

Entretien avec Didier Dacunha-Castelle

Nous vous proposons ici un entretien avec Didier Dacunha-Castelle : nos plus jeunes lecteurs ne le connaissent peut-être qu'en tant qu'auteur d'ouvrages de probabilités. Rappelons qu'enseignant à l'université Paris Sud/Orsay et initiateur de projets de développement des mathématiques dans plusieurs pays du tiers monde, il fut 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. Il a également été Président du CNP pendant 4 ans puis conseiller de Claude Allègre, Ministre de l'Éducation Nationale de 1997 à 2000. Il donne ici son opinion sur de nombreuses questions que nous nous posons en tant qu'enseignants de mathématiques, à la lumière des nombreuses et diverses responsabilités qu'il a exercées. Cet échange est certainement de nature à susciter les réactions des lecteurs de PLOT : n'hésitez pas à nous faire part des vôtres.

Valérie Larose : *Vous avez eu l'occasion de voir évoluer l'enseignement des mathématiques depuis votre début de carrière ; quel constat faites-vous ?*

Didier Dacunha-Castelle : 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, le mot était incongru à l'E.N.S, au respectable à la fin de ces mêmes années ; les lettres de noblesse 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

... j'ai vu le statut des probabilités passer du statut quasi négligeable... au respectable...

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 Vie* numéro 1013 de février 2002).

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) un manque de lucidité sur l'émergence de la biologie moderne et de la difficulté à créer une interface avec les mathématiques,

3) une incompréhension proprement française de la place des mathématiques de l'algèbre : probabilité, théorie de l'information, statistique (incompréhension qui dure encore aujourd'hui) et dont l'origine est à chercher sans doute dans leur quasi-absence dans les Grandes Ecoles et dans Bourbaki.

V.L. : *Pourriez-vous détailler ce dernier point ?*

D.D.C. : On peut dire que, l'enseignement mis à part, environ 90% des emplois de mathématiciens en un sens large relèvent de 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) mais aussi de l'industrie (fiabilité, contrôle de la qualité, plans d'expériences etc.).

Des outils comme les algorithmes stochastiques et les théories de l'apprentissage explosent aujourd'hui et permettent aux mathématiques d'avoir égalé ou dépassé 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 pensé, depuis 1970, que cette évolution avait des implications dans le Secondaire. Les probabilités et les statistiques sont aujourd'hui dans toutes les activités mais elles sont aussi un fantastique moyen de faire comprendre ce qu'est la méthode scientifique, ce que sont les risques, l'assurance, les lois de la génétique et ce ne sont là que des exemples essentiels. La démarche probabiliste a l'avantage d'être très inductive compensant un

**La démarche probabiliste...
permet des modélisations
non triviales...**

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, pour avoir tout son sens, peut et doit être lié à l'enseignement des autres sciences expérimentales ou sociales et il permet aussi de redonner au langage ensembliste une place minimale indispensable qu'il a perdue depuis 35 ans. La difficulté est relative si l'on s'appuie sur l'intuition des élèves (même et surtout si elle conduit à des conclusions erronées) et sur les avancées de pays étrangers.

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 dans ce contexte nouveau d'un enseignement secondaire pour tous.

Ainsi, continuer de dire que les mathématiques sont la seule école de la rigueur, voire de la vérité est actuellement 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 quand il s'agit de dégager des

élites, alors qu'il n'y a nul besoin d'utiliser de tels arguments pour défendre notre discipline et les sciences à un moment où une crise complexe des vocations touche tous les pays développés (rappelons qu'il manque un professeur de mathématiques sur deux aux USA). En théorie les élèves choisissent leur voie en seconde. Je ne reviendrai pas ici sur le caractère de l'orientation au sortir du collège mais puisque vous parlez du passage à l'enseignement de masse, je voudrais revenir sur le problème des sections S, ES et L à titre d'exemple. 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 :

- 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,

- le lien biologie-sciences physiques dans le secondaire est devenu clair.
- 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'annonce 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 » ?
- Il devenait décisif pour l'avenir de notre recherche de former des biologistes et même des médecins à l'aise en mathématiques et en physique et simultanément d'éviter des DEUG purement Sciences de la vie, limités aux Sciences naturelles classiques, qui étaient une impasse pour nombre d'étudiants.

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 proches 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 mathématiques 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,

Il devenait décisif, pour l'avenir de notre recherche, de former des biologistes et même des médecins à l'aise en mathématiques...

si et seulement ils le souhaitent, faire des mathématiques en terminale, avec un programme d'option centré sur les besoins des futurs professeurs d'école, des psychologues etc... et non, en visant de petites minorités, 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.

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 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 certains élèves de seconde obligés d'« ingurgiter » autant de disciplines différentes (car malgré les efforts des années 1990-2000 les liens entre histoire et géographie, biologie et géologie sont

très faibles, et ceux entre économie et sociologie et même physique et chimie à peine plus étroits, il s'agit aujourd'hui de disciplines séparées,

ajoutons le français, les langues, les maths, les arts et quelques options) ! Comment orienter sainement vers les sciences dans ces conditions ?

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 ?*

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) et des universitaires de renom. Certains ministres particulièrement ignorants des mathématiques seraient prêts, par démagogie et pour faire quelque chose de novateur 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 écoles utilisent remarquablement des logiciels type Publisher pour faire le Journal de l'école, d'autres préfèrent approfondir les traitements de texte classiques. 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

Il faut tordre le cou aux idées des tenants de la pureté disciplinaire...

du Lycée. Comme l'aurait dit le Général de Gaulle, il ne suffit pas de sauter sur place en disant la démonstration, la démonstration

comme le disent certains ; 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 peut être à la portée des élèves ou inaccessible ! Et parler du théorème des 4 couleurs et de sa démonstration pendant un quart d'heure est de la vulgarisation éclairante sur le rapport démonstration-ordinateur. Au Lycée les TPE peuvent

*La régionale Ile De France de l'APMEP édite une revue intitulée « Chantiers de pédagogie mathématique ». Nous vous proposons de trouver sur le serveur l'article cité.

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, la soi-disant lois des séries 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 habileté, 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 qui vont devenir les plus nombreuses) 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 ?*

DDC : 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 de ces dernières, que suscite l'immense révolution technique et culturelle que porte le développement des ordinateurs et des logiciels.

* Vous trouverez cet article en ligne sur le serveur de l'APMEP

Le débat sur l'usage des calculatrices est chaque jour plus difficile car la technique ouvre de nouvelles possibilités...

(*) G.T.D. :
Groupe de
Technique
Disciplinaire
devenu depuis le
GEPS.