

S P H È R E

D ' E C H A N G E S

ESPACE D'INFORMATION DE L'UNIVERSITÉ
DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LILLE



JUIN 00

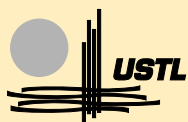
EDITO

Discipline abstraite et mystérieuse, utilité dans la vie quotidienne mal perçue, outil de sélection dans les cursus scolaires : l'image des mathématiques auprès du grand public n'est pas très positive !

Qu'en est-il vraiment ?

Durant cette année 2000, Année Mondiale des Mathématiques, de nombreuses actions auront pour objectif de rectifier cette image. Les différents témoignages pertinents, éclairés et enthousiastes qui figurent dans ce numéro de Sphère d'Echanges, participent à cette vaste campagne de réhabilitation.

Plutôt que de résumer les programmes de recherche actuels et leurs résultats, exercice périlleux y compris pour les chercheurs à la pointe du sujet, Sphère d'Echanges a choisi de renouer les liens qu'entretiennent les mathématiques avec notre quotidien, de les replacer dans le monde des hommes et des femmes, sans oublier celui des enfants. Quant à leur importance, quelle meilleure célébration peut en être faite que l'annonce du Comité Directeur du Clay Mathematics Institute concernant l'allocation d'un fonds de 7 millions de dollars destiné à récompenser les solutions éventuelles des 7 problèmes considérés aujourd'hui comme des défis majeurs pour la communauté mathématique ?



Patrick CARON
Vice-Président
chargé des Formations
Université des Sciences et Technologies
de Lille

A QUOI ÇA SERT LES MATHÉMATIQUES ?

Pour Sphère d'Echanges, à l'occasion de Math 2000 (voir encadré p.3), Jean d'ALMEIDA, Professeur de Mathématiques à l'USTL, chercheur appartenant au Laboratoire AGAT*, a décrit les liens qui unissent les mathématiques et les autres sciences, mettant ainsi en évidence leur rôle prééminent...

SE : Schématiquement, celui qui n'est pas mathématicien se pose toujours les mêmes questions au sujet des mathématiques, "qu'est-ce-que c'est ?" et "à quoi ça sert ?".

Les mathématiques peuvent être décrites comme la recherche des structures et des formes qui apportent ordre et simplicité à notre univers. Le point de départ d'une étude mathématique est moins important que la cohérence qui en émerge et qui peut être réinvestie dans un cadre complètement différent du cadre originel.

Les mathématiques ont une double nature. D'une part, il s'agit d'une discipline authentique dont les qualités premières



Chantal COBET-USTL

Jean d'ALMEIDA

sont la précision et la beauté intrinsèque. C'est une partie essentielle de la culture universelle, et on doit donc faire des mathématiques pour "l'honneur de l'esprit humain" (J. Dieudonné). D'autre part, il s'agit d'outils pour les applications. L'ordinateur n'existerait pas sans le code binaire de Leibnitz. Einstein n'aurait pas formulé sa théorie de la relativité sans le développement de la géométrie riemannienne. Le développement de la mécanique quantique, de la cristallographie, des télécommunications, n'aurait pas été envisageable

SOMMAIRE

Interview de Jean d'ALMEIDA -A quoi ça sert les mathématiques ?.....p.1-2	l'IREM.....p. 6
Des cursus inédits.....p. 2	Sphère de Compétences -L'analyse numérique.....p. 6-7
La Bibliothèque Régionale de Recherche en Mathématiques.....p.3	
Sphère d'Avenir -Les chemins de l'égalité.....p. 4-5	Sphère et Transfert -Métier : statisticien !.....p.8

sans les progrès de la théorie des groupes. Incontestablement, les mathématiques entretiennent des rapports très étroits avec les autres sciences.

- La géométrie algébrique a été utilisée par des physiciens dans leur recherche d'une théorie unifiée des champs, c'est à dire permettant de rendre compte des 4 forces fondamentales de la physique (gravité, force nucléaire forte, force nucléaire faible et électromagnétisme). Ainsi, est apparue la théorie des cordes, celle qui considère les éléments constitutifs de la matière comme d'infimes cordes vibrantes, telles celles d'un violon. Elle a finalement amené une équipe de recherche en physique à effectuer une série de prédictions spectaculaires sur des objets purement mathématiques...

- Dans les années 20, le mathématicien italien Vito Volterra a proposé les premiers modèles décrivant les relations proie-prédateurs. Ces méthodes ont, par la suite, été étendues à l'épidémiologie. Les progrès réalisés au cours des dix dernières années ont permis de redéfinir plusieurs aspects de l'immunologie, de la génétique, de la neurologie. Ils ont permis de modifier la perception que les biologistes avaient du virus HIV et ont été à l'origine de la trithérapie.

- Le prix Nobel de physique, Richard Feynman, a suggéré en 1982 que la simulation des situations extrêmement

complexes ne pourrait être réalisée que par une nouvelle génération d'ordinateurs, les ordinateurs quantiques. En 1994, le mathématicien Peter Shor a montré qu'un tel ordinateur pourrait factoriser rapidement de grands nombres entiers. Il pourrait alors "casser" tous les codes considérés comme sûrs aujourd'hui. Cependant, la possibilité de construire une telle machine est encore un enjeu.

- L'un des problèmes actuels de l'économie est la nécessité d'étendre le modèle mathématique de la théorie de l'équilibre général pour inclure les ajustements de prix. La fonction "excès de demande" peut être interprétée comme un champ de vecteurs sur une portion de sphère. On obtient alors un point d'équilibre grâce à un théorème du mathématicien Hopf.

Ainsi, les mathématiques se trouvent dans une situation paradoxale : alors que leur influence peut être perçue dans pratiquement tous les aspects de notre vie quotidienne, leur image auprès du grand public, des médias et des gouvernants reste, pour le moins, ...contrastée !

AGAT : Laboratoire "Arithmétique-Géométrie-Analyse-Topologie", Unité Mixte de Recherche CNRS/USTL 8524, sous la direction de Daniel TANRE (voir SE 10 - mars 1998)

DES CURSUS INÉDITS...

Si les parcours rectilignes, c'est-à-dire strictement consacrés aux mathématiques, sont majoritaires chez les étudiants qui se destinent à l'enseignement ou à la recherche en mathématiques, il existe des cursus qui allient très intelligemment des matières plus ou moins proches. Ne seraient-ils pas le point de départ d'importantes recherches nouvelles ?

Hélène TOUZET, recrutée à l'USTL en 1998 comme Maître de Conférences, a soutenu une thèse en informatique, avec un sujet de mathématiques. Elle travaille aujourd'hui en bio-informatique. *"Avec d'autres chercheurs, dont la formation appartient également au domaine des mathématiques, nous nous initions nous-mêmes, explique-t-elle, à la biologie, la biochimie, la génétique : cours de licence, congrès et articles de revues spécialisées nous permettent d'acquérir les connaissances indispensables"*. Cette pluriformation se trouve parfaitement complétée par celle d'une de leurs collègues, initialement biologiste moléculaire. Les résultats des gros travaux de séquençage d'ADN aujourd'hui entamés font leur quotidien. Si on vante souvent les avancées que ces séquençages vont permettre, en thérapie par exemple, on ne doit pas ignorer la contribution décisive qui sera celle des bio-informaticiens. Il est impossible d'exploiter directement les données brutes du séquençage (globalement, une suite de nucléotides) ; aux bio-informaticiens revient l'analyse structurale, le "découpage" de la suite de nucléotides en "unités" possédant une activité biologique définie. Le développement d'algorithmes d'analyse des séquences d'ADN et l'étude des structures secondaires d'ARN sont donc les deux axes de recherche de l'équipe "bio-informatique" du LIFL*, dont fait partie Hélène TOUZET. Avec la naissance de la Génopole**, il est probable que les projets vont se multiplier. Ainsi, l'ouverture d'un DESS de bio-informatique est prévue en 2001. C'est la pérennisation d'un parcours complètement inédit il y a à peine 5 ans ; le résultat de l'application de méthodes numériques et statistiques, ainsi que de la combinatoire à des objets moléculaires !

Pierre-Yves LOUIS est actuellement en thèse de mathématiques à l'USTL. A la suite de deux années de classes préparatoires, admis dans une grande école, il a choisi l'Université pour y préparer en parallèle les maîtrises de mathématiques et de physique. *"Il m'a paru dommage, dit-il, de privilégier l'un au détriment de l'autre"*. Pour le DEA, il a choisi les mathématiques, une tradition familiale. Sa formation en physique lui a fourni des ouvertures, des connexions très intéressantes, lui permettant d'évoluer à l'interface des 2 disciplines. Son sujet de thèse, s'inscrivant dans une partie de la théorie des probabilités qui s'intéresse au traitement mathématique de phénomènes issus de la physique statistique, est l'aboutissement de ce choix. Il porte sur l'étude, au niveau macroscopique, de l'évolution temporelle d'un système physique comportant un grand nombre de composants (particules) interagissant au niveau microscopique. Seul, leur comportement statistique global peut être étudié grâce à des modèles probabilistes. Par exemple, un modèle "d'Ising" permet de caractériser les modifications des propriétés magnétiques de matériaux comme le fer, en terme d'apparitions de plusieurs états statistiques possibles, phénomène appelé «transition de phase». Depuis les années 60, c'est tout un champ nouveau du Savoir qui se développe, enrichissant la théorie des probabilités de modèles riches en signification physique, et offrant des bases mathématiques à la physique statistique.

*L'équipe "bio-informatique" du Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille compte actuellement 5 chercheurs. La direction est assurée par Jean-Paul DELAHAYE

**La Génopole regroupe tous les projets de recherche régionaux liés à la génétique, et mis en œuvre par différents établissements. Elle fera l'objet d'un article dans un prochain numéro de Sphère d'Echanges

Opération "Math 2000"

L'année mondiale des mathématiques a été décidée en mai 1992 à Rio de Janeiro (Brésil) par l'Union Mathématique Internationale (IMU). Cette opération bénéficie du soutien de l'UNESCO. Il s'agit de saisir l'opportunité de l'an 2000 pour rendre accessible à un large public l'intérêt des recherches en mathématiques, leur intervention dans de nombreux secteurs de la vie quotidienne et économique et leur vitalité actuelle. Les manifestations prévues dans le monde entier porteront sur trois thèmes :



- *les grands défis du XXI^{ème} siècle* : d'éminents mathématiciens vont décrire les problèmes non résolus à ce jour et qui leur semblent être d'une importance fondamentale pour la discipline.
- *Les mathématiques, une clef pour le développement* : il s'agit d'améliorer, pour les pays dont l'activité mathématique est faible, l'éducation, la recherche et, surtout, l'accès aux moyens modernes d'information scientifique comme les bibliothèques électroniques.
- *L'image des mathématiques* : améliorer l'image des mathématiques et montrer leur rôle dans la société. Les opérations " grand public ", comme les affiches sur les mathématiques dans les métros des grandes villes du monde, répondent à cet objectif.

A l'USTL, en plus des manifestations habituelles généralement destinées aux scientifiques, une série de conférences et colloques concernant les mathématiques a débuté en février 2000 avec le " Colloque Galilée " suivi, en mars, des journées académiques consacrées à l'histoire de l'enseignement scientifique. En juin, ont eu lieu les Journées Statistiques et le Deuxième Colloque Francophone sur les Sondages. Par ailleurs, l'Université participera à l'opération mondiale d'affichage. Et pendant la " Semaine de la Science " (16 au 22 octobre 2000), une mini-exposition, sur le thème " Tous les hommes comptent ", sera proposée au public.

Pour Pierre-Yves LOUIS, relais de l'opération grand public à l'USTL, Math 2000 paraît l'occasion de revaloriser l'image des mathématiques, " *hors de la discipline elle-même, hors des milieux universitaires et enseignants, de rompre avec de trop nombreuses idées préconçues* ". Des interconnexions nombreuses témoignent à la fois de la richesse intrinsèque des mathématiques, de potentialités encore largement inexplorées, et de synergies possibles avec d'autres domaines scientifiques et technologiques. " *Ce serait bien que Math 2000 donne à la communauté mathématicienne l'opportunité de montrer que les objets et théories mathématiques se cachent dans de nombreux aspects de la vie quotidienne, et que derrière la complexité et les particularités des mathématiques résident la simplicité et l'universalité de leurs idées* ".

LA BIBLIOTHÈQUE RÉGIONALE DE RECHERCHE EN MATHÉMATIQUES

Avec 15 000 ouvrages et 320 titres de périodiques, la bibliothèque de recherche en mathématiques peut s'enorgueillir d'être parmi les 5 plus importantes de province. Elle est à l'image de la communauté mathématique régionale. Depuis 1993, elle est installée dans un bâtiment moderne, dont l'architecture a privilégié l'entrée de la lumière, financé par le Ministère, la Région, le FEDER et le CNRS. Sur deux étages, c'est au total un espace de 800 m² permettant la mise à disposition des ouvrages sur deux kilomètres de rayonnage. Au-delà des chiffres, il s'agit avant tout d'un outil indispensable à cette discipline, comme peut l'être le spectromètre du chimiste ou le microscope du biologiste. Mais celui-ci a été spécialement conçu comme un lieu de rencontre et d'échange autour du livre. Ainsi, mathématiciens, mais aussi physiciens, de la région et bien au-delà, français ou étrangers, accèdent directement, tant aux anciens auteurs qu'aux actuelles revues internationales. Les moyens modernes de communication n'y sont pas négligés. En effet, la "Bib de Maths", associée au Service Commun de Documentation de l'Université, est l'un des nœuds du Réseau National des Bibliothèques de Mathématiques, créé dans les années 80 à l'initiative de la Société Mathématique Française, puis soutenue par le MEN et le CNRS. Informatisée aux normes de ce réseau, la documentation est ainsi accessible en ligne à toutes les bibliothèques et laboratoires de mathématiques français. Le budget annuel de fonctionnement atteint aujourd'hui un million de francs. Ces charges sont actuellement supportées par le Ministère (via un Programme Pluri-Formation), et les laboratoires de mathématiques de l'USTL, ainsi que l'UFR. A noter qu'une convention est à l'étude pour formaliser la participation des autres laboratoires de mathématiques de la région au développement de cet outil commun.

Contact :

<http://www.univ-lille1.fr/bibmath>



Claude NODOT-USTL

La «Bib.de Maths»

S P H E R E D'AVENIR

LES CHEMINS DE L'ÉGALITÉ

En mai 2000, le Ministère de l'Éducation Nationale publiait un rapport concernant les femmes à l'Université : dans le domaine des sciences dites dures, elles sont très largement sous-représentées parmi les enseignants-chercheurs et chercheurs. Pour les mathématiques, Anne-Marie MARMIER, Directrice de l'Unité de Formation et Recherche de Mathématiques de l'USTL, décrit une situation s'inscrivant parfaitement dans ce contexte et en recherche les origines.

Chantal COBET-USTL



Anne-Marie MARMIER

Pendant longtemps le champ du savoir universitaire a été interdit aux filles, l'éducation devant s'ajuster à la destinée sociale de l'enfant, la fille du peuple recevait une éducation primaire débouchant sur un métier, et la jeune fille des milieux aisés était formée à sa mission de mère et d'épouse.

Aujourd'hui, on énumère les conquêtes des femmes, les positions sociales jusque-là inaccessibles qu'elles occupent : la condition féminine a considérablement évolué vers plus de liberté. En fait, on surestime les transformations et l'on sous-estime les persistances : les femmes ont accédé au savoir, mais peinent à faire valoir ce savoir.

Les sociologues l'ont étudié, les médias l'ont dit : l'école réussit mieux aux filles qu'aux garçons, elles sont plus performantes à la quasi-totalité des examens, mais se retrouvent massivement dans un nombre restreint de filières à moindre débouchés. Elles sont encore l'exception dans les filières prestigieuses ou offrant des perspectives de carrières plus nombreuses, filières marquées par un enseignement lourd de mathématiques, et il n'y a finalement pas de mixité réelle.

De nombreuses études ont été faites qui démontrent comment de la même manière que l'école sélectionne les savoirs différenciés qu'elle transmet en termes de classe, elle le fait aussi en termes de sexe, comment la place importante des mathématiques dans la production des élites en fait une discipline très sélective, comment joue dans les mécanismes d'orientation l'auto-sélection des filles qui concourt à leur éviction des filières les plus sélectives, celles qui permettront d'acquérir une bonne position sociale. On peut lire aussi cette non-présence des femmes comme une manifestation de la reproduction de la domination masculine, héritage d'une longue histoire, qui existe dans les représentations en dehors de toute contrainte exercée. Il y a eu, il y a encore une construction sociale de l'inaptitude des filles aux mathématiques, intériorisée par elles-mêmes et les parents que le système éducatif, par son fonctionnement, entérine et légitime. Pour construire l'incompatibilité "femmes/mathématiques", il suffit de laisser croire que les qualités requises pour l'exercice de cette dis-

cipline sont les qualités de ceux qui jusqu'ici s'en sont réservés le quasi-monopole : goût de l'abstraction, du jeu, de la compétition, toutes qualités acquises en apprenant à "être homme". Rappelons qu'au début du siècle, les filles étaient inaptes au latin et au grec, passage obligatoire pour faire ses humanités. Cette incapacité a miraculeusement disparu aujourd'hui puisque ce type de culture est reconnu comme l'apanage des filles !

Dans ce système d'enfermement circulaire, les femmes qui cherchent à transgresser la règle, peuvent être exclues avant d'avoir commencé. Combien de fois n'a-t-on entendu formuler de regret à propos de telle étudiante brillante que la forme scolaire de son intelligence empêchera de faire de la recherche ! Mais, lui a-t-on proposé au moins, lui a-t-

QUELQUES CHIFFRES

On n'observe pas d'évolution lente et constante vers un accroissement de la proportion des filles dans les sections scientifiques mais plutôt une stagnation. Ainsi la proportion des filles en terminales scientifiques a atteint un maximum en 1981 pour diminuer et se stabiliser autour de 40%. Dans les études en mathématiques, on assiste à une véritable érosion de la présence des jeunes filles au long du cursus.

On peut lire le phénomène sur une photographie actuelle des mathématiques lilloises (bien féminisées au regard des moyennes nationales). En 1999, les femmes sont 49 % des reçus en DEUG MIAS, et 52% en licence de mathématiques, alors qu'elles sont chaque fois une part plus faible de la promotion. En maîtrise, elles sont moins du quart de l'effectif, et pourtant plus de 36% des reçus. Elles sont 6 femmes sur 11 au palmarès de l'agrégation, 6 femmes sur 28 à celui du DEA, un peu moins de la moitié des reçus au CAPES.

A l'UFR de mathématiques de l'USTL, les femmes sont 37% des maîtres de conférences, et elles ne sont plus que 14% des professeurs. La situation des jeunes est inquiétante : il y a 7 femmes sur 47 doctorants cette année, une proportion voisine de celle des thèses féminines ces quatre dernières années, et seulement 3 jeunes femmes parmi les 27 ATER et moniteurs ...

C'est l'image d'une situation générale en France. L'analyse des recrutements de ces dernières années montre que peu de femmes se lancent dans la recherche, qu'elles réussissent plutôt bien à devenir maîtres de conférences, plus rarement à accéder au poste de professeurs (30% des MCF recrutés en 1998 et 7% des PR). L'appel aux chiffres est un peu brutal, mais on peut dire rapidement que c'est le reflet de la situation des femmes dans la société, creusée ici par la référence aux mathématiques et au pouvoir symbolique qu'elles représentent.

on suffisamment fait prendre conscience de sa propre valeur ? Elles peuvent s'imposer par la force de leur intelligence et leur ténacité, mais l'excellence relève alors de l'exception, ne met donc pas en danger la domination et ces femmes sont facilement assimilées à des hommes. Citons l'exemple fameux d'Emmy Noether, introductrice des méthodes algébriques structurales, qui n'était pas belle, qu'on appelait "Der Noether" et dont Mme Dubreil a pu écrire «*l'œuvre d'Emmy Noether ne la classe pas au premier rang des mathématiciennes, mais la place parmi les très grands mathématiciens*». Il est difficile alors pour une femme de trouver des identifications positives à l'intérieur de la communauté mathématique et de se sentir porteuse de l'héritage commun des mathématiques.

On peut aussi proposer une autre lecture de cette situation d'éviction, en considérant que les choix d'orientation des jeunes femmes sont raisonnables, qu'elles anticipent un devenir probable et qu'elles ne sont pas prêtes à payer le coût élevé parfois (affectif et familial) pour entrer dans un bastion masculin. Moins soumises que les jeunes hommes à l'échelle des valeurs qui érigent les sciences "dures" et la compétition comme passage nécessaire pour assurer des fonctions d'encadrement hiérarchique, elles sont plus libres pour envisager d'étudier et de travailler dans les domaines intellectuels qui les mobilisent. N'ont-elles pas profiter de la création de nouvelles filières et investi les grandes écoles commerciales, le droit, les sciences politiques ? Finalement, le parcours scolaire long des filles est récent. Il relève de la même aspiration existentielle globale qui a amené les femmes à maîtriser leur fécondité, investir le monde du travail et peu à peu tous les champs de la société, et y prendre des responsabilités.

Mais il s'agit aussi d'interroger la discipline, la manière dont elle se met en scène dans l'enseignement ou ailleurs. Le contenu des mathématiques est encore plus généralement inconnu et incompris que les autres disciplines scientifiques. Elles sont perçues comme abstraites, éternelles, hors du monde. Elles sont, on l'a vu, dangereusement marquées par leur utilisation comme outil de sélection (la communauté des mathématiciens n'a pas vu venir le danger assez tôt !). Elles sont fantasmées comme surpuissantes parce qu'elles sont partout dans les techniques, de ce fait langage utilitaire, réduites à leurs services aux autres disciplines, dévalorisées et haïes suffisamment pour qu'il puisse être de bon ton de s'en déclarer inculte.

Les mathématiques sont une activité humaine pratiquée par des personnes qui y besognent quotidiennement, peuvent en éprouver de la souffrance et du plaisir, et les mythes sur les mathématiques n'ont pas grand-chose à voir avec la manière dont elles se produisent. L'histoire des sciences en rend bien compte, qui nous introduit dans le long suspense de l'élaboration des concepts où, à côté d'une rationalité sans faille, trouvent aussi place l'imaginaire, le poétique, l'intuition et l'esthétique.

La présence cachée des mathématiques dans la technique, quand elle se dévoile, est impressionnante, cependant elle n'est en fait que la marque d'une présence plus profonde dans l'appréhension intellectuelle du monde et dans sa symbolisation. Là sont les racines de l'efficacité des mathématiques. L'enseignement des mathématiques, et plus largement le système éducatif, s'ils prenaient cette réalité en compte, ne perdraient peut-être pas les femmes et les filles en chemin !

BREVES

-**Pour la mission CASSINI** (envoi en 2004 d'une sonde spatiale pour observer les satellites de Saturne *in situ*), les astronomes de l'USTL travaillent à la représentation des mouvements des 8 principaux satellites de Saturne (voir Sphère d'Echanges 14, juin 1999). Les retombées de la nouvelle théorie qu'ils développent vont permettre une meilleure connaissance des masses et paramètres dynamiques du système de Saturne, de la position de la planète elle-même, et la mise en évidence d'interactions faibles (éventuellement non gravitationnelles) jusque-là non prises en compte.

-Au sein du **Laboratoire de Mécanique de Lille** (voir Sphère d'Echanges 12, décembre 1998), les mathématiques sont nécessairement très présentes. Il s'agit entre autre de modéliser les phénomènes de transport par convection et diffusion dans les fluides de l'environnement. Ainsi, l'étude des phénomènes de circulation et de pollution dans la Manche fait partie des projets de recherche régionaux développés par le laboratoire par le biais des méthodes numériques. De même une longue collaboration avec l'IEMN a permis de modéliser mathématiquement et de simuler numériquement le retournement temporel des ondes acoustiques dans les matériaux magnéto-strictifs prouvant ainsi la faisabilité du procédé pour des applications en imagerie ultrasonore très prometteuses.

-**Un supercalculateur IBM** est en cours d'installation au Centre de Ressources Informatiques de l'USTL. Dans sa version définitive, à la fin de l'année 2000, il sera capable d'effectuer 100 milliards d'opérations par seconde (puissance de crête de 100 Gigaflops). Ce qui en fera l'une des 500 plus grosses machines du monde, et l'un des 15 plus puissants calculateurs français publics ou privés !

-L'USTL, et plus particulièrement le Service pour l'Enseignement sur Mesure Médiatisé (SEMM), est à l'initiative, en partenariat avec l'IUFM, d'un projet de création de site Web consacré aux nombres. Il s'agit de l'un des volets du projet européen nommé **DREAM, pour Developing and Raising European Awareness of Mathematics**, qui souhaite pérenniser les actions de communication entreprises à l'occasion de Math 2000.

-**Durant la "Semaine de la Science"** (16 au 22 octobre 2000), l'USTL présentera au Village des Sciences et Techniques de Lille, une mini-exposition sur le thème "Tous les hommes comptent". Créée par l'Association Science Technologie et Société (ASTS), animée par les enseignants-chercheurs de l'Université, elle va déployer des trésors d'imagination et d'astuces pour faire découvrir tout en amusant, que les mathématiques sont plus familières et accessibles qu'on ne le pense *a priori*.

-**Vient de paraître !**

L'IREM de Lille vient de signer un livre sur les nombres. Des enseignants du secondaire, de l'Université, de l'IUFM, ainsi que des chercheurs du CNRS, français et étrangers en ont déterminé le contenu, s'inspirant des diverses interventions du colloque de l'IREM ayant pour thème le théorème de Hadamard-De la Vallée Poussin (il donne le comportement des nombres premiers inférieurs à n).

Ce livre est principalement destiné aux enseignants du secondaire qui souhaitent avoir des approches diverses des nombres, ...et à toutes les personnes intéressées !

"Les Nombres" par l'IREM de Lille, édité chez Ellipses (Collection "Mathémathèmes")

Jean-Paul DELAHAYE, Professeur d'Informatique à l'USTL, vient de publier un ouvrage consacré aux nombres premiers. Il y mêle éclaircissements théoriques et anecdotes piquantes, afin de restituer toutes les couleurs de l'univers chatoyant des nombres premiers.

"Merveilleux nombres premiers" de Jean-Paul DELAHAYE, édité par Belin (Collection "Pour la Science")

Les IREM ont été créés, il y a près de 30 ans suite à l'introduction des mathématiques modernes dans les programmes scolaires. On en compte actuellement 26, un par académie. Des commissions inter-IREM se réunissent chaque année sur des thèmes aussi divers que la géométrie, l'histoire des maths, les calculatrices. Certains travaux font l'objet d'articles publiés dans la revue des IREM intitulée "Repères".

L'IREM de Lille, lié par convention à l'UFR de mathématiques, est dirigé depuis 1994 par Valerio VASSALLO, aidé successivement par Daniel DELEFORGE, Marie-Claude DEBLOCK et depuis quelques années par José BONET. L'IREM dispose d'un secrétariat, d'une bibliothèque et d'un service multimédia. Une cinquantaine d'enseignants du supérieur, du secondaire et du primaire travaillent ensemble à l'IREM, ce qui fait l'originalité de cet institut. De plus, des enseignants de l'IUFM et des chercheurs du CNRS y interviennent ponctuellement. Son activité est consacrée à la formation continue des enseignants de mathématiques sous forme de stages (400 à 600 personnes par an) et à la réflexion sur les mathématiques enseignées.

Valerio VASSALLO et son équipe cherchent également à promouvoir tout ce qui associe culture et mathématique. Dans cet objectif, et dans celui de nourrir la recherche sur l'enseignement, de nombreux colloques ont été mis en place : "Arts et mathématiques", "les mathématiques au collège", "les algébristes italiens de la Renaissance", "Galilée", "les journées académiques sur l'histoire de l'enseignement scientifique au XX^{ème} siècle", "la géométrie à l'école primaire". Plus ludique, le rallye des mathématiques connaît un succès grandissant depuis sa création, il y a huit ans. Lors de la finale, le 3 juin 2000, plusieurs centaines d'enfants regroupés en équipes se retrouvent pour résoudre des énigmes, effectuer des manipulations et mettre en pratique l'usage du compas, de l'équerre ou d'autres instruments. A chaque fois, la recherche mène à une réflexion, et fait appel à la logique, à des règles et théorèmes de base. Les jeunes "s'éclatent" et en redemandent !

Au-delà de ses relations institutionnelles avec l'USTL, le Rectorat et l'IUFM, l'IREM travaille en partenariat avec les institutions culturelles régionales comme l'Institut Culturel Italien, la Commission

Académique de l'Action Culturelle, le Forum des Sciences et le Goethe Institut. Il reçoit également le soutien du Conseil Régional et du Conseil Général, ainsi que de certaines municipalités.

Beaucoup de projets trottent dans la tête de Valerio VASSALLO et de ses collaborateurs : organiser "Cinéma et Mathématique", participer à "Cité philo : mathématiques et philosophie", accueillir dans la région l'exposition de l'Ecole Normale Supérieure de Pise consacrée aux courbes, qui se trouve actuellement au palais de la Découverte de Paris. "*Serait-il fou de rêver à un vaste espace ouvert à tous, consacré à des expositions d'instruments et d'objets sur les maths ?*"



Chantal COBET-USTL

Valerio VASSALLO

Contact : <http://www.univ-lille1.fr/irem>
Mel : irem@univ-lille1.fr
Tél : 03 20 43 41 81
Fax : 03 20 33 71 61



S P H E R E DE COMPETENCES

L'ANALYSE NUMÉRIQUE

L'analyse numérique fait partie du domaine des mathématiques. Deux Maîtres de Conférences de l'USTL, appartenant au Laboratoire d'Analyse Numérique et Optimisation (ANO), Caterina CALGARO et Nathalie REVOL, expliquent la démarche qui est celle des numériciens et présentent quelques problèmes concrets auxquels l'analyse numérique offre une solution...

Pour la plupart des objets et services du quotidien, la phase de conception s'est appuyée sur la simulation numérique : en effet l'essai sur maquette ou sur prototype laisse de plus en plus place à des réponses obtenues à partir de calculs sur ordinateur. Par exemple, dans les domaines de l'aérospatiale et de la sûreté nucléaire, les réponses obtenues lors de simulations numériques sont désormais reconnues comme résultats validant certaines expériences. Le calcul numérique sur ordinateur est un outil d'étude ayant un large champ d'applications : prévisions météo, construction de structures mécaniques (avions, carrosserie automobile), médecine (valves cardiaques, prothèses, imagerie, répétition virtuelle

de gestes opératoires).

La démarche du numéricien commence par la mise en équation du problème, ou **modélisation**. Pour un phénomène à étudier, cette étape passe par l'identification de différents termes, et des équations régissant leurs comportements et leurs interactions. Par exemple, pour étudier la dynamique d'un gaz on choisira la pression, la température et la vitesse, appelées les inconnues du problème, que l'on mettra en équation. On écrira les équations vérifiées par ces inconnues : conservation de la masse du gaz dans un certain volume, conservation de la quantité de mouvement et conservation de l'énergie fournie par le système. Il s'agit d'équations di-

tes aux dérivées partielles (E.D.P.). En général, ce sont les spécialistes du problème qui sont, plus que les numériciens, aptes à établir cette mise en équation, et à procéder à des simplifications quand le phénomène est trop complexe, c'est-à-dire à négliger des termes dont l'influence est faible par rapport aux autres.

Une **analyse mathématique** permet ensuite d'étudier le problème, de déterminer sous quelles conditions (choix des paramètres), il existe une solution, si elle est unique et, sinon, de choisir celle qui correspond à la réalité physique du problème.

Comme on ne peut pas calculer un nombre très grand ou même infini de valeurs, il faut alors approcher le problème, par exemple calculer les valeurs des inconnues en certains points, choisis auparavant. C'est là l'étape de **discrétisation**, qui doit être accompagnée d'une mesure de l'erreur commise. Cette mesure donne la distance entre la solution approchée et la véritable solution du problème original, en fonction de différents paramètres comme la taille du problème numérique et la régularité de la solution.

Les problèmes discrétisés peuvent encore être trop complexes à résoudre numériquement. Une étape de **simplification**, telle que la linéarisation pour des problèmes non linéaires, permet alors d'obtenir des problèmes pour lesquels on dispose de méthodes de résolution numérique performantes : résolution de systèmes linéaires, optimisation par une méthode de gradient, recherche de valeurs propres.

On peut subséquemment aborder l'**aspect algorithmique**, c'est-à-dire la mise en œuvre efficace sur ordinateur de la méthode de résolution. On commence par choisir une représentation des données en mémoire, qui soit économe et facilement utilisable. Dans le cas d'une méthode itérative, on doit construire les différentes étapes pour aller d'une solution de départ choisie « arbitrairement » à la solution du problème, ou au moins à une solution acceptable selon des critères préalablement définis. De plus, dans le cas où des formulations mathématiquement équivalentes seraient numériquement différentes, il faut choisir la plus stable, afin d'obtenir des ré-

sultats fiables. Il reste à écrire le **programme correspondant**, qui soit efficace, modulable, transférable d'une machine à l'autre, facilement compréhensible et exploitable par des tiers. A noter que la difficulté d'un algorithme ne concerne pas la durée de son développement mais plutôt le temps de calcul nécessaire à la résolution du problème étudié.

Quand on a obtenu les résultats du calcul par ordinateur, il convient cependant d'être circonspect et d'étudier les **sources d'erreur** : les données elles-mêmes, l'arrondi, la méthode utilisée. Une autre source d'erreur est liée à la nature même du problème, c'est le conditionnement : une quantité qui mesure l'amplification des erreurs initiales. Sur un problème mal conditionné, une petite perturbation des données peut conduire à des solutions très différentes. En météo, cette amplification est plus généralement connue sous le nom d'effet papillon : les battements d'ailes d'un papillon au Brésil peuvent provoquer une tornade au Texas. Elle est due à la nature même des équations de la météo, qui sont hautement non linéaires. Voilà pourquoi les prévisions météo ne peuvent pas être fiables au-delà de cinq jours en 2000.

Pour terminer, citons cette justification de P. Lascaux, Professeur au CNAM (Paris), concernant la nécessité d'enseigner l'analyse numérique : « *On objectera que les calculatrices ou les micro-ordinateurs sont accompagnés de programmes de calculs faciles à mettre en œuvre, et que l'utilisateur n'a pas besoin de connaître les algorithmes employés, qui ont été conçus une fois pour toutes par des spécialistes. Nous croyons, au contraire, qu'il est très instructif d'étudier certains de ces algorithmes pour comprendre les notions de stabilité, précision, complexité qui permettent de choisir, pour un problème donné, la méthode la plus efficace. C'est-à-dire celle assurant la meilleure précision à coût donné, qu'il s'agisse de coût en temps de calcul, ou en place mémoire nécessaire. De plus, seule cette étude permet de comprendre les limites de validité des méthodes, qu'il ne faut jamais perdre de vue.* »

Contact :

<http://ano.univ-lille1.fr/>

ANALYSE NUMÉRIQUE : QUELQUES EXEMPLES ...

- Tout un chacun a pu remarquer que sa calculatrice est bien incapable de représenter le nombre $1/3$ puisque ce nombre s'écrit avec une infinité de «3» après la virgule. Par conséquent, la somme $1/3 + 1/3 + 1/3$ ne vaut pas 1. Il s'agit là d'une rencontre quotidienne avec le problème des erreurs d'arrondi !

- Les images du pont de Tacoma (Etat de Washington, 1940) se balançant jusqu'à rupture sous l'effet du vent sont restées dans les mémoires. Un accident similaire, montrant l'effondrement d'un pont au passage d'une colonne d'infanterie, a conduit à inclure, dans les règlements militaires, l'interdiction de marcher au pas sur un pont. Une étude de valeurs propres, indiquant les fréquences amplifiées, aurait donné la réponse du pont à une oscillation forcée, et aurait permis de prédire son effondrement. Leur calcul est donc incontournable dans des nombreux domaines : constructions antisismiques, études statistiques des données, chimie quantique.

- Un gestionnaire veut choisir la capacité et l'emplacement

de ses dépôts, en minimisant ses coûts de fonctionnement, et en respectant certaines contraintes telles que la satisfaction des commandes de ses clients. Il se trouve confronté à un problème d'optimisation sous contraintes.

- La résolution des Equations aux Dérivées Partielles passe souvent, après discrétisation et simplification, par la résolution d'un système linéaire. Une première méthode consiste à utiliser les formules de Cramer. Cependant pour résoudre un problème à 25 inconnues sur un PC à 1 GHz, il faut attendre $0,5 \cdot 10^{18}$ années avant d'obtenir le résultat. Le nombre d'opérations effectuées est supérieur au nombre d'atomes de l'univers ! En revanche, avec la méthode de Gauss, un tel système est résolu en 16 microsecondes. La taille maximale que l'on sait traiter par cette méthode est environ 50 000 inconnues. La simulation de l'écoulement de l'air autour d'un avion conduisant, par exemple, à résoudre des systèmes à 20 millions d'inconnues, il faut donc développer de nouvelles méthodes, aussi bien du point de vue algorithmique (gradient conjugué, méthodes de Krylov, méthodes multigrilles, méthodes stables) que du point de vue de l'implantation, par exemple sur super-ordinateur.

S P H E R E ET TRANSFERT

MÉTIER : STATISTICIEN !

Quels sont donc les points communs entre une enquête marketing, un sondage d'opinion, une étude biométrique et un contrôle de qualité dans un processus de production ? La réponse est simple : tous ces travaux sont traités à l'aide d'une même science, la statistique. Demandes diversifiées, méthodes complexes, résultats à exploiter avec prudence, la statistique est aujourd'hui l'affaire de spécialistes formés à l'école des mathématiques...

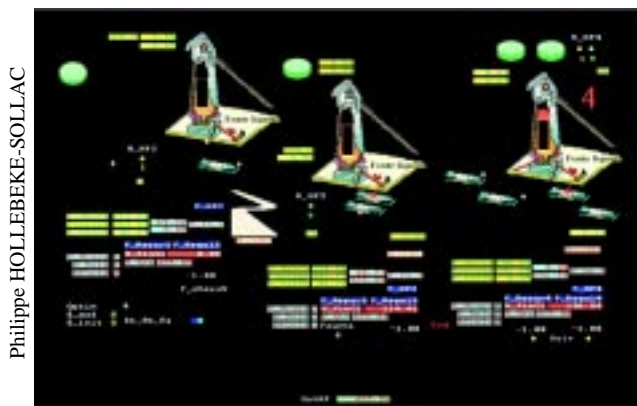
Diplômés du DESS d'Ingénierie Statistique et Numérique, une vingtaine de statisticiens rejoignent chaque année, en majorité, les grandes entreprises régionales et nationales. Ils y traitent une information de plus en plus volumineuse et diversifiée (données scientifiques, techniques, comptables, financières, ...) et "façonnet" un résultat accessible aux non initiés.

Issu de la promotion 94, Philippe HOLLEBEKE précise le rôle du statisticien : *"Diverses méthodes d'analyse, de modélisation et de simulation nous permettent d'apprécier une situation, d'en définir les risques et d'établir des options d'évolution, ... globalement, de produire de l'aide à la décision !"*. Fermement décidé à travailler dans la grande industrie, il a été embauché par Usinor en 1997, après un passage au Crédit Agricole. Seul statisticien du groupe Sollac Atlantique, il travaille aussi bien à la modélisation des outils (hauts fourneaux, réseau de gaz de l'usine, logistique ferroviaire, flux métal, ...), qu'à celle des caractéristiques des aciers, au développement des plans d'ex-

perimenter. Actuellement, elle est responsable de l'implantation de la Maîtrise Statistique des Procédés (MSP) dans l'usine, dans le cadre du Contrôle Qualité. *"Les enseignements du DESS m'ont permis de m'adapter rapidement aux différents logiciels, dit-elle, de disposer de bases solides et de rigueur dans la réalisation des études"*.

Patrick DEVOS (promo. 92), quant à lui travaille dans le laboratoire de statistique de la Faculté de Médecine de Lille : *"Je traite mes propres recherches appliquées, j'apporte une aide aux médecins, chercheurs et internes du CHRU, pour la réalisation d'études et de publications, et je participe à de nombreux enseignements en médecine"*. Ayant débuté au CHRU par son stage de DESS, consacré à l'optimisation de la démarche thérapeutique, c'est-à-dire à la mise en place d'un système de détermination des patients auxquels un examen complet est nécessaire, il explique que les biostatisticiens ne sont pas si fréquents au sein d'une structure hospitalière. *"Et pourtant, ajoutait-il, les statistiques y deviennent de plus en plus importantes, que ce soit en matière de recherche médicale ou d'économie de la santé"*.

A la SNCF, on recrute aussi des diplômés du DESS ISN ; Hugues DELEU (promo. 96) y est entré en 1997, pour "gérer" un projet de billetterie, la Transcarte, alors en phase de déploiement régional. Pratiquement, il s'agissait d'émettre 19 000 cartes à puces en un mois, supports des titres de transport sur le Train Express Régional. Son rôle, assimilé à une véritable maîtrise d'ouvrage, va de la définition de l'avant-projet jusqu'au déploiement opérationnel en passant par l'étude des besoins : *"... le client, les autorités organisatrices du transport, les agents, c'était un pari difficile à gagner ..."*. Aujourd'hui, les maths appliquées sont, pour lui, des "bases culturelles" pour un poste qui ne nécessite pas une formation spécifique parce qu'il touche à beaucoup de domaines (stratégie, gestion marketing, système d'information, ressources humaines, ...) et qu'il requiert des connaissances techniques (carte à puce). Réfléchissant à ce qui l'a toujours attiré vers les mathématiques, il s'est ainsi aperçu que ce n'était ni "l'imagination" nécessaire à la formulation du théorème, ni la rigueur absolue de la preuve ou son élégance, c'était le plaisir que procure l'énoncé d'un problème...



Philippe HOLLEBEKE-SOLLAC

Modélisation des hauts fourneaux chez SOLLAC

périences qu'à la métrologie, sans oublier la mise en place de systèmes de prédiction pour le pilotage du process. Il accueille régulièrement des stagiaires issus du DESS ISN, comme Karine BUDENHULZER (promo. 97), aujourd'hui en poste chez Alcatel Fibres Optiques à Douvrin. Elle y a d'abord travaillé à la définition et l'organisation de plans d'expérience, dans le but de déterminer, par exemple, la vitesse optimale de fibrage d'une préforme, étape consistant à étirer un tube de verre en le chauffant pour obtenir le mince fil de verre qui constitue la fibre op-

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : Jacques DUVEAU. COMITÉ DE RÉDACTION : G. BATAILLE - P. BEHAGUE - Y. CHAIMBAULT - C. COBET - S. D'HERBOMEZ - M. FEUTRIE - N. HURET - B. KOWALSKI - J. LABESSE - C. LEFRANÇOIS - D. MOÏSES - C. NODOT - F. PAROL - M. SWITEK

REALISATION : N. CLAEYS - IMPRESSION : USTL A3 - TRADUCTION : L. HUFFMAN - TOUZET

USTL - Cellule Communication - Bât. A3 - Cité Scientifique - 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex - Tél. 03 20 43 43 19 - 03 20 43 43 32 - Fax : 03 20 43 68 98
<http://www.univ-lille1.fr> • E-mail : com-ustl@univ-lille1.fr