Consultation sur les nouveaux programmes des classes terminales des séries générales du lycée.

Contribution de l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public (APMEP)
22 avril 2011

Préambule

Le document présenté par l'APMEP à la consultation sur les nouveaux programmes est la synthèse des contributions envoyées par nos adhérents à la commission lycée de l'association. Conformément à la position de l'APMEP prise lors de nos Journées Nationales à Paris en 2010, il ne nous appartient pas de dire ici ce qui doit disparaître ou apparaître dans les programmes de mathématiques. Il s'agit toutefois de proposer une analyse des contenus proposés, de leur cohérence dans un programme du cycle entier, mais aussi des conditions dans lesquelles ces programmes seront mis en œuvre.

Une procédure d'élaboration des programmes à revoir

L'APMEP rappelle que la procédure d'élaboration des programmes n'est pas satisfaisante et doit être modifiée. Depuis quelques années, des Groupes d'experts différents ont eu la charge d'élaboration de ces programmes. Nommés souvent sans procédure claire, dissous parfois très rapidement, le travail de ces groupes ne peut être satisfaisant face à l'étendue de la tâche que représente la confection de programmes. Il ne s'agit pas ici de stigmatiser les membres de ces groupes qui ont accompli la mission pour laquelle ils ont été sollicités. Mais force est de constater que les programmes du cycle terminal ont été élaborés en deux temps discontinus, en Première d'abord puis en Terminale ensuite, sans vision globale sur les deux années. Cette critique a déjà été formulée par l'APMEP lors de la consultation des programmes de Première. Force est aussi de constater que ce ne sont pas les mêmes experts qui ont produit le programmes de la classe de Seconde et du cycle terminal.
Nous souhaitons rappeler ici que l'élaboration des programmes de mathématiques devrait faire l'objet du travail d'une Commission spéciale, dans la durée et la globalité des niveaux. Une vision à moyen terme (compte-tenu de l'évolution rapide de la science et de sa nécessaire adaptabilité) de ce que doit être une formation mathématique pour tous (depuis la classe de sixième) et une formation scientifique plus spécifique, est un préalable indispensable à l'élaboration de tout programme. Un suivi des programmes mis en application est également indispensable (à cet égard, nous formulons le vœu ici que la Commission de suivi des nouveaux programmes acceptée par la DGESCO soit mise en place et puisse commencer sa mission à la rentrée 2011).
Enfin, nous exprimons des réserves sur le principe même d'une consultation individuelle des enseignants dont la synthèse objective, au regard du nombre de documents envoyés, semble bien difficile à produire. Seul un travail de terrain, avec toutes les parties concernées et leurs représentants, permettrait d'adapter les programmes aux besoins réels.

Dans tous les cas, nous demandons que les nouveaux programmes privilégient le temps consacré aux notions enseignées à un saupoudrage de trop de concepts rendus superficiels par manque de temps à y consacrer.

Des programmes difficiles à mettre en œuvre dans le temps imparti

Pour la série S

Après une classe de Première à l'horaire très insuffisant de 4 heures, le programme de la classe Terminale apparaît très ambitieux et difficile à mettre en œuvre d'une manière satisfaisante (le cycle perd une demi-heure, fragilisant de fait la formation scientifique). Il faut souligner que beaucoup de notions seront en cours d'acquisition au cours d'une même année du fait de leur apparition ou de leur report de la classe de Première en Terminale : les limites (elles sont transférées entièrement en Terminale), les intégrales, les probabilités continues. Certes, il est louable de montrer l'utilisation et les liens étroits existant entre ces concepts. Mais, en raison des difficultés intrinsèques à ces notions et du temps alloué, il sera difficile de produire un enseignement aussi approfondi et conforme aux objectifs généraux et ambitieux inscrits en exergue du programme.

La version finale du programme doit être accompagnée d'un chiffrage du temps nécessaire et allégée (sur chaque partie) si l'expérimentation ou l'usage montre que le temps est insuffisant pour permettre aux élèves de l'assimiler correctement. Une marge doit être laissée à l'enseignant pour faire face à des imprévus ou exploiter une opportunité (présentation par un chercheur, exposition sur l'histoire des sciences...). Ce travail pourrait être celui d'une commission de suivi des programmes.

Quelques points importants de contenus

Nous avions demandé que des démonstrations soient ciblées afin de réhabiliter l'importance de la preuve. Le programme en propose quelques unes. Il faudrait que dans la partie Probabilités et Statistiques, ces démonstrations soient davantage affichées et en plus grand nombre, afin d'éviter l'impression de validation intuitive de résultats avec l'ordinateur seulement.

