

# Les programmes de mathématiques dans la voie technologique (industrie et laboratoire) : quelle évolution ?

## Francis Labroue

Professeur pendant 12 ans au lycée général et technologique (bâtiment, mécanique) d'Égletons et formateur dans l'académie de Limoges, Francis Labroue a ensuite enseigné de 1984 à 1996 dans une cité scolaire (lycée et collège) classée "sensible" à Paris. Il a alors participé à l'important travail de conception, d'expérimentation et de suivi des programmes de mathématiques des séries technologiques et des sections de techniciens supérieurs, dont le maître d'œuvre fut Jean-Louis Ovaert, en étroite collaboration avec le groupe inter-IREM « lycées technologiques » et son responsable Bernard Verlant. Formateur à l'IREM Paris Nord, il a animé pendant plusieurs années des stages sur l'enseignement des probabilités et de la statistique inférentielle en BTS. Devenu IA-IPR dans l'académie de Créteil, puis à Paris, il continue d'être associé à l'évolution de certains programmes, notamment ceux conduisant à un BTS.

Qu'est-ce que la voie technologique dans les secteurs de l'industrie et du laboratoire ? Quelles mathématiques y sont enseignées ?

Poser de telles questions aujourd'hui peut paraître incongru, et même provocateur pour les professeurs de mathématiques intervenant dans ces classes, la réponse semblant être : *la même chose depuis au moins dix ans.*

Cependant ces questions sont totalement d'actualité cette année scolaire où une importante réorganisation de cette voie est en cours de réalisation pour déboucher, si possible sur de nouvelles classes de première à la rentrée 2006 et de terminale à la rentrée 2007, avec de nouveaux programmes dans l'ensemble des disciplines.

Merci donc à la revue PLOT de s'intéresser à ce sujet qui concerne *a priori*, au moins par le rôle qu'ils jouent dans l'orientation des élèves, l'ensemble des professeurs de mathématiques intervenant en lycée ou en collège.

### Les séries STI et STL

Les classes de première et terminale STI (sciences et technologies industrielles) et STL (sciences et technologies de laboratoire) ont, cette année scolaire

dans l'enseignement public en France métropolitaine un effectif total de 83 883 élèves (41 482 en première et 42398 en terminale) qui correspond à 93% de celui de la série littéraire L, 58% de celui de la série sciences et technologies tertiaires STT, 57% de celui de la série économique et sociale ES et 34% de celui de la série scientifique S.

Les élèves de première STI ou STL sont très majoritairement issus de la classe de « seconde générale et **technologique** », les autres pouvant entrer dans une première d'adaptation STI ou STL après deux ans de préparation à un BEP (Brevet d'Etudes Professionnelles) en lycée professionnel.

La quasi-totalité des reçus au baccalauréat technologique STI ou STL poursuivent un cycle de deux ans d'études, le plus souvent en lycée, pour préparer un BTS (Brevet de Technicien Supérieur), certains en IUT en vue d'un DUT (Diplôme universitaire de technologie), d'autres à l'université et quelques-uns dans des classes préparatoires aux grandes écoles prévues pour eux. Dans chaque cas, ces deux années de formation sont reconnues dans l'organisation LMD comme constituant une partie d'une licence.

#### STI :

Sept spécialités sont concernées :

génie mécanique,  
génie des matériaux,  
génie optique,  
génie électronique,  
génie électrotechnique,  
génie civil,  
génie énergétique.

#### STL :

Trois spécialités :  
physique de laboratoire et de procédés industriels,  
chimie de laboratoire et de procédés industriels,  
biochimie-génie biologique.

### Les programmes actuels de mathématiques dans les séries STI et STL

Trois **objectifs** fondamentaux sont explicités depuis la profonde réforme des programmes de ces classes et de ceux des sections de techniciens supérieurs, réalisée il y a une vingtaine d'années et actualisée depuis :

- Donner aux élèves une formation conçue en fonction de la poursuite d'études supérieures dans le domaine des sciences et des techniques.
- Entraîner les élèves à la pratique d'une démarche scientifique, en développant conjointement les capacités d'expérimentation, de raisonnement, d'imagination et d'analyse critique.
- Développer les capacités d'organisation et de communication, renforcer les objectifs d'acquisition de méthode et de promouvoir l'unité de la formation des élèves en exploitant les interactions entre les différentes parties du programme et entre les mathématiques et les autres disciplines.

Les **contenus** des programmes actuels de ces spécialités de STI et STL sont assez voisins, à l'exception de STL biochimie-génie biologique, avec cependant une diversification pour adapter les thèmes étudiés aux finalités de chaque spécialité. Ces programmes comportent essentiellement l'introduction des nombres complexes, des compléments de calcul vectoriel dans le plan et dans l'espace, l'introduction des probabilités, des compléments d'algèbre (équations inéquations et systèmes), l'introduction des suites arithmétiques et géométriques, la poursuite de l'étude des fonctions (comportement global et local) avec l'introduction de la dérivation et des notions de calcul intégral, enfin l'introduction de quelques équations différentielles. Les programmes précisent que « *sur tous ces points, la résolution de problèmes et l'étude de situations occupent une part importante du temps de travail.* »

Ces programmes ont été revus au début des années 90 en tenant compte à la fois du programme en vigueur en seconde

(devenu caduc en 1999), des besoins actualisés des autres disciplines (physique, chimie, biochimie, technologies industrielles, ...) en première et terminale, de certaines évolutions dans les programmes de BTS récemment rénovés qui ont conduit à étudier l'intérêt d'étaler certains apprentissages sur quatre ans, de « *l'importance croissante des phénomènes aléatoires dans toutes les sciences et de leur place dans l'enseignement européen* » et, évidemment, de l'horaire de mathématiques dans les classes et des acquis observés des élèves s'orientant vers une première STI ou STL.

Il faut enfin signaler qu'à compter de la rentrée 2000, quelques aménagements ont été réalisés dans les programmes de première pour l'ensemble des séries technologiques afin de tenir compte de certains retraits du programme de seconde, notamment sur le cercle trigonométrique, le calcul vectoriel et l'homothétie.

### Quelles évolutions pour les programmes de mathématiques des nouvelles spécialités des séries STI et STL ?

Il s'agit ici de proposer quelques pistes possibles (la grille horaire des enseignements n'est pas encore connue) en les justifiant afin que les professeurs disposent d'informations leur permettant, soit directement en enseignant dans ces séries, soit indirectement au moment de l'orientation des élèves, « *de répondre à l'objectif national de formation d'un plus grand nombre de techniciens, d'ingénieurs et d'enseignants ayant une formation scientifique et technologique solide* ».

La présence de l'informatique à toutes les étapes d'un processus industriel est devenue une réalité qui couvre à peu près tous les champs professionnels : de la conception à la fabrication, au contrôle de qualité et à la maintenance, l'assistance par ordinateur, réservée dans un premier temps à certains secteurs en

#### BTS :

Chacune des spécialités (63 aujourd'hui) de BTS concernées par les mathématiques est périodiquement renouvelée pour tenir compte des évolutions, notamment scientifiques et technologiques, du secteur professionnel : ainsi chaque année le programme de mathématiques de plusieurs spécialités est modifié dans des proportions variables.

#### Horaire hebdomadaire :

1<sup>ère</sup> : 2h + 1h (TD)  
+ 1h (module)

Term. : 2h + 2h (TD),

1<sup>ère</sup> STL « physique » :  
3h + 1h + 1h

Term. STL « bio » : 2h .

#### Nouvelles STI :

Les cinq spécialités prévues sont intitulées :

« énergie et environnement »,  
« habitat et urbanisme »,  
« ingénierie mécanique »,  
« ingénierie des systèmes automatiques » et  
« traitement de l'information et réseaux ».

La série STL n'est pas découpée en spécialités.

pointe, s'est, depuis, très largement répandue.

Ce phénomène a de multiples conséquences pour la formation des techniciens et des techniciens supérieurs qui doivent être en mesure de dialoguer efficacement avec des ingénieurs, ce qui implique des éléments de culture commune, avec des différences sur les niveaux d'approfondissement et les degrés d'autonomie.

Par ses possibilités de gestion et de traitement très rapide d'un grand nombre de données, l'informatique a notamment permis d'étendre le champ de la statistique et de généraliser le pratique de la simulation dans l'industrie, ce qui implique une réflexion sur les modèles mis en œuvre. Certains équilibres ont ainsi été bouleversés, par exemple en électronique entre les signaux continus ou analogiques et les signaux discrets ou numériques, au profit de ces derniers.

De tels changements ont des répercussions profondes sur l'ensemble des enseignements scientifiques et technologiques, par exemple en physique sur la place des mesures et le traitement des données expérimentales.

En mathématiques, des besoins nouveaux sont ainsi apparus et il est intéressant d'observer que, pour les BTS, ils ont d'abord été limités à une seule spécialité avant de s'étendre à d'autres champs professionnels : c'est le cas notamment depuis 1998 de la modélisation géométrique avec les courbes de Bézier et les B-splines (enseignement expérimenté dès 1985), depuis 1998 des plans d'expérience pour optimiser les expériences à réaliser et estimer des paramètres, et depuis 2001 de la transformation en  $z$  qui est l'analogue, dans le domaine discret, de la transformation de Laplace<sup>1</sup>. Dans chaque cas, le problème posé est de déterminer ce qui relève du niveau de formation considéré, en permettant aux étudiants de percevoir la richesse de la démarche mathématique, par exemple avec la triple présentation des courbes de Bézier par vecteurs et contraintes, par points de définition et polynômes de

Bernstein et par récursivité avec une suite de vecteurs.

Nous sommes là au cœur de la réflexion sur les évolutions de programmes de mathématiques et même dans le cadre scolaire limité par de nombreux facteurs (horaires, progressivité des apprentissages, formation des professeurs,...), nous devons garder à l'esprit ce qu'a écrit Jean Pierre Kahanne dans la préface du rapport de la CREM<sup>2</sup> : « *Les mathématiques sont utiles, plus utiles que jamais. Mais leur utilité même, aujourd'hui, les rend vulnérables. Le danger c'est l'utilitarisme. Il consiste à donner des recettes au lieu de contribuer à la formation de l'esprit, à renoncer à l'universalité des mathématiques, à les diviser selon la nature exacte de leurs applications sans souci des interactions possibles...*

*Naturellement les mathématiques peuvent et doivent être enseignées dans les cursus professionnels ou supérieurs en fonction des intérêts majeurs des étudiants, c'est-à-dire comme une discipline de service. Mais elles seront d'autant plus précieuses comme discipline de service qu'elles manifesteront leur spécificité, comme généralistes de la connaissance.*

*A tous les niveaux l'utilitarisme est menaçant, parce qu'il semble économiser le temps et les forces des professeurs et des élèves. A l'opposé de l'utilitarisme, il est important de penser aux mathématiques comme utiles aujourd'hui et demain, et de faire de leur utilité présente et à venir l'un des critères de choix des enseignements que l'on donne. L'utilitarisme est à court terme, l'utilité est une vision à long terme ».*

Concilier cet objectif avec la réalité des classes de première et terminale STI et STL nécessite, comme dans les programmes actuels mais en tenant compte de l'évolution des besoins, de « *s'en tenir à un cadre et un vocabulaire modestes, mais suffisamment efficaces pour l'étude des situations usuelles et assez riches pour servir de support à une formation mathématique solide* ».

<sup>1</sup> Dans chaque cas, une brochure réalisée par des membres du groupe inter-IREM « lycées technologiques » avec le concours d'un inspecteur général a été envoyée aux lycées concernés comme document d'accompagnement.

<sup>2</sup> Voir l'article de Jean-Claude Duperré dans PLOT 7 (3<sup>ème</sup> trimestre 2004).

Dans l'ensemble du programme de mathématiques, la prise en compte de l'outil informatique doit être largement développée en prenant en compte les apports d'un tableur et de logiciels de géométrie ou de calcul formel, ce qui est à relier avec la valorisation des aspects algorithmiques des problèmes. Dans une période transitoire où certains élèves disposent d'une calculatrice munie d'un logiciel de calcul formel, sans que cela soit exigible<sup>3</sup> il est important de distinguer, dans l'ensemble du programme, ce qui relève des apprentissages indispensables (introduction de nouveaux concepts et mise en œuvre dans des situations techniquement simples) et de préciser le niveau d'autonomie attendu pour l'étude de situations moins élémentaires qui présentent de l'intérêt, à ce niveau de formation, dans une spécialité donnée.

**En analyse**, l'équilibre entre les fonctions liées aux phénomènes continus et les suites liées aux phénomènes discrets est à reconsidérer et à moduler selon les spécialités. Les aspects numériques sont à développer en liaison avec l'approche des concepts réalisée actuellement dans l'enseignement de la physique : il s'agit d'une évolution à considérer avec intérêt pour faciliter l'introduction de certains concepts mathématiques en privilégiant dans un premier temps les domaines numériques et graphiques.

L'étude des fonctions circulaires avec le cercle trigonométrique est à revoir en tenant compte des allègements effectués en seconde.

La détermination d'une fonction satisfaisant à certaines contraintes (évolution et conditions initiales, mais aussi position et contacts de la courbe représentative,...) constitue un type de problème important qui, dans le deuxième cas, permet de relier des domaines numériques, algébriques, graphiques et fonctionnels.

**En statistique et en probabilités**, il s'agit de prendre en compte les changements du programme de statistique de seconde qui favorisent l'approche fréquentiste des probabilités. Des indicateurs de dispersion, aupara-

vant introduits en seconde, doivent être présentés le plus rapidement possible vu leur intérêt dans la gestion des mesures physiques. L'étude de l'ajustement, au moins affine, d'un nuage de points peut être nécessaire dans certaines spécialités. Le maintien d'un enseignement très progressif des probabilités constitue une nécessité pour permettre l'introduction, en BTS, des notions d'intervalle de confiance et de test d'hypothèse dans les cas les plus simples, en liaison avec le contrôle de qualité.

**En algèbre**, la résolution des équations, inéquations et systèmes est à envisager, non comme un but en soi, mais comme un outil pour résoudre des problèmes liés aux autres parties du programme.

L'introduction des nombres complexes est, dans certaines spécialités, indispensable dès le début de la classe de première pour répondre aux besoins de l'enseignement de l'électronique, sachant que les élèves n'ont, sauf exception, pas fréquenté les circuits électriques depuis le collège : une réflexion interdisciplinaire semble nécessaire sur la progressivité des apprentissages conduisant à l'emploi de la notation exponentielle pour étudier la dualité temps-fréquence dans les asservissements.

**En géométrie**, les évolutions du programme de seconde conduisent à revoir les différents aspects du calcul vectoriel du plan et de l'espace. Comme actuellement, l'importance de l'étude de configurations liées aux autres disciplines est à moduler suivant les spécialités.

Bâtir une formation de qualité adaptée aux besoins des élèves de la voie technologique (industrie et laboratoire) est un objectif important et ambitieux. Il ne s'agissait ici que d'apporter une modeste contribution à la réflexion des acteurs essentiels que sont les professeurs, notamment ceux intervenant dans les classes correspondantes.

<sup>3</sup> Pour des raisons financières, seules les calculatrices graphiques sont aujourd'hui demandées pour le baccalauréat STI et STL.