voie scientifique du Lycée, en liaison avec les autres sciences qui en utilisent les outils.

Les laboratoires de science

Pour les sciences de la nature :

Les élèves doivent mener des travaux en laboratoire, bien ancrés dans le programme. Ils y trouveront une forte motivation à l'étude des sciences, et ils percevront mieux la démarche scientifique qu'ils approfondiront s'ils poursuivent des études scientifiques. Dans les Lycées, on trouve déjà d'excellents '*laboratoires de sciences*'. Mais il faut qu'ils soient plus nombreux qu'actuellement. Outre des locaux bien équipés, deux conditions paraissent nécessaires : a) une présence au laboratoire, intégrée à l'horaire de service des professeurs et techniciens d'une part, et à l'emploi du temps des élèves d'autre part ; b) avant tout, une ambition de collaboration entre professeurs de plusieurs disciplines, avec des pratiques qui enrichissent l'enseignement. On doit encourager par exemple :

- l'intervention de chercheurs et d'enseignants chercheurs extérieurs au Lycée,
- le travail en équipe des élèves, modalité caractéristique de la recherche scientifique.

Sont également souhaitables des projets personnels encadrés portant sur l'une au moins des disciplines principales du parcours suivi par l'élève d'orientation scientifique. Les laboratoires de science pourraient proposer des thèmes à étudier sur une assez longue

période (par exemple six semaines), et laisser de la liberté à l'élève pour organiser son travail sans les contraintes de travaux pratiques minutés ⁷. C'est par la tenue de son cahier de laboratoire que l'élève serait guidé et contrôlé.

Pour les mathématiques :

Des 'laboratoires de mathématiques' doivent également être mis en place. Ils avaient été explicitement demandés par Emile Borel en 1904, mais ils n'ont jamais existé, à de très rares exceptions près dans lesquelles ils n'ont pas, en général, un statut équivalent à celui des laboratoires de sciences expérimentales. Tous ces laboratoires doivent être bien équipés avec suffisamment de moyens informatiques, et éventuellement d'autres matériels scientifiques, selon les besoins et l'établissement. Le temps passé dans ces laboratoires complétera alors de manière essentielle l'enseignement reçu en cours, permettant aux élèves d'expérimenter intuitions et conjectures, de construire et manipuler des objets mathématiques, de programmer les algorithmes et les méthodes de calcul les plus usuels, de marier l'ordinateur avec d'autres outils. Ils pourront y faire l'expérience de travaux pluridisciplinaires en résolvant des problèmes mathématiques issus d'autres sciences. La pratique dans de tels laboratoires enrichira aussi les relations entre les professeurs de mathématiques et les élèves, et entre les enseignants de mathématiques et ceux des autres disciplines scientifiques.

À l'occasion des plans de rénovation des Lycées, les chefs d'établissement doivent songer à demander les locaux nécessaires pour ces laboratoires de science. Les exemples qui existent déjà à titre d'essai leur montreront comment régler au mieux les questions liées au service des enseignants et aux horaires des élèves. Le champ des explorations est largement ouvert, et l'on peut aussi s'appuyer sur l'expérience de clubs scientifiques périscolaires pour indiquer des voies possibles.

Il y a aussi là un terrain de nouvelles relations et de travail en commun entre chercheurs universitaires et professeurs de lycée, qui doit mener à un enrichissement mutuel.

Les programmes et les manuels

Pour donner le goût de la science à un élève, mieux vaut l'introduire à une compréhension approfondie des concepts fondamentaux que de lui décrire superficiellement un trop large ensemble de notions. La qualité essentielle d'un bon programme de lycée est de dégager une sève élaborée à partir de l'ensemble des connaissances. Chaque discipline devra donc faire des choix dans les connaissances nouvelles à aborder, et présenter quelques points de vue synthétiques. Il faut, de plus, veiller à la progressivité et à la cohérence des programmes depuis l'entrée en Seconde jusqu'au baccalauréat.

Trop souvent les manuels sont bâclés dans l'urgence. Certains sont des compilations de recherches récentes, accumulées plus qu'assimilées, et en définitive rebutantes pour les élèves malgré l'utilisation de jolies couleurs. Nous appelons de nos vœux la rédaction de manuels réellement adaptés aux classes, fruits d'équipes chevronnées, faites de professeurs de Lycées et d'universitaires travaillant en collaboration. Dans ce but, nous recommandons avec force qu'une instance totalement indépendante du Ministère ainsi que des Maisons d'édition soit créée, afin de certifier le contenu disciplinaire aussi bien que la valeur pédagogique des livres dans les différentes disciplines, en particulier en sciences. Son avis devrait bien entendu être rendu public.

Apprendre à se servir de l'information

⁷ Sur un travail scolaire, un élève peut passer le temps qu'il veut à la maison ou au CDI. Pourquoi n'y aurait-il pas de même un accès relativement libre à des 'laboratoires de science', sortes de salles de travaux pratiques où les élèves profiteraient d'une heure libre pour aller faire ou refaire une expérience ?

Par les medias modernes, web, télévision, etc., nous sommes abreuvés d'informations de qualités très inégales. Les lycéens ont accès à toutes ces informations, mais n'ont pas encore d'eux-mêmes le discernement nécessaire pour les classer et pour juger de la confiance à leur accorder. Dans une société dite 'de l'information', ce devrait être une part de la culture générale que d'apprendre aux élèves du Lycée à bien se servir de l'information.

S'agissant des sciences, il existe malheureusement des sites aux qualités scientifiques sujettes à caution, parfois même à la limite de l'escroquerie ; de même certaines émissions de télévision sont scientifiquement très douteuses. À ce propos, beaucoup de professeurs de science désirent guider leurs élèves dans leur discernement et corriger rapidement la diffusion d'informations scientifiquement fausses. Pour les y aider, il est nécessaire de documenter et mettre à jour des sites dont la rigueur scientifique soit indiscutable car garantie par des instances adaptées.