La notion d'équation différentielle disparaît complètement de la formation scientifique. Elle est pourtant constitutive de cette formation et il apparaît nécessaire que les élèves la rencontrent dans un cas simple (au moins le premier ordre, mais le second ordre aurait été intéressant aussi). De plus, les programmes font références aux autres disciplines scientifiques dont les sciences physiques, pour lesquelles ces notions sont indispensables. La méthode d'Euler était un exemple d'activité réussie et d'accès facile. Elle permettait d'appréhender efficacement la fonction vérifiant l'équation différentielle $y' = y$.

L'introduction importante des statistiques et probabilités trouve sa cohérence avec les programmes précédents. Le choix d'aller jusqu'à la loi normale est ambitieux mais légitime les notions introduites en Seconde et Première. L'apport de l'outil informatique est indispensable dans cette partie et il faut le saluer. Le juste équilibre entre axiomatique posée, concepts admis, explications informatiques et démonstrations est à préciser plus nettement. Le choix des Intervalles de fluctuation et des Intervalles de confiance semble être l'objet de controverses de spécialistes dans lesquelles nous n'entrerons pas ici (différentes contributions, notamment des IREM, éclairent cet aspect). L'APMEP demande avec force que, face à ces notions qui restent inconnues ou mal maitrisées pour beaucoup de professeurs, une **formation de masse soit mise en place dans toutes les académies** et **pour tous les professeurs** susceptibles d'enseigner dans ces classes.

Les nombres complexes demeurent mais leur contenu est très pauvre et on ne voit pas la finalité d'un tel enseignement. Les transformations ont complètement disparu alors qu'elles constituaient un exemple d'application aux nombres complexes non trivial. Les nombres complexes font partie des notions importantes qui pâtissent de la réduction des heures d'enseignement. Beaucoup de collègues regrettent à juste titre que cette notion soit vidée de son sens, surtout dans les applications géométriques où elles trouvaient leurs applications. Il semble que le Groupe d'experts n'ait pas voulu trancher pour cette partie qui apparaît comme le parent pauvre du programme.

Les suites récurrentes $u(n+1)= f(u(n))$ ne sont plus mentionnées. Seules restent les suites arithmético-géométriques.

Quelques points particuliers

L'intégration par parties n'est plus mentionnée. Comment démontrer l'espérance de la loi exponentielle sans intégration par parties ?

La formule de dérivation de la composée de deux fonctions aurait pu rester au programme. Même si elle n'est pas utilisée, elle permet de ne pas développer les dérivées mentionnées au programme comme un catalogue de situations disparates.

La limite en un point a disparu. Même si l'introduction du nombre dérivé se faisait traditionnellement avec cette limite laissée dans le champ intuitif depuis de nombreuses années, la disparition de la définition de la limite d'une fonction en un point élimine les situations d'exemples des fonctions discontinues. Paradoxalement, il est cité l'exemple d'étude de fonctions continues partout dérivables nulle part, notion difficile d'accès aux élèves et qui se révèle artificielle dans ce contexte.

Enseignement de spécialité pour la série S

La présentation des objectifs de l'enseignement de spécialité en série S est intéressante puisqu'elle s'appuie sur la résolution de problèmes. Ce modèle de rédaction de programme aurait avantage à être développé partout.
Les notions d'arithmétique restent et permettent une approche de problèmes intéressants et bien connus des enseignants.
Pour l'étude des processus discrets, les exemples sont intéressants et pertinents car ils ouvrent à des domaines au fort potentiel scientifique. Ils nécessiteront des documents d'accompagnement donnant des exemples développés ainsi qu'une formation continue rigoureuse.

Pour la série ES-L

Nous regrettons encore une fois les spécificités qui étaient liées à ces deux séries. Le programme constitue désormais en un sous-programme de la série S, sans les démonstrations et les exigences de rigueur et de raisonnement. Par exemple, on cherche en vain dans les capacités attendues (c'est-à-dire ailleurs que dans le paragraphe spécifique), les verbes

« démontrer », « justifier », « prouver » ou même « rédiger », « conjecturer », « réfuter », « critiquer », « énoncer une réciproque, une contraposée » qui sont tout à fait légitimes dans la formation des élèves de ces séries. On trouve en revanche, le verbe « connaître » qui renvoie à des connaissances qui auraient plutôt leur place dans les contenus. Cette copie du programme de Terminale S laisse à penser qu'il faudrait redonner aux préalables du programme leurs liens propres vers les contenus et capacités attendus en mettant en exergue des démonstrations ou raisonnements spécifiques à cette série.

Là aussi, la version finale du programme doit être accompagnée d'un chiffrage du temps nécessaire et allégée si l'expérimentation ou l'usage montre que le temps est insuffisant pour permettre aux élèves de l'assimiler correctement. Une marge doit être laissée à l'enseignant pour faire face à des imprévus ou exploiter une opportunité (présentation par un chercheur, exposition sur l'histoire des sciences...).

