

# Analyse des prérequis éducatifs nécessaires pour l'enseignement des sciences

Jean-Pierre Demailly

Professeur à l'Université de Grenoble I, Institut Universitaire de France

Dans leur méthodologie interne et leur rapport avec les autres sciences, les mathématiques peuvent être abordées sous (au moins) cinq aspects : comme un langage universel, une méthode de pensée structurée et systématique, un outil de modélisation, une collection de résultats et de formules, ou enfin comme une discipline de service pour les autres sciences. Un des points les plus préoccupants aujourd'hui est que la démarche d'enseignement découlant des programmes en vigueur ne semble plus se manifester qu'au travers des deux seuls derniers aspects.

Dans les filières d'enseignement général, l'insuffisance des horaires consacrés aux sciences, et surtout, le manque de cohérence et de structuration des programmes dans le temps font que la très grande majorité des élèves issus de l'enseignement secondaire se voit privée d'éléments de formation essentiels pour une bonne appréhension des concepts scientifiques. On peut estimer que la majorité des étudiants entrant à l'Université n'a *aucun vécu de ce qu'est une démarche scientifique*, et, surtout, ne dispose plus de *connaissances suffisamment structurées*.

Un rapport de l'Inspection Générale de Mathématiques paru en 2002 analyse de façon circonstanciée une *érosion continue des programmes et des contenus* de l'enseignement des mathématiques depuis 20 ou 25 ans. Au cours de l'Atelier du Lundi 3 février 2003, j'ai pu ainsi présenter de nombreux documents confortant l'évidence d'une érosion sévère des contenus et de l'état d'esprit de l'enseignement des sciences à tous les niveaux :

1. Une comparaison des programmes d'enseignement primaire de 1945, et des programmes élaborés par la commission Joutard (2002). On y relève la disparition de nombreux concepts fondamentaux pour l'appréhension des sciences (pratique experte des algorithmes opératoires permettant une maîtrise effective des ordres de grandeur, divisions sur les nombres décimaux, manipulation d'unités "dérivées", comme les unités de volume déduites de l'unité de longueur, concept de masse volumique, etc).
2. Un extrait d'un cahier d'un élève du "Cours Supérieur" en 1937 (il s'agit en gros de l'actuelle 6ème). On y voit l'élève énoncer clairement le principe d'Archimède, puis appliquer ce principe pour le problème suivant : évaluer la charge pouvant être supportée par un bateau de forme parallélépipédique, dont on donne les dimensions, le tirant d'eau et la masse à vide. Ceci montre qu'en 1937 la "trans-disciplinarité" (pour reprendre une terminologie à la mode) était beaucoup plus effective qu'aujourd'hui, puisque déjà en place de manière vivante à la fin de l'école primaire !
3. Un extrait d'un manuel contemporain de Mathématiques pour la classe de 5ème – ou un exemple affigeant d'une présentation totalement dogmatique de la formule de l'aire d'un triangle (sans référence à l'aire du rectangle ou du parallélogramme !). L'exemple est hélas loin d'être isolé, cette observation vaut pour à peu près tous les manuels de mathématiques du secondaire, où la démarche déductive et explicative semble être devenue hors de propos.
4. Un extrait d'un manuel de Physique de Terminale C utilisé au début des années 1970 (programme de 1966), faisant apparaître une part importante de modélisation mathématique (calcul différentiel et vectoriel en 3 dimensions, équations différentielles, etc). Le contraste avec le programme de Physique-Chimie 2001 est saisissant: programme à la fois plus touffu et moins structuré, tandis que les commentaires de programmes introduisent de constantes "limitations" dans la démarche de modélisation.

## Conclusions

L'analyse de l'évolution des programmes et des contenus enseignés dans les filières d'enseignement général fait apparaître un recul sévère par rapport à la situation qui prévalait il y a quelques décennies, qualitativement et quantitativement, *à tous les niveaux* – il est difficile dans ces conditions de parler de maillon faible ! On peut estimer que le recul correspond à l'équivalent d'au moins 2 années d'études à la fin du Secondaire.

## Recommandations

- 1) Les programmes actuellement en vigueur dans l'enseignement primaire et secondaire sont devenus indignes d'une grande nation scientifique (quel que soit, par ailleurs, l'état de la dégradation dans les pays comparables au nôtre). Si l'on veut relever le défi de la formation scientifique au terme des études universitaires, il est urgent de *repenser et de réévaluer les programmes des cycles précédents* – dans un souci de continuité et de cohérence sur toute la durée de l'enseignement primaire et secondaire. Il est évident que les *horaires d'enseignement des sciences au Lycée doivent être revus à la hausse dans les filières scientifiques*.
- 2) Les nécessités de l'enseignement peuvent varier considérablement d'une discipline à une autre, et à l'intérieur même d'une discipline, peuvent *varier en fonction des objectifs poursuivis* – il s'agit ici au moins autant de l'état d'esprit que du contenu. Il faut donc *diversifier les filières scientifiques*, au Lycée et à l'Université, pour que celles-ci puissent *s'adapter aux capacités et aux objectifs des élèves*, en offrant un réel choix dans l'approche des disciplines, compatible avec la diversité des goûts et des objectifs professionnels, *valorisant aussi bien les aptitudes théoriques que les connaissances pratiques*.

Dans l'attente d'une restructuration de l'enseignement primaire et secondaire, le premier cycle universitaire doit offrir plusieurs niveaux de formation possibles pour chaque discipline, allant de la remise à niveau jusqu'à l'étude approfondie, en privilégiant dans tous les cas la consolidation et l'approfondissement au papillonnage superficiel.