L'interdisciplinarité

Au cours de leurs années de Lycée, certains élèves ont parfois l'impression que les nouvelles connaissances scientifiques qu'on leur enseigne rendent obsolètes celles qu'ils ont acquises antérieurement, et qu'ainsi se superposent des couches de savoir inutile. Cette impression très délétère pourrait être l'un des facteurs de la désaffection envers les études scientifiques post-baccalauréat. Au contraire, des modules interdisciplinaires permettront aux élèves d'utiliser la boîte à outils des connaissances disciplinaires déjà acquises, et leur feront voir la cohérence globale de leurs études scientifiques.

Aucune science, en effet, ne se développe isolément des autres : on ne peut donc pas réellement approfondir une discipline donnée sans comprendre quelques-unes de ses interactions avec les autres sciences. Nous recommandons que les élèves de tous les parcours scientifiques du lycée soient initiés à l'interdisciplinarité, chaque lycée mettant en place un module scientifique bi- ou tri-disciplinaire sur un thème transversal aux disciplines, par exemple la vision, l'eau, l'astronomie, la cartographie, les séismes, etc. Un tel module doit s'étendre sur une période limitée à quelques semaines, ce qui en facilite l'organisation concertée par des professeurs volontaires de plusieurs disciplines. Des expériences de ce genre ont fait leurs preuves par exemple

- dans l'académie de Montpellier, dans le cadre de l'actuelle option de détermination de Seconde, avec l'option 'Sciences'⁸,

- dans l'académie de Nice, en classe de Première, avec le projet 'Science participative' associant sur des T.P.E. des laboratoires de l'INRIA⁹ Sophia-Antipolis et des Lycées.

Un recensement national de tels thèmes et de leurs développements possibles faciliterait la mise en place de ces modules interdisciplinaires et aiderait beaucoup les professeurs impliqués. Le travail important déjà accompli récemment sur les thèmes de convergence par les Inspections générales, relayées par certaines associations de professeurs, indique une excellente voie à développer.

L'ouverture sur le monde

L'enseignement scientifique dispensé au Lycée doit ouvrir les élèves sur le monde et affranchir la science de son caractère d'obligation scolaire rébarbative, lui restituant sa dignité de culture universelle. Toutes ce qui va en ce sens doit être considéré, par exemple :

⁸ Par exemple, au Lycée Jules Guesde, alias Mas de Tesse, 'l'option sciences' propose aux élèves pour un semestre une superbe étude sur la vision, mettant en jeu mathématiques (anamorphoses), biologie (structure de l'œil) et physique (expériences sur un "œil" reconstitué sur banc d'optique).

⁹ INRIA : Institut National de Recherche en Informatique et Automatique.

inciter les lycéens à participer à des compétitions scientifiques extérieures, avec entraînement préalable dans leur établissement ; favoriser leur inscription aux Olympiades et compétitions scientifiques nationales, européennes et mondiales, et les y préparer, etc.

Il existe bien des manières nouvelles de faire goûter la science expérimentale aux jeunes lycéens. Ainsi, dans le cadre du dispositif 'Sciences à l'école'¹⁰, un certain nombre d'expériences ont été mises en réseau et donnent aux élèves la joie de manipuler eux-mêmes des instruments scientifiques tels que télescopes, sismographes, stations météorologiques, valises 'cosmologiques'. Les élèves peuvent par exemple prendre des photos sur le grand télescope d'Hawaï, puis analyser leurs résultats en dialoguant par internet avec des scientifiques du monde entier qui leur fournissent les logiciels adaptés de traitement d'images ; ou encore, observant eux-mêmes, avec 'Cosmo à l'école', des gerbes cosmiques dues à l'interaction de l'atmosphère terrestre avec un rayon cosmique provenant du soleil ou de l'amas de la Vierge, ils peuvent comprendre certains phénomènes de radioactivité.

L'ouverture sur le monde implique aussi de créer et maintenir des liens avec le milieu environnant, spécialement le milieu professionnel, en développant pour les élèves des activités scientifiques ou technologiques facultatives hors du Lycée, sur des thèmes encadrés par des personnes extérieures : chercheurs, ingénieurs, techniciens supérieurs... Le Lycée doit être mieux intégré à la vie sociale environnante et devenir, à son niveau, un pôle reconnu de ressources scientifiques dans son bassin social.

L'histoire des sciences

L'Académie des sciences est intervenue à de nombreuses reprises pour que l'histoire des sciences ait une plus large place dans l'enseignement supérieur.

À son niveau et compte tenu de ses ressources, le Lycée doit aussi devenir un pôle de culture où l'histoire des sciences ait sa place. Sans en faire une nouvelle matière scolaire, l'enseignement secondaire doit faire connaître la science dans sa dynamique et mettre en lumière son rôle décisif dans l'évolution des sociétés. Ce peut être l'occasion de collaborations intéressantes entre professeurs de science, de lettres et d'histoire.

Le contrôle continu

Dans chaque matière, et pas seulement dans les matières scientifiques, une forme raisonnable de contrôle continu¹¹ devrait être instituée, couvrant les trois années de lycée. Ainsi l'ardeur au travail des élèves deviendrait sans doute moins aléatoire. Les résultats de ces contrôles devraient figurer sur le livret scolaire¹², permettant alors aux filières post-baccalauréat de proposer aux étudiants une orientation sélective plus éclairée. Comme il est souhaitable, ces filières pourraient ainsi recruter leurs élèves les plus solides dans les séries du Lycée qui leur correspondent. Les diverses disciplines verraient leur rôle mis en relief directement, plutôt qu'à travers un diplôme couperet. Cela améliorerait notablement la gestion des effectifs universitaires. Ce point est repris dans le § 9.

Ce dispositif devrait permettre d'éviter la dévalorisation actuellement observée pour certaines voies du Lycée. Il serait un élément fort pour redonner au baccalauréat sa vocation à garantir réellement le niveau d'un élève. Il aiderait par là même à sortir la voie scientifique de son rôle actuel très artificiel de voie de sélection. Le contrôle continu est d'ailleurs déjà

¹⁰ Voir le site www.sciences.ecole@obspm.fr. Il existe aussi les dispositifs 'Chercheurs dans les classes' et 'Ingénieurs dans les classes' qui aident l'enseignant de science dans son travail pédagogique pour faire aimer la discipline aux élèves.

¹¹ Par exemple en harmonie avec le rythme des vacances scolaires.

¹² Ces contrôles pourraient être notés par les professeurs d'une autre classe du même établissement.

largement mis en œuvre dans les Lycées professionnels.

4. Regards au-delà des frontières

L'examen du système scolaire de nos voisins européens ou de pays plus lointains révèle une grande diversité. La notion de voie (ou série) est assez fréquemment absente, au moins pour la filière générale, chaque élève composant son parcours à la carte parmi une liste de cours obligatoires et optionnels. Le nombre de matières à valider pour terminer avec succès les études secondaires se situe en général entre six et dix. L'exemple extrême en matière de spécialisation est probablement celui du Royaume-Uni, pour lequel les deux dernières années du Lycée (*lower 6th* et *upper 6th*) conduisent aux *A-levels* (*advanced levels*), chaque élève devant valider au moins trois sujets durant chacune de ces deux années. Bien qu'une certaine diversité soit encouragée, un élève qui le désire peut opter pour une forte spécialisation scientifique en choisissant ses six épreuves uniquement en mathématiques et en physique. Mais ce système est associé à une sélection à l'entrée de l'Université pour laquelle les résultats obtenus aux *A-levels* ont un poids important. Ce système est également en vigueur dans de nombreux pays du Commonwealth.

Les pays asiatiques comme la Corée, Singapour ou Taiwan ont en général des exigences scolaires nettement plus élevées que les pays occidentaux, souvent avec des programmes plus resserrés sur les savoirs fondamentaux. Ceci leur donne un net avantage pour les compétitions scolaires internationales (olympiades) et la formation de leurs scientifiques.

Nous avons porté un intérêt particulier au cas de la Finlande qui arrive parmi les tout premiers pays dans les classements internationaux évaluant les systèmes éducatifs, aussi bien pour les évaluations pré-Lycée (classement PISA) que post-Lycée (classement du Forum économique mondial). Dans ce pays d'Europe (environ dix fois moins peuplé que la France), le choix des parcours au Lycée est beaucoup plus souple. Dans la filière générale du Lycée, qui regroupe 60% des effectifs, chaque élève est très tôt responsabilisé en composant lui-même un parcours pour ses années de Lycée. Ce parcours doit comporter 75 unités de valeur (UV). Chaque UV correspond à environ 38 heures de cours, étalées sur sept semaines et se terminant par un examen. Les 75 UV sont généralement acquises en trois ans de Lycée, mais certains élèves terminent en deux ans et d'autres en quatre ans. C'est donc un contrôle continu, rythmé par les périodes de sept semaines. Il est complété par l'examen final du baccalauréat proprement dit. Ce dernier se compose seulement de quatre épreuves et privilégie les 'fondamentaux', comme les langues nationales (finnois, suédois, sami), les langues étrangères, et les mathématiques. Certaines épreuves du baccalauréat sont proposées à la fois en niveau de base et en niveau avancé, chaque élève devant passer au moins une épreuve de niveau avancé.

Les comparaisons avec les systèmes éducatifs étrangers ont été menées dans la seule perspective de la voie d'enseignement général au Lycée. Mais au passage, on ne peut s'empêcher une remarque sur les deux autres voies du Lycée : chez nos voisins, la voie technologique et la voie professionnelle sont abordées de manière très diverse. La voie technologique est parfois absente, le Lycée ne comportant alors qu'une voie générale et une voie professionnelle (par exemple en Finlande, en Suède et au Royaume Uni). Par ailleurs, la durée des études dans ces deux voies du Lycée dépend fortement du pays, tout comme la proportion des élèves concernés.

Certes cette grande diversité rend l'entreprise difficile, mais il serait pourtant fort utile d'approfondir la comparaison des enseignements technologiques et professionnels français avec ceux d'autre pays.

5- Propositions de parcours pour la voie scientifique au Lycée

La Seconde de détermination ne fonctionne pas bien

Dans l'organisation actuelle du Lycée d'enseignement général et technologique, la première des trois années est la Seconde dite 'de détermination'. Nous le savons, assez nombreux sont ceux qui défendent ce système. Mais nous constatons qu'en fait cette classe n'aide pas les élèves à se déterminer. Pour beaucoup d'entre eux, elle ne sert qu'à consolider des acquis trop fragiles du Collège, tandis qu'elle laisse bon nombre d'autres en vacance intellectuelle. Elle constitue essentiellement une année de prolongation du régime de la Troisième.

D'où, en ce qui concerne la voie scientifique, deux conséquences très dommageables¹³ :

- Pour convenir à tous les profils d'élèves, les contenus scientifiques enseignés dans l'actuelle Seconde de détermination sont trop réduits. Il en est d'ailleurs de même pour la Première et la Terminale de l'actuelle série S, de sorte que les connaissances et méthodes de travail acquises durant le Lycée s'avèrent souvent insuffisantes pour entreprendre dans de bonnes conditions des études supérieures scientifiques. À cet égard, la comparaison avec des pays comme l'Inde ou la Chine est instructive.
- Artificiellement maintenus dans des classes non orientées vers les sciences, les élèves à grand potentiel scientifique perdent beaucoup de temps ainsi que le bénéfice de l'émulation.

Dans la perspective que le Lycée redevienne une préparation solide et exigeante à des études scientifiques ultérieures (Université, CPGE, STS), il est donc impératif que les élèves de la voie scientifique reçoivent dès la classe de Seconde un enseignement de science plus approfondi qu'actuellement. Cela requiert de mieux structurer l'organisation des études durant les trois années de Lycée, avec des parcours où l'enseignement puisse être plus approfondi dans les matières dominantes.

Nous recommandons d'éviter les systèmes de tronc commun avec options, où le programme est nécessairement déterminé comme un plus petit commun dénominateur. Cette organisation est cause d'horaires émiettés, et elle induit des différences de rythme et d'état d'esprit entre les groupes d'élèves. Ceci est dommageable à la qualité des enseignements, et ne nous paraît pas garantir un niveau solide de connaissances, d'autant plus qu'il s'agit de disciplines principales sur lesquelles se brancheront encore des choix ultérieurs d'orientation. À une telle organisation il faut préférer un système de parcours diversifiés. Les programmes et horaires peuvent ainsi être adaptés de manière libre et souple.

Au moins deux voies en Seconde

On ne peut isoler le Lycée du Collège, là où l'échec scolaire et le rejet de l'institution prennent les formes les plus visibles. Mais nous espérons que les réformes à venir pour un Collège rénové permettront à nouveau qu'après leurs quatre années de Collège, la grande majorité des élèves ait acquis maturité et connaissances au niveau que l'on peut attendre d'un adolescent de quinze ans. Espérons également que les collégiens acquièrent une idée plus juste et plus attrayante de la science, en particulier grâce à l'extension progressive du chantier ouvert par l'Académie : 'Dans le sillage de *La main à la pâte*'¹⁴.

Actuellement, l'adolescent qui sort du Collège doit choisir seulement entre deux possibilités d'orientation : le Lycée professionnel pour exercer rapidement un métier, et la

¹³ Des inconvénients similaires affectent vraisemblablement les études dans les actuelles voies L et ES du Lycée.

¹⁴ P. Léna, B. Salviat, A. Pedregosa, <http://sciences-techno-college.net>.

poursuite d'études au Lycée général et technologique. En effet des réformes ont reporté l'orientation interne, au sein de ce dernier, jusqu'à la fin de la classe de Seconde. C'est alors seulement qu'est actuellement proposé, outre les choix technologiques, celui entre une orientation scientifique S, et deux non scientifiques ES et L. Ce report ne peut que diminuer l'appétit intellectuel de l'élève de Seconde pour des études qu'il n'a pas lui-même choisies. Aucun fait ne semble en tout cas donner raison à un tel report.

Au contraire, nous sommes convaincus qu'un élève bien informé en fin de Troisième peut déjà exercer un choix éclairé entre un petit nombre d'orientations. Ce choix, qui resterait susceptible d'être ultérieurement infléchi (voir plus loin), ne pourrait que responsabiliser l'élève et l'aider à aborder sérieusement ses années de Lycée. En tout état de cause, et puisque le présent avis concerne surtout la voie scientifique, l'élève doit se voir proposer, à l'entrée en Seconde, au moins deux voies :

- une voie dite 'humanités', dénommée H dans la suite, orientée vers les lettres, les arts et les sciences humaines et sociales,

- et une voie dite 'scientifique', dénommée ST dans la suite, et orientée vers les sciences et les technologies. En classe de Seconde, en effet il y a lieu de montrer combien sciences et technologies sont aujourd'hui liées. D'ailleurs notre pays a besoin de spécialistes des deux catégories, nombreux, et capables de bien se comprendre mutuellement.

Les élèves attirés par l'économie pourront relever de l'une ou l'autre de ces deux voies.

Au plus tard en fin de Troisième il convient donc d'informer les élèves et de les aider à discerner leurs préférences et aptitudes. Le Collège rénové doit ouvrir des plages horaires pour présenter la variété des métiers, les disciplines, les voies et parcours d'études au Lycée. Alors, avec l'aide des enseignants concernés, l'élève pourrait rédiger une lettre de motivation¹⁵ exposant ses goûts, la vision qu'il se fait de son avenir, et finalement la voie ultérieure qu'il désire suivre. Tout doit être mis en œuvre pour que cette lettre soit, au mieux du possible, l'émanation de l'élève lui-même : rédaction au Collège, temps d'élaboration suffisant... Il importe en effet qu'elle ne soit pas rédigée par la famille, ce qui pourrait fausser l'orientation et défavoriser certains enfants. Cette lettre peut constituer un exercice apte à faire mûrir l'élève dans son cheminement vers l'âge adulte, mais ne saurait l'enfermer ultérieurement dans un parcours clos. Sur cette base, et en prenant naturellement en compte son passé scolaire, ses talents, en plus de ses vœux et de ceux de sa famille, l'équipe éducative pourra lui proposer une orientation pour l'année suivante, le critère essentiel restant son aptitude à suivre avec profit la voie d'orientation visée. La lettre de motivation constituerait aussi un élément, parmi bien d'autres, du dossier scolaire.

En résumé de ce point essentiel, nous exprimons avec force l'opinion qu'il est nuisible de retarder le processus d'orientation jusqu'à la fin de la classe de Seconde. Au Lycée d'enseignement général et technologique nous préconisons au contraire de mettre en place dès la Seconde une voie scientifique clairement identifiée, se différenciant ensuite en plusieurs parcours, et passible de la remarque suivante.

Remarque : il est impératif, à nos yeux, que les disciplines d'humanités restent présentes dans la voie ST ; et symétriquement que des sciences restent présentes dans la voie H. Il est en effet nécessaire que chaque élève du Lycée acquière une culture générale suffisante et soit exposé à des disciplines hors de sa dominante. Nous revenons plus loin sur ce point.

¹⁵ Ce que les anglo-saxons appellent *personal statement* ou *statement of purpose*.

Ensuite, des parcours de type scientifique clairement identifiés

Pour l'année de Première, une diversification des parcours de type scientifique doit intervenir, certains choix pouvant même intervenir au cours de l'année de Seconde. Selon ses goûts et capacités, l'élève sortant de Seconde ST choisirait par exemple entre les trois classes suivantes :

- une Première S orientée vers les sciences (mathématiques, sciences de la matière et de la vie)
- une Première T orientée vers les technologies ¹⁶,
- une Première E orientée vers les sciences économiques.

Dans chacune de ces classes un enseignement minimal d'informatique devrait être introduit, nous revenons plus loin sur ce point. Notons qu'un élève sortant de Seconde H doit aussi pouvoir rejoindre la Première E grâce à une passerelle adaptée.

Pour l'année de Terminale, la Première S devrait s'ouvrir sur plusieurs possibilités selon les diverses sciences, par exemple

- une Terminale SVT orientée vers les sciences de la vie et de la terre,
- une Terminale SMP orientée vers les sciences mathématiques et physiques,
- une Terminale SIT orientée vers les sciences de l'ingénieur et les technologies, avec, en particulier, une place plus grande pour l'informatique.

De même, la Première T devrait être suivie de plusieurs classes de Terminale technologiques, plus spécialisées, tout en évitant l'éparpillement actuel.

La Première E, quant à elle, devrait se poursuivre naturellement en Terminale E.

La lecture des divers parcours doit être aisée pour les élèves et leurs familles : tout en étant suffisamment diversifiés, leur nombre doit rester raisonnable. De plus ils ne doivent pas multiplier les options, dominantes, etc. qui sont difficiles à comprendre et brouillent l'identification ¹⁷. L'annexe 1 schématise ces propositions de parcours au sein de la voie scientifique du Lycée.

Les passerelles entre voies et parcours

En même temps qu'il met en place des voies et parcours orientés et clairement identifiées, le Lycée doit organiser des passerelles entre ceux-ci. Ainsi un élève qui se découvre tardivement d'autres talents et d'autres goûts trouvera la possibilité de modifier son orientation en cours d'études. Pour ces passerelles, on peut songer à diverses solutions. Sans constituer une condition toujours suffisante, avoir suivi telle ou telle option facultative d'approfondissement (*cf* ci-dessous) pourrait faciliter le rattrapage de programme nécessaire pour passer d'un parcours à un autre. Des modules de mise à niveau pourraient aussi être offerts durant l'été.

Pour souligner, dans l'esprit de tous, l'égalité de dignité de toutes les voies du Lycée, voie des métiers, autant que voies générales ou technologiques, et pour augmenter l'efficacité des passerelles comme échangeurs entre voies et parcours, il serait bon que le même "Établissement-Lycée" puisse les offrir toutes, si possible sous un même toit (lorsque les locaux le permettent), avec un unique chef d'établissement ¹⁸.

Cette offre de formation de l'établissement pourrait même être complétée par des unités de formation professionnelle continuée, afin que les lycéens discernent concrètement

¹⁶ Les nouveaux parcours devraient en particulier bien marquer, d'une part la différence entre les sciences et les technologies, et d'autre part leurs interactions.

¹⁷ Notons qu'à l'heure où les élèves puisent sur la toile l'essentiel de leurs informations, il est nécessaire de créer, suivre et alimenter des sites facilement lisibles et bien à jour sur les divers parcours proposés au lycée.

¹⁸ Sans doute avec un adjoint pour chaque type de voie.

ce qui n'a sans doute pas encore pour eux de réalité tangible, à savoir la formation continuée tout au long de la vie.

Enfin, s'agissant d'une réforme de grande portée, pour éviter autant que faire se peut les éventuels effets pervers imprévus, nous suggérons que cette réforme soit expérimentée pendant au moins deux ans, dans quelques dizaines de lycées volontaires appartenant à des villes ou à des quartiers d'environnements sociaux très divers, en faisant suivre cette expérimentation d'une évaluation sérieuse.

L'enseignement de l'informatique

L'informatique a pris, à l'évidence, une place considérable dans notre société de l'information et de la communication. La question de l'enseignement de cette discipline au lycée est donc un sujet important sur lequel l'Académie des sciences met actuellement en place un groupe de réflexion. Les remarques qui suivent sont préliminaires aux conclusions plus détaillées qu'elle publiera à la fin de cette réflexion.

En même temps qu'elles procurent des outils de traitement des données pour les autres domaines de la connaissance, les nouvelles sciences dites 'de l'information', qui englobent l'informatique, fournissent un ensemble de concepts et de méthodes pour comprendre une partie du monde réel qui nous entoure et pour agir sur lui. Ces concepts incluent bien sûr les algorithmes, les programmes susceptibles de les implémenter, les structures et le traitement des données. Ils s'étendent à des mécanismes logiques subtils comme la transposition en langage symbolique de la pensée universelle, à des problèmes complexes comme la modélisation numérique, la reconnaissance des formes, l'apprentissage automatique, la traduction automatisée des langues naturelles, etc.

L'enseignement de l'informatique peut répondre à un esprit différent selon le type de Lycée et le parcours suivi ¹⁹, mais aucun ne doit confondre l'enseignement de la discipline informatique avec l'apprentissage de ses outils. Dans la voie scientifique du Lycée, il serait absurde d'enseigner le maniement de l'outil sans compréhension des concepts. Il faut au contraire y enseigner les bases de l'informatique : algorithmes, programmation, méthodes de calcul, structures et traitement des données, et ce depuis la Seconde jusqu'à la Terminale ²⁰. De plus, comme nous l'avons dit plus haut, cet enseignement doit être donné en synergie avec les autres disciplines. Pour éviter un grand retard dans la course à l'innovation scientifique, technologique et industrielle, la France ne peut plus différer la mise en place systématique au Lycée d'un tel enseignement.

Durant les vingt dernières années, de manière autodidacte, ou en suivant des formations en sus de leur service statutaire d'enseignement, un certain nombre de professeurs de mathématiques ou d'autres disciplines ont fait l'effort d'acquérir des bases d'informatique suffisantes pour en faire bénéficier leurs élèves. Acceptant un lourd surcroît de travail, sans en tirer nécessairement de récompense dans leur déroulement de carrière, ils ont néanmoins fait œuvre de pionniers. Il faut les saluer ici. Mais ces professeurs ne suffiront pas pour systématiser, au Lycée, cet enseignement nouveau.

Pour le futur, il est indispensable d'envisager un effort considérable de formation initiale et continuée, en s'appuyant en particulier sur les universités. À ce sujet, ainsi que sur l'attribution des responsabilités, sur les programmes ou sur les horaires de cet enseignement, le groupe de travail de l'Académie mentionné plus haut fournira des recommandations plus précises.

¹⁹ Les Lycées professionnels et les parcours technologiques du LGT peuvent introduire l'informatique (ainsi d'ailleurs que les mathématiques) à partir de préoccupations qui leur sont propres.

²⁰ Même si le présent rapport ne porte pas sur la voie des humanités, on imagine mal que l'informatique ne tienne pas là aussi une certaine place !

La culture générale non scientifique pour les scientifiques

En Seconde ST et dans les parcours scientifiques subséquents de Première et Terminale, les matières non scientifiques devraient voir leur programme allégé. Mais il ne saurait être question de les supprimer. En Seconde et Première, il y aura donc obligatoirement du français, des langues (vivantes ou anciennes), de l'histoire et de la géographie, du sport, ainsi que de la philosophie en Terminale.

La culture générale scientifique pour les non scientifiques

La science fait partie à la fois de la culture universelle et de notre vie quotidienne (environnement, énergie, santé...). Nous recommandons donc avec insistance que tout élève titulaire du baccalauréat, quels que soient sa voie et son parcours, ait reçu un enseignement minimal en mathématiques et en sciences jusqu'à la fin de sa scolarité. Comme il a été évoqué plus haut, ce point est particulièrement critique pour ceux des lycéens de la voie H qui deviendront professeurs des écoles, car ils seront appelés à enseigner des mathématiques et des sciences de la nature à leurs futurs élèves. De plus, l'Académie souhaite que tout bachelier ait reçu un enseignement de sciences suffisant pour pouvoir entreprendre des études ultérieures de médecine.

Les options facultatives d'approfondissement

Durant les trois années de Lycée, des options facultatives d'approfondissement doivent aussi être proposées au choix des élèves ²¹ : langue supplémentaire, arts plastiques, musique, sport, économie en Première et Terminale, français en Terminale, etc.

Comme mentionné ci-dessus, certaines de ces options pourront servir aussi de passerelles entre parcours.

De plus, par des options adéquates, on doit permettre à des élèves scientifiques d'approfondir l'étude de matières non scientifiques, par exemple les langues anciennes. De même nous recommandons très vivement que la voie H ouvre la possibilité à certains élèves d'acquérir un profil 'lettres-sciences' en suivant certaines options adaptées de sciences.

²¹ peut-être pour environ deux heures par semaine.

6. Des moyens de mise en oeuvre

Une exigence de qualité dans toutes les voies et tous les parcours

Il est impératif que toutes les voies et tous les parcours – qu'ils soient professionnels, technologiques, scientifiques, économiques ou littéraires – maintiennent un haut niveau d'exigence. Que leurs programmes soient plus ou moins pratiques ou théoriques ne doit rien changer à cette nécessité. En effet si, à terme, certains parcours connaissaient des dérives 'laxistes', les parcours ressentis comme plus exigeants seraient détournés de leurs objectifs. C'est ce dont souffre l'actuelle série S de Première-Terminale.

Pour éviter ces dérives, dans toutes les voies et tous les parcours, les examens doivent porter réellement sur tout le contenu des programmes, sans en éliminer implicitement des parties entières. Il faut aussi que le niveau des contrôles et examens soit en adéquation avec les exigences inscrites dans les programmes. En particulier on doit mettre en place des notations absolues, fonctions seulement du niveau acquis par chaque élève, et non pas ajustées au succès d'une proportion prédéfinie d'élèves. Faute d'avoir le courage de telles exigences, les efforts de très nombreux enseignants seront ruinés, comme cela arrive souvent actuellement, et toutes les tentatives de réforme et de réhabilitation seront vouées à l'échec.

Inclure dans le baccalauréat une part de contrôle continu portant sur les trois années du lycée (*cf ci-dessous*) peut aller dans ce sens.

Des groupes d'élèves homogènes

Dans le système actuel, les niveaux d'aptitudes et de connaissances des élèves d'une même classe dans chaque matière peuvent être très disparates, avec nombre de conséquences négatives : la tâche du professeur s'en trouve compliquée à l'extrême, l'émulation est diminuée pour les bons élèves, alors que les élèves en difficulté sont parfois découragés et conduits à l'abandon. Pour assurer une transition vers un lycée plus exigeant, il s'agira de moduler les rythmes et degrés d'approfondissement en fonction du niveau réel des élèves. C'est pourquoi, dans chacune des matières principales comme le français, les langues, les mathématiques et les sciences de la nature, nous proposons que deux groupes (éventuellement deux classes) puissent être mis en place par les équipes enseignantes et les chefs d'établissement, avec des programmes différents :

- groupe B : programme de base,
- groupe A : programme approfondi (nous y revenons plus loin, voir § 8).

Dans une organisation juste, souple et adaptative, on peut alors espérer obtenir à la fois plus d'émulation pour les bons élèves, et moins de 'décrochages' pour les élèves faibles. Pour le groupe B, on pourrait même songer à étaler sur les trois années du Lycée le contenu des programmes de Seconde et Première. Un tel système donne satisfaction en Finlande et en Grande-Bretagne. Il favoriserait sans doute aussi la promotion des élèves performants issus des zones ou milieux défavorisés, en les plaçant dans un groupe qui leur convienne. En outre il aurait l'avantage d'éviter les classifications occultes des établissements par niveau, sous couvert de prétextes variés. Enfin la décision parfois nécessaire de redoublement deviendrait moins douloureuse si, dans certaines matières, l'élève pouvait néanmoins passer d'un groupe B à un groupe A.

Si un tel système était adopté, il faudrait que l'examen final de baccalauréat proposât deux épreuves dans les matières des groupes de niveau (épreuve A, et épreuve B). Comme en Finlande, il serait alors raisonnable que chaque élève fût soumis à l'épreuve de niveau A au moins dans l'une (et possiblement plusieurs) des matières fondamentales. Il faudrait probablement aussi prévoir des dispositifs de suivi à l'entrée de l'université, avec une différenciation par groupes de niveau.

7. La formation des professeurs

Pour améliorer le Lycée, et notamment y rénover la voie scientifique, la compétence et la motivation des enseignants – notamment de sciences – sont d’indispensables garanties du succès. La question de leur formation est donc cruciale, que ce soit la formation initiale ou la formation continuée. Sur cet important chapitre, nous renvoyons aux recommandations récemment formulées par l’Académie à l’occasion de l’intégration des IUFM à l’Université ("Avis sur la formation des professeurs à l’enseignement des sciences", Académie des sciences, 2007, www.academie-sciences.fr).

Pour la formation initiale :

Nous estimons urgent de prendre une disposition d’attractivité financière pour les étudiants se destinant au professorat. Il est en particulier préconisé dans ledit rapport de rétablir un dispositif de pré-recrutement de type IPES, lequel avait fort bien fonctionné dans les années 1960-70. Avec ce dispositif, des étudiants sont sélectionnés en fin de L1, et signent un contrat de financement de leurs études qui les engage à passer un CAPES, puis à servir l’enseignement public au moins dix années après leur titularisation. Aujourd’hui bien des jeunes ayant des aptitudes scientifiques et doués pour le métier d’enseignant, préfèrent néanmoins une filière de formation courte (DUT, BTS), garantissant un diplôme rapide. Un dispositif du type des anciens IPES les encouragerait à poursuivre des études plus longues. Ce dispositif sélectif contribuerait à l’ascension sociale, et il alimenterait en jeunes de qualité des préparations de CAPES sciences qui aujourd’hui peinent à trouver assez de candidats de bon niveau. Ces jeunes pourraient même déboucher dans certains cas vers l’agrégation ou le doctorat.

Il est par ailleurs très important qu’au cours de leur formation initiale (mais aussi continuée), les professeurs de sciences reçoivent un enseignement significatif en humanités, mettant en particulier en relief le lien essentiel entre la pensée scientifique, dans sa logique et sa structure, et le langage, qui implique un lexique précis et une syntaxe construite.

De même, répétons-le, est-il indispensable que les professeurs de lettres aient reçu un enseignement suffisant de science : celle-ci fait partie de la culture générale et tout professeur devrait pouvoir échanger avec ses élèves sur tel ou tel sujet scientifique. Bien plus, un plan d’urgence paraît nécessaire pour remédier à l’actuelle situation déplorable où de très nombreux professeurs des écoles, qui n’ont pas reçu de formation scientifique initiale (sauf les rudiments communs à tout bachelier), et pas non plus de remise à niveau, sont censés enseigner des éléments de sciences aux jeunes enfants. Ce point a déjà été évoqué plus haut.

Pour la formation continuée :

La formation continuée des professeurs de Lycée doit être profondément restructurée et rendue obligatoire. Il est indispensable qu’elle ait une incidence réelle sur le déroulement de carrière. Le ministère de l’Éducation Nationale devrait en faire une priorité nationale, et encourager toutes les initiatives des acteurs de terrain compétents²². Les universités ont là un rôle majeur à jouer pour proposer des formations de qualité et bien adaptées aux professeurs. L’Académie a déjà fait cette suggestion dans les rapports de la commission de réflexion sur l’enseignement des mathématiques, et l’a reprise dans l’Avis sur la formation des professeurs cité ci-dessus.

²² Citons les statistiques comme exemple de sujet possible de formation continuée commune à des professeurs de mathématiques et d’autres disciplines, économie, physique-chimie, sciences de la vie et de la terre...

La formation continuée doit aussi constituer une passerelle entre le secteur de l'enseignement au Lycée et les autres secteurs d'activité de la société. En effet, d'une part il y a des professeurs de Lycée désireux de se diriger vers un autre métier. D'autre part il y a des techniciens, des ingénieurs et d'autres personnes expertes qui seraient d'excellents enseignants, soit à temps partiel soit à temps plein, apportant au Lycée une expérience différente et un souffle extérieur précieux. L'enseignement français a tout à gagner à ce désenclavement du Lycée et à cette ouverture au reste de la société.

Comme l'Académie l'a déjà écrit, rappelons aussi que les semaines d'arrêt de cours liées à la forme actuelle du baccalauréat libèrent un bon nombre de professeurs, hors vacances scolaires, et que des dispositifs universitaires de formation seraient alors aisés à mettre en place, à moyens quasi constants.

Ajoutons que doivent se développer des collaborations plus étroites entre les enseignants des Lycées et ceux des laboratoires universitaires ou industriels où se construit la science vivante. Ces collaborations permettront aux enseignants des Lycées d'être confrontés à des problématiques scientifiques. De plus ils vivront, à cette occasion, des situations d'apprentissage semblables à celles de leurs élèves.

8. Une proposition à expérimenter : les unités de valeur

Nous proposons que soit expérimenté au long des trois années de Lycée – sur volontariat – un système d'unités de valeur (UV), chacune couvrant une période limitée, l'ensemble des résultats comptant pour une part significative dans l'acquisition du diplôme de baccalauréat. Le schéma indicatif suivant se réfère au cas déjà évoqué de la Finlande. Dans quelques académies et à titre expérimental, on mettrait ainsi en place un système du genre ci-dessous.

Dans chaque matière, le programme des trois années de Lycée serait découpé en périodes (par exemple trimestrielles ou selon des périodes entre vacances scolaires). Chaque période comporterait plusieurs UV de différentes matières. Un contrôle, en fin de période, de chacune de ces UV attesterait si l'élève a, ou non, acquis l'UV en question. Pour les matières principales, ces UV seraient offertes au choix des élèves en niveau 'de base' (UV^b) et niveau 'approfondi' (UV^a)²³. Par ailleurs, afin de ne pas augmenter au-delà du raisonnable le volume d'évaluations subi par les élèves, les contrôles effectués pour la délivrance des UV se substitueraient en partie au contrôle continu.

L'examen du baccalauréat serait alors accessible à tout élève ayant obtenu, en cours des trois années de Lycée, un nombre minimum x d'UV, dont au moins un nombre y d'UV^a. L'élève pourrait ainsi, en cours de scolarité, adapter ses talents et sa motivation au suivi de cours de niveaux différents, par exemple choisir des cours de base en français et des cours approfondis en sciences ; ou l'inverse. En particulier, un bon élève pourrait suivre et obtenir un nombre d'UV^a nettement supérieur à y . L'élève pourrait aussi infléchir très aisément ses choix selon sa motivation et ses résultats.

Dans ces conditions, en regard de la situation actuelle, la structure de l'examen final de baccalauréat pourrait être considérablement simplifiée, la nature et le nombre des épreuves allégés. La note finale, qui vaudrait attribution du diplôme, pourrait être une moyenne (parts relatives à préciser) entre les z (à définir) meilleures notes d'UV (UV^a ou UV^b) obtenues au Lycée par le candidat, et les notes de l'examen final.

Suivant les résultats de cette expérimentation, cette disposition serait généralisée ou abandonnée.

²³ C'est là une manière d'appliquer l'idée des groupes de niveau A et B du § 6. ci-dessus.

9. Le baccalauréat

Ce paragraphe sort de l'exercice demandé par le Ministère. Il nous a cependant semblé utile d'inclure ici, 'hors sujet', quelques réflexions sur cet examen, tant il est lié à la structuration des enseignements de notre Lycée.

Le baccalauréat doit demeurer la porte d'accès à l'Université, aux STS et aux CPGE. Mais une réforme est devenue nécessaire pour qu'il puisse certifier réellement que l'élève a acquis les connaissances et capacités nécessaires pour suivre efficacement l'enseignement supérieur. Aussi réitérons-nous notre vif souhait que les pourcentages de réussite du baccalauréat ne soient pas fixés *a priori* dans les coulisses du ministère. Faute de quoi le baccalauréat restera au mieux une mesure biaisée des acquis de l'élève, inapte à attester effectivement sa qualité globale, et notamment ses talents ou ses points faibles.

Une réforme du baccalauréat nécessitera l'écoute et l'intervention de nombreux partenaires du monde éducatif et de la société civile. Comme indiqué plus haut, nous préconisons d'expérimenter la prise en compte, dans le baccalauréat, d'un contrôle continu évaluant régulièrement le travail de l'élève et portant sur les trois années de Lycée²⁴. Nous proposons que soit étudiée une modalité qui intégrerait dans le baccalauréat, outre l'examen final, une part notable de cette évaluation (par exemple pour une proportion de 1/3). Cela inciterait les élèves à un effort régulier dans chaque matière, et s'opposerait au bachotage fréquemment observé en classe de Terminale²⁵.

Nous sommes conscients des oppositions fortes qui peuvent s'exprimer dans notre pays face à cette proposition. Beaucoup craignent en particulier que cela défavorise les élèves de certaines familles, et favorise ceux de certains Lycées²⁶, et qu'ainsi soit brisée l'équité qu'on attribue à un examen anonyme. L'argument est recevable, mais il n'est pas indiscutable car même actuellement l'anonymat n'est pas parfait. En effet, l'origine sociale particulière d'un candidat peut se lire dans son graphisme et apparaît immédiatement à l'oral. D'autre part un baccalauréat prenant aussi en compte les résultats des trois années de Lycée est plus juste pour les candidats dont l'état physique ou psychologique est déficient durant les quelques jours de l'examen final. On notera ici que le baccalauréat professionnel fonctionne déjà avec une prise en compte importante de contrôle continu sans que cette pratique ait, jusqu'à présent, soulevé de difficultés.

Il n'existe évidemment aucun système d'examen parfait. Mais nous estimons qu'en étudiant soigneusement les écueils et en prenant un maximum de précautions, l'introduction d'une dose raisonnable de contrôle continu dans le baccalauréat serait finalement plus juste que son actuelle absence. Là comme ailleurs, rien ne vaut une expérimentation. S'agissant d'un sujet hautement sensible dans l'opinion, pour lequel les points de vue sont souvent très subjectifs, une expérimentation permettrait d'étayer une décision de réforme par des données avérées et par des faits.

²⁴ par exemple en harmonie avec le rythme des vacances ou trimestres scolaires.

²⁵ Ce point a recueilli parmi nous un large consensus, sans toutefois faire l'unanimité.

²⁶ Soit les établissements jugés de haut niveau, soit au contraire ceux de niveau jugé plus faible.

Annexe
La voie scientifique au Lycée :
Schéma d'organisation possible des parcours scientifiques