Quelques points importants de contenus

Les limites de fonctions ne sont plus étudiées ni en première, ni en terminale ; elles n'interviennent que sur les suites géométriques… mais aussi sur la somme $1 + q +…+ qn$ avec $0 < q < 1$ c'est-à-dire $(1 – qn)/ (1 – q)$. En l'absence de technique opératoire, on ne peut pas montrer que l'intervalle de fluctuation converge vers la probabilité p (ou la fréquence f) lorsque la taille n de l'échantillon tend vers l'infini. Si l'on a vraiment l'intention de rendre les élèves familiers de ce type de situation, on manque une occasion de découvrir les phénomènes asymptotiques. Par contre, si les limites sont clairement exclues du programme, alors il faut annoncer que toutes les fonctions seront étudiées sur des intervalles fermés et bornés et même les limites des fonctions de référence sont hors programme !

Les raisons de l'introduction de la convexité doivent être précisées ainsi que le cadre de son application. Les documents d'accompagnement devront être précis sur cette notion complètement nouvelle des élèves.

L'introduction des exponentielles et de la fonction logarithme népérien semble maladroite telle qu'elle est prévue. Les références à l'histoire des sciences ne conduisent pas à commencer par les fonctions exponentielles. Au minimum, si on veut commencer par prolonger les fonctions exponentielles par continuité, il faudrait faire référence au problème du calcul d'un taux moyen par mois, par semaine ou par jour à partir d'un taux annuel, c'est-à-dire trouver une suite géométrique qui intercale des termes à l'intérieur d'une suite géométrique donnée (cela ne nécessite que la racine n-ième de nombres positifs qui sont des solutions qu'on pourra toujours approcher autant que l'on veut par un algorithme simple). Comme on peut recommencer l'opération autant de fois que l'on veut, il devient raisonnable d'envisager un prolongement par continuité. On pourrait introduire les fonctions logarithmes en comparant des échelles graduées selon une suite géométrique et une suite arithmétique. Cela permet de construire une règle à calcul et d'intérioriser la relation fonctionnelle $F(ab) = F(a) + F(b)$. Si on sait dériver une fonction composée, on peut montrer que les dérivées de ces fonctions sont du type k/x. Il est raisonnable de s'intéresser à la fonction pour laquelle $k = 1$. C'est la fonction logarithme népérien ln. On défini e comme l'antécédent de 1 puis l'exponentielle fonction réciproque de ln. Il ne faut donc pas obliger l'enseignant à prendre la définition écrite dans la proposition de programme mais le laisser libre au contraire, des différentes méthodes pour définir, dans l'ordre qu'il le souhaite, les fonctions ln et exp, en les présentant comme réciproques l'une de l'autre.

Quelques points particuliers

La formule de dérivation de la composée de deux fonctions aurait pu rester au programme. Même si elle n'est pas utilisée, elle permet de ne pas développer les dérivées mentionnées au programme comme un catalogue de situations disparates.

Conclusion

L'APMEP regrette que l'élaboration de nouveaux programmes ne soit pas l'occasion de poser les enjeux de la formation mathématique au collège et au lycée pour les années à venir. Actuellement, le seul guide pour leur élaboration est celui des horaires qui n'arrêtent pas de diminuer. Cela n'arrange ni la tâche des Groupes d'experts qui les établissent, ni celle des professeurs qui doivent les appliquer. Réalisés souvent dans l'urgence, d'une manière discontinue et tronçonnée, les programmes après consultation se présentent souvent comme le résultat d'un amalgame de notions et de capacités listées dénuées de fin en soi. Préparés au sein d'une commission spécialisée et permanente, dans leur globalité depuis la sixième jusqu'à la terminale, par des experts issus des principaux acteurs de l'enseignement, ils trouveraient davantage de légitimité auprès de ceux qui les font prioritairement fonctionner, à savoir les professeurs de terrain.

Ces nouveaux programmes contiennent une certaine cohérence qu'il faut souligner. Malgré tout, une entrée par grands problèmes à résoudre aurait été plus pertinente, comme on peut le constater dans l'enseignement de spécialité. Cette écriture des programmes est un travail à entreprendre dans une commission spécialement mise en place à cet effet.

Parmi les nouveautés principales, les statistiques et probabilités constituent la partie qui nécessite une formation rigoureuse et massive des enseignants dont c'est une demande très forte. De même, pour l'enseignement de spécialité en série S, une formation est nécessaire. Cette formation doit être organisée en zones d'établissements et son niveau d'approfondissement doit dépasser le cadre enseigné pour que les professeurs puissent avoir le recul nécessaire sur les notions à présenter à leurs élèves.