3) Il est indispensable de mettre en place un dispositif d'évaluation et de suivi des formations, sur toute la durée du parcours éducatif. Cet instrument d'évaluation, qui devrait, pour des raisons évidentes de transparence et d'impartialité, être *indépendant de la tutelle administrative*, aurait aussi pour mission d'analyser les évolutions dans le temps et dans l'espace, en analysant les programmes mis en place dans les principaux pays industrialisés aujourd'hui et dans le passé. La mesure pertinente ne doit pas être le *taux de réussite*, mais le *savoir acquis* par les étudiants.

4) La valeur de l'enseignement universitaire a de tout temps reposé sur l'existence de communautés académiques ayant une *culture commune*, partageant des *traditions d'enseignement* et des *méthodologies propres*. La richesse scientifique réside dans cette diversité. Il faut donc essayer de faire reculer les penchants administratifs et technocratiques à l'uniformisation des procédures d'examen, et redonner une *autonomie suffisante aux divers champs disciplinaires*, notamment dans l'évaluation des acquis des étudiants.

Plutôt que de chercher à atteindre à tout prix une hypothétique "culture scientifique interdisciplinaire" par un saupoudrage généralisé des diverses disciplines dans les cursus éducatifs, il faudrait au contraire veiller à ce que les étudiants atteignent un *niveau suffisant d'approfondissement* dans au moins une discipline, pour leur donner une autonomie les autorisant à explorer en parallèle d'autres champs disciplinaires de manière efficace. Il peut bien entendu subsister des filières "généralistes", mais les étudiants doivent avoir le choix, s'ils le souhaitent, de concentrer leurs études de premier cycle sur *deux ou trois grandes matières scientifiques*. D'où la nécessité, là encore, de diversifier les parcours possibles.

5) Les procédures d'examen doivent redevenir sérieuses et responsables. Au delà de diplômes trop souvent devenus factices, le système éducatif devrait songer à constituer un véritable *livret de l'étudiant*, spécifiant son parcours éducatif et garantissant solidement les acquis discipline par discipline, module par module. Un tel livret constituerait un outil fiable pour organiser l'orientation des étudiants et pour proposer de véritables "contrats d'étude" mettant en oeuvre les parcours diversifiés dont il est question plus haut.

6) Compte tenu de la dégradation de l'enseignement secondaire, le temps imparti de 3 ou 4 années d'Université est actuellement insuffisant pour permettre de *garantir un niveau de formation moyen décent* pour les futurs professeurs d'enseignement secondaire. Il n'est pas exagéré de dire que les concours de recrutement de Professeurs (CAPES, Agrégation de Sciences) se situent actuellement à un niveau extrêmement faible en queue de liste. Il est donc urgent de susciter de nouveau la vocation des étudiants, par exemple par un *système de bourses de type IPES*.

Par ailleurs, il faut encourager les futurs enseignants à "aller voir un peu plus loin" en passant un DEA ou une Thèse. L'aménagement de nouveaux grades de Professeurs du Secondaire titulaires d'un DEA ou d'une Thèse serait un moyen. Le *Doctorat devrait pouvoir ouvrir la voie au Professorat* concurrentement à l'Agrégation.

Il est clair, cependant, que le but à terme *ne doit pas être de rallonger indéfiniment* la formation des futurs enseignants. Bien, au contraire, un enseignement secondaire fortement réhabilité permettrait de stopper la spirale infernale du rallongement des cycles de formation universitaires, qui induit *un coût exorbitant pour le pays*, notamment au niveau de la formation des maîtres.

7) En dehors des champs spécialisés comme l'informatique ou la production de contenus multimédias, l'introduction des nouvelles technologies de l'information et de la communication n'apparaît susceptible d'avoir qu'une *incidence marginale sur la qualité de l'enseignement des sciences fondamentales*. Tout au plus, les nouvelles technologies permettent d'améliorer la simulation des expériences, la production et l'accès aux documents – sous réserve qu'il n'y ait pas des droits de copyright et de reproduction restrictifs. Il faut donc prendre garde aux excès d'enthousiasme que le tapage commercial et médiatique cherche à susciter, sans rapport avec la valeur pédagogique des produits.

8) Au contraire, l'apprentissage de la programmation et de la sémantique dans quelques langages fondamentaux bien ciblés est d'un intérêt évident pour tout scientifique. Notre pays a besoin de *nombreux spécialistes de haut niveau* dans le secteur-clé des technologies de l'information et de la communication, et d'interactions fortes entre ce secteur et les autres domaines technologiques et scientifiques.

Il est clair que *l'Informatique Libre est un outil incontournable*, grâce notamment à une implication forte et désintéressée de la communauté académique et scientifique, et la disponibilité d'une très riche panoplie d'outils, particulièrement dans le domaine des langages et de la programmation. Il y a aussi d'autres arguments évidents pour un pays soucieux de ses deniers publics et de son indépendance technologique.

Là encore, la faible performance actuelle de l'enseignement secondaire est un facteur limitant important. Dans le cadre de filières diversifiées, l'enseignement secondaire doit proposer aux élèves qui le souhaitent la possibilité d'une première initiation aux concepts fondamentaux de l'informatique (langages et programmation). Ceci ne sera possible que si le niveau mathématique et scientifique moyen atteint à la fin du collège n'est pas dramatiquement faible comme il l'est devenu aujourd'hui.