AU PIED DES BUTTES DE COESMES

Jean-Pierre ESCOFIER
Irem de Rennes

Résumé : L'article décrit des aspects des enseignements de licence ou master de mathématiques à l'Université de Rennes 1 de ces dernières années où j'ai abordé des thèmes autour de l'histoire des mathématiques. Il met en valeur le rôle essentiel de l'Irem dans ma formation à cet enseignement et dans l'apprentissage de l'écriture de différents textes.

Dans ma relation

Dans ma relation à l'histoire des mathématiques, l'Irem de Rennes joue un rôle essentiel [1] . Ses locaux sont, comme ceux du département de mathématiques, sur le campus de Beaulieu, construits à la fin des années mil neuf cent soixante à l'est de Rennes, au pied des buttes de Coësmes.

J'ai décrit récemment les aspects tournés vers l'enseignement secondaire, lié à mon travail à l'Irem de Rennes (intervention à Nantes le 22 septembre 20006 : «Terre guerre perspective hyperbolique »). Je vais ici uniquement évoquer ce qui touche à l'enseignement supérieur, en décrivant la partie liée à l'histoire de certains de mes enseignements et les contenus de différents cours d'histoire des mathématiques que j'ai été amené à assurer.

L'enseignement de la théorie de Galois

L'enseignement de la théorie de Galois que je commençais en 1990 était un endroit rêvé pour parler d'histoire. Il était aussi lié à mon itinéraire personnel. La résolution des équations algébriques s'inscrit dans une longue histoire dont les étudiant(e)s ne connaissaient pas un mot, leurs enseignements d'algèbre portant sur l'étude des structures et l'état actuel de la théorie.

Dans les premières heures du cours, j'ai expliqué comment les Babyloniens résolvaient

1 Cet article répond à une demande de témoignages de la Commission Inter-Irem d'histoire et d'épistémologie des mathématiques sur des enseignements de mathématiques à l'Université où l'histoire des mathématiques avait sa place.

déjà les équations du second degré, il y a près de 4000 ans, comment les mathématiciens du monde arabe (al Khwarizmi, Omar Khayyam, Sharaf al Din at Tusi) avaient développé de nouvelles idées, comment les mathématiciens italiens du seizième siècle (Scipio del Ferro, Tartaglia, Cardan) résolurent l'équation du troisième degré (aucun(e) étudiant(e) ne connaissait cette résolution).

Ce succès, qui pouvait d'abord paraître un aboutissement, s'ouvrait sur de nouveaux problèmes : le cas irréductible semblait conduire à la découverte des nombres complexes, dont Bombelli dégageait les propriétés (voir les textes de Gérard Hamon publiés à l'Irem de Rennes). En réalité, Bombelli ne semble pas considérer les nombres complexes ni les nombres négatifs comme des nombres, ce serait plutôt pour lui des outils de calculs et ils ne les donnent pas comme solutions d'équations du troisième degré. Puis, je pouvais parler de Viète et de la révolution du calcul littéral : dès lors qu'il est inventé, il va être utilisé par tout le monde ; nos usages datent pour la plupart de Descartes. J'ai toujours aimé parler d'Albert Girard (1595-1632), de son énoncé : *Toutes les equations d'algebre reçoivent autant de solutions que la denomination de la plus haute quantité le demonstre* (théorème que nous appelons en France *théorème de d'Alembert*), de sa question : *à quoy sert ces solutions qui sont impossibles* à laquelle il répond superbement : *pour la certitude de la reigle generale* et, enfin, du texte émouvant que sa veuve écrit en préface à son édition posthume des *Œuvres complètes* de son maître Stevin : *Voici une pauvre veuve avec onze enfants orphelins auxquels le mari et père, décédé il y a un an, n'a laissé qu'une bonne réputation d'avoir fidèlement servi, et employé tout son temps à la recherche des plus beaux secrets des mathématiques.*

Le temps passait trop vite

Le temps passait trop vite (douze semaines de deux heures de cours) et je n'ai pu commenter le grand article de Lagrange de 1770 expliquant la résolution des équations de degré inférieur ou égal à quatre par l'existence de fonctions des racines invariantes par certaines permutations, ni les travaux d'Abel ou Galois.

Un court chapitre montrait deux résultats classiques : l'impossibilité avec la règle et le compas seuls, d'une part de construire le côté d'un cube de volume double d'un cube donné, d'autre part, de partager un angle de 120 degrés en trois angles égaux, problèmes posés du temps des Grecs et dont la résolution avait attendu 2 000 ans (l'article de Wantzel date de 1837). J'ai choisi aussi de décrire la construction à la règle et au compas du polygone régulier de dix-sept côtés, en expliquant en détail comment la connaissance de la correspondance de Galois guidait les calculs ; Gauss raconte que cette découverte, le matin du 30 mars 1796, le décida à consacrer sa vie à la recherche mathématique. Enfin, j'ai également inclus dans le cours un chapitre plus difficile, mais nécessaire pour aller au bout de ma démarche historique, expliquant comment Galois ramenait l'étude de la résolubilité d'une équation par radicaux à l'étude d'une propriété du groupe qu'il lui associait. Même si j'exprimais les résultats dans un langage *absolument moderne*, c'était un moment d'histoire qui était décrit. Pour des compléments, je renvoie à l'article déjà cité, à mon livre de Théorie de Galois[2] et au beau livre de Jean-Pierre Tignol (*Galois' Theory of Algebraic Equa-*

2 Le livre est dû à l'initiative de Mathide Lemonnier, des éditions Dunod, qui connaissait mon polycopié de cours et est venue prendre contact avec moi un morne matin d'hiver; elle m'a remarquablement aidé pour transformer mon polycopié en livre. