

Article paru dans la revue PLOT de l'APMEP

La parole à ...

Questions réponses à Didier Dacunha-Castelle

V.L. : Enseignant à l'université Paris Sud/Orsay, chargé en 1989 par Lionel Jospin d'un rapport sur l'état de l'enseignement des mathématiques et avec Pierre Bourdieu de l'animation d'un groupe de travail sur la définition des champs disciplinaires, Président du CNP pendant 4 ans, conseiller de Claude Allègre Ministre de l'Education Nationale de 1997 à 2000, initiateur de projets de développement des mathématiques dans plusieurs pays du tiers monde, vous avez eu l'occasion de voir évoluer l'enseignement des mathématiques depuis votre début de carrière ; quel constat faites-vous ?

D.D.C. : Ce qui m'a le plus marqué au quotidien est l'évolution des mathématiques et des métiers qui leur sont liés, allant des mathématiques dites pures – grosso modo celles dont la traduction scolaire est enseignée dans le secondaire, les DEUG et les classes préparatoires et largement considérées comme « supérieures » dans les Universités - vers des mathématiques dites appliquées, très méprisées dans les années 1960.

La véritable frontière ne passait pas par les sujets (algèbre, géométrie, probabilités, etc...) mais par les problématiques (le développement « interne » des mathématiques et certaines parties d'ailleurs assez restreintes des sciences physiques d'un côté, les autres sciences dont la biologie et l'informatique, les sciences sociales de l'autre pour faire court) et aussi par les outils (utiliser et faciliter l'usage de l'informatique pour les mathématiques appliquées). La frontière aujourd'hui s'est beaucoup estompée mais le conservatisme de nombreux mathématiciens engendre un retard dans la modernisation des enseignements d'abord au niveau des Universités mais aussi par ricochet dans le Secondaire.

Probabiliste et analyste, j'ai vu le statut des probabilités passer du quasi négligeable au début des années 1950 au respectable à la fin de ces mêmes années, les lettres de noblesses sont venues plus tard lorsque les concepts probabilistes ont été utilisés avec un grand succès bien au-delà de l'analyse. M'étant intéressé assez tard aux statistiques, d'abord par souci du travail à réaliser dans les domaines de l'agronomie et de la santé dans les pays du Tiers-Monde, il m'a fallu attendre les années 1985 pour voir la Communauté mathématique commencer à reconnaître l'importance de ce domaine assimilé auparavant à la comptabilité. Nous avons attendu les années 2000 pour voir enfin quelques idées authentiquement « statistiques » poindre dans les programmes du Secondaire.

Et je n'ai toujours pas entendu la Communauté mathématique reconnaître l'importance essentielle de la logique mathématique d'aujourd'hui, logique qui porte en elle les progrès de l'informatique mais sans doute aussi l'instrument mathématique qui nous permettra de réfléchir sur le fonctionnement de notre cerveau (lire à ce sujet l'article sur les travaux de Jean-Louis Krivine et la bibliographie associée dans Science et Avenir de ?? ?). **DEMAIN**

V.L. : A quoi attribuez-vous ce retard dans la modernisation des enseignements du supérieur puis du secondaire tel que vous le dénoncez ?

D.D.C. : Historiquement, ce retard de l'Université et par contre coup de la formation des enseignants et des ingénieurs est dû à :

1. une incompréhension profonde de la puissance de l'informatique dans les années 1950-1970.
2. une incompréhension proprement française de la place des mathématiques de l'aléatoire : probabilité, théorie de l'information, statistique (incompréhension qui dure encore aujourd'hui).
3. un manque de lucidité sur l'émergence de la biologie moderne et de la difficulté à créer une interface avec les mathématiques.

V.L. : pourriez-vous détailler ce dernier point ?

D.D.C. : On peut dire que, l'enseignement mis à part, 90% des mathématiques utilisées se rapportent à ce domaine, que ce soit dans les secteurs de la biologie, de la médecine, de la gestion, des sciences sociales et de l'économétrie (l'économie mathématique fondée sur des théories déterministes et par ailleurs assez idéologiques n'a pas fait ses preuves malgré quelques prix Nobel à fort habillage mathématique).

Des outils issus de ce domaine comme les algorithmes stochastiques et les théories de l'apprentissage explosent littéralement aujourd'hui et permettent aux mathématiques d'avoir égalé la physique comme moteur du progrès dans des champs comme le signal, l'imagerie, l'automatique.

V.L. : Comment intégrer ces outils complexes dans l'enseignement ?

D.D.C. : J'ai toujours (c'est à dire depuis 1970) pensé que cette évolution avait des implications dans le Secondaire. Les probabilités et les statistiques sont aujourd'hui partout dans les activités relevant du secteur tertiaire mais elles sont aussi un fantastique moyen de faire comprendre ce qu'est la méthode scientifique, ce que sont les risques et ce ne sont là que des exemples essentiels. La démarche probabiliste a l'avantage d'être très inductive compensant un travail déductif souvent trop formel dans d'autres parties des mathématiques ; elle permet des modélisations non triviales plus accessibles que celles faisant appel à la géométrie et d'initier à cet outil puissant mais à consommer avec modération et esprit critique qu'est la simulation. Il faut donc lui faire une place véritable en choisissant de privilégier le raisonnement (en l'occurrence l'usage du «si » et du conditionnement) au détriment des aspects combinatoires trop techniques. Cet apprentissage doit être lié à l'enseignement des autres sciences expérimentales ou même sociales et il permet aussi de redonner au langage ensembliste une place minimale indispensable qu'il a perdu depuis 35 ans.

V.L. : depuis 35 ans, nous sommes passé d'un enseignement plutôt élitiste à un enseignement de masse ...

D.D.C. : La crise actuelle du Secondaire due à ce passage est mondiale. Elle a, bien sûr, des raisons sociales et économiques ayant leurs racines dans l'idéologie libérale, l'utilitarisme qu'elle engendre qui se confronte à la nécessité d'un enseignement secondaire qui doit concerner tous les jeunes jusqu'à 18 ans. Mais, sur cette toile de fond qui concerne tous les citoyens, nous pouvons, nous devons, néanmoins réfléchir au devenir de notre discipline.

Ainsi, continuer de dire que les mathématiques sont l'école de la rigueur, voire de la vérité est un propos prétentieux et hors de propos. Le français «scolaire » est au moins autant que les mathématiques une formation à ces valeurs. Un scientisme du 19^{ème} siècle fait de la science et des mathématiques en particulier l'objet à privilégier, en toute circonstance alors qu'il n'y a nul besoin d'utiliser de tels arguments pour défendre notre discipline et les sciences.

Je voudrais revenir sur le problème des sections S, ES et A. En 1990, après deux ans de réflexion, président du Conseil National des Programmes (mais ayant aussi 20 ans de travail à l'interface mathématiques biologie), j'ai proposé au Ministre au nom de ce Conseil, travaillant collectivement et de manière interdisciplinaire, de fondre les sections C et D et d'augmenter l'horaire de biologie pour tous les élèves scientifiques, notamment les meilleurs. Il y avait à ceci 3 raisons :

1. la biologie en plein devenir est la science qui concerne le plus les citoyens tant au point de vue social que du point de vue éthique,
2. le lien biologie-sciences physiques dans le secondaire est devenu clair. ,
3. la place de la statistique et de la théorie de l'information dans les différentes parties de la biologie, dont la biologie moléculaire, la génétique et dans celle du système nerveux s'annonçant importante (qui peut faire aujourd'hui de la phylogénèse (histoire de la formation et de l'évolution des espèces) et expliquer y compris au niveau vulgarisation la théorie de l'évolution sans aucune idée mathématique de «distance »).
4. Il devenait décisif pour l'avenir de notre recherche de former des biologistes à l'aise en maths et en physique et simultanément d'éviter des Deug purement Sciences de la vie qui étaient une impasse pour nombre d'étudiants limités aux Sciences naturelles classiques.

Revenir à des sections séparées serait, je pense, une très grave erreur pour les étudiants de biologie. A contrario, toujours au même moment, le CNP a proposé au Ministre d'alors, Lionel Jospin, de rénover la section B, en déshérence, en augmentant l'horaire des mathématiques et en changeant les programmes pour les rendre un peu plus proche des besoins du secteur des Sciences Sociales. Ceci fut fait grâce en particulier au travail de Sylviane Gasquet, professeur spécialisée dans cette section, novatrice et membre actif de l'APMEP-L'horaire de mathématiques dans cette section, baptisée ES, a pu monter jusqu'à 7 heures. Depuis, elle marche mieux, trop bien peut-être puisqu'elle a détourné des sections scientifiques des élèves bons en maths mais rebutés par les programmes de Physique. La contrepartie était de créer une vraie section littéraire, où les élèves ne seraient pas illettrés en mathématiques, c'est à dire seraient capables de bien manier les pourcentages mais pourraient, si et seulement ils le souhaitaient, faire des mathématiques en terminale, avec un programme d'option centré sur les besoins des futurs professeurs d'Ecole, des psychologues etc.... et non, en visant aujourd'hui des petites s, comme les architectes ! Je persiste à croire que ce point de vue est juste, la section L doit être centrée uniquement sur les lettres, les langues et les arts et c'est déjà beaucoup.

V.L. : le lycée demande aux élèves de 1^{ère} S un bon niveau en français avec une épreuve au baccalauréat qui ne se contente pas d'évaluer un minimum dans ce domaine. Pourquoi ne pourrait-on pas envisager des élèves littéraires qui ne soient pas des illettrés en calcul ?

D.D.C : Même dans PLOT, je n'aurai pas la démagogie de répondre qu'il y a symétrie !

Dominer l'usage écrit et oral de la langue est une nécessité première, chaque élève doit atteindre ce but.

Les épreuves du baccalauréat, à juste titre, ne se limitent pas à cela ; elles vérifient aussi les capacités à argumenter en ordonnant ses idées et devraient aussi favoriser l'expression de l'imaginaire.

Au-delà de ces réalités, le débat sur l'accès aux grandes œuvres est hypocrite, une bonne partie de ceux qui le mènent rédigent par ailleurs des profils d'œuvre, décontextualisés, tristement charcutés, qui font au français bien plus de mal que les exercices stéréotypés d'analyse n'en font aux maths ! Et que dire du choix de l'œuvre unique proposée il y a quelques années par l'Inspection aux bacs techniques : Electre de Giraudoux.

L'illettrisme en mathématiques est certes un vrai problème et le but de l'épreuve du baccalauréat en Première L devrait être de s'assurer que les élèves ne sont pas illettrés, grosso modo qu'ils manient avec sérieux pourcentages et différentes approches des problèmes linéaires y compris leur traduction du français en langage mathématique. Cela les distinguera de certains responsables du système éducatif incapables de résoudre une équation du premier degré (vrai et public) mais qui adoptent par ailleurs la vieille attitude démagogique qui est de donner aux sections littéraires leurs lettres de noblesse par des ersatz de mathématiques.

Il faudrait plutôt se pencher, et c'est le rôle assigné au Conseil National des Programmes par la loi de 1989 et qu'il n'exerce plus du tout aujourd'hui, sur le problème infiniment compliqué du : que doit-on enseigner et évaluer ? Est-il plus important pour un littéraire de comprendre en profondeur la théorie de l'évolution, y compris ce qu'est réellement une mutation donc ce concept de pensée au sens de Kant, éminemment mathématique par ailleurs, qu'est le hasard ou d'avoir des idées concernant la résolution de tel ou tel système d'équations. Rien n'est simple en ce domaine. De plus interdits et tabous fleurissent dès que l'on parle d'enseignements comme l'histoire et la littérature pour ne pas parler du terrorisme intellectuel de certains groupes de philosophes ; Nous voulions avec Bourdieu ouvrir en 1989 un vrai débat sur les champs disciplinaires dans le secondaire. Cela reste à faire. Pensons à l'élève de seconde obligé d' »ingurgiter » 15 disciplines différentes (j'invite le lecteur à vérifier) !

V.L. : Un nombre important de professeurs de mathématiques va partir à la retraite d'ici 2010. L'enseignement dans le secondaire a considérablement évolué depuis 15 ans ; pensez-vous que les jeunes collègues sont correctement armés pour enseigner les mathématiques aujourd'hui ?

D.D.C : Voyons ce qui, aujourd'hui constitue la partie difficile des problèmes qu'auront à résoudre nos collègues les plus jeunes. Ces problèmes sont liés au constat fait au début :

- Que faire de l'informatique dans le secondaire ?

- Que faire des mathématiques non traditionnelles mais les plus répandues comme les statistiques et les probabilités ?
- Comment donner du sens aux mathématiques pour les élèves de demain, en espérant que cette question aura elle-même du sens, les problèmes sociaux les plus graves étant en voie de règlement ?

Le problème central posé à l'avenir des mathématiques est certainement celui du rapport mathématiques-informatique. J'ai eu à prendre des responsabilités difficiles à ce sujet puisqu'il existe un lobby assez fort pour introduire l'informatique comme discipline à part entière dans le secondaire. Ce lobby comporte des gens assez éloignés comme des patrons (l'informatique est «utile»), les parents d'élèves (elle donne un métier), des universitaires de renom et quelques sous-marins dans le corps d'inspection. Certains ministres particulièrement ignorants des mathématiques seraient prêts, par démagogie et pour faire quelque chose à emboîter le pas. Personnellement, je crois qu'il faut enseigner l'utilisation de l'ordinateur dans toutes les disciplines chaque fois que possible du Primaire au Supérieur. C'est une nécessité absolue pour l'avenir professionnel de chaque élève et un gage d'équité sociale. Les problèmes sont ensuite à traiter au cas par cas, sans formalisme excessif ; ainsi certains professeurs des Ecoles utilisent remarquablement des logiciels type Publisher pour faire le Journal de l'Ecole, d'autres préfèrent approfondir les traitements de texte classique. Tout cela dépend du matériel et de son entretien (donc des pouvoirs locaux), de la compréhension de l'institution, de la qualité des réseaux (bien améliorée dans les années 98-99). Mais la difficulté essentielle n'est pas là. Il faut qu'une partie de la science informatique et qu'une partie de l'informatique outil soit prise en charge, à chaque niveau par le professeur de mathématiques et personne ne voit très clairement quelle partie.

V.L. : La formidable puissance de l'informatique et même maintenant des calculatrices des lycéens n'est-elle pas une menace pour l'enseignement des mathématiques ?

D.D.C. : J'ai quelques certitudes, dues à ma pratique et aux expériences très répétées de certains collègues :

- La meilleure façon de faire comprendre à des élèves du secondaire la nécessité de faire des démonstrations mathématiques est de passer par l'ordinateur et des études de cas. Bien entendu, cela n'est pas toujours possible mais géométrie, analyse, probabilité et arithmétique sont de bons terrains de travail. Il faut tordre le cou aux idées des tenants de la pureté disciplinaire, pétitionnaires lamentables contre l'usage des calculatrices et faussaires (voir l'article de Michel Suquet : « Arrêtons la mauvaise foi » Chantiers sept 2002) sur le contenu des programmes du Primaire comme du Lycée. Comme l'aurait dit le Général de Gaulle, il ne suffit pas de sauter sur place en disant la démonstration, la démonstration ; il faut arriver à faire comprendre aux élèves ce qu'elle apporte et en faire d'intéressantes.
- Le travail avec l'ordinateur sur des problèmes relativement compliqués (ce point est essentiel) et non totalement ésotériques motive les élèves et les étudiants y compris sur cette nécessité de la démonstration et il serait bon de redonner cette possibilité perdue de traiter des problèmes complexes en modifiant pratiques, programmes et évaluations. Je renvoie aux commentaires sur les programmes de Lycée à ce sujet mais on peut faire des essais de démonstration sur des énoncés simples d'arithmétique dont la démonstration est elle-même simple. ou inaccessible aux élèves ! Et parler du théorème des 4 couleurs et de sa démonstration pendant un quart est de la vulgarisation éclairante sur le rapport démonstration-ordinateur. Au Lycée les TPE peuvent être un cadre naturel pour aborder ce type de travail. Par exemple, on peut introduire des processus simples (Poissons, vie et mort, chaînes de Markov à deux états, les lier à des équations différentielles ou de récurrence linéaires et à coefficients constants) et étudier la radioactivité, la circulation des autobus ou l'évolution des populations de manière plus confortable que dans un certain problème de baccalauréat.
- Cette approche nécessite de mutualiser les expériences notamment sur l'usage des logiciels

- Le danger de l'informatique des classes de spéciales (notamment des logiciels de calcul formel) s'ils sont utilisés prématurément et prioritairement est réel parce qu'actuellement le logiciel peut presque tout faire et évite à l'élève d'acquérir des automatismes indispensables pour pouvoir réfléchir sérieusement. Mais là aussi la discussion est ouverte. Que faut-il mémoriser ? Beaucoup de choses dans le primaire mais au-delà ? Quelles opérations doit-on faire à la machine, certainement les divisions compliquées qui ne servent à rien pour comprendre l'algorithme d'Euclide mais quelle habilité, quelle mémoire des cas particuliers doit-on imposer dans le calcul des dérivées ? Ce débat sur l'usage des calculatrices est chaque jour plus difficile car la technique ouvre de nouvelles possibilités ; il faut avoir à l'esprit qu'aucune activité humaine et surtout pas celles relevant du tertiaire n'a progressé en interdisant l'usage d'un outil puissant.
- En sciences expérimentales, les élèves utilisent constamment avec profit des «boîtes noires », il ne peut en être autrement en mathématiques sauf à tuer toute velléité de faire comprendre aux élèves dès le Collège, leur puissance d'application. Jusqu'où faut-il aller et comment former les enseignants en conséquence ? A minima il faudrait par exemple imposer au Capes la pratique de logiciels type Cabri même si l'Administration Centrale s'oppose à cette demande pour de simples raisons de commodité d'organisation du concours (voir l'article de Colette Laborde Chantiers février 2001)
- Enfin le développement de nouvelles mathématiques très utilisées nécessite de développer plus tôt dans la scolarité une approche plus algorithmique des problèmes dont on trouve déjà de nombreux exemples dans les Bulletins verts. Jusqu'où faut-il aller ? Cela va concerner les jeunes générations !

V.L. : En guise de conclusion ?

D.D.C : Eviter ce débat central sur les mathématiques à enseigner et la place de l'ordinateur, avoir une vue passéiste d'une informatique qui avance chaque jour en devenant moins chère et plus conviviale est une lourde responsabilité. Notre milieu est hésitant, cela risque de coûter cher. Il faut, parce qu'elles sont un moyen de pensée puissant pour tous, que les mathématiques survivent et non qu'elles ne deviennent à terme la discipline de service de l'informatique et seule une modification des programmes et surtout des pratiques peut éviter ces écueils. Dans l'institution, les textes du dernier GTD pour le seul lycée ont montré la voie et instauré courageusement la discussion. Puissent-ils être suivis d'autres contributions d'aussi bonne qualité !

Ces dernières années les discussions sur les sujets abordés ici n'ont guère été sereines car ces sujets ont été pris en otage dans des confrontations qui portaient sur tout autre chose. Le débat doit être clair et honnête car le thème est difficile ; il allie les difficultés propres à l'Ecole, reflets de celles de la Société aux difficultés, en partie source des premières, que suscite l'immense révolution technique et culturelle que porte le développement des ordinateurs et des logiciels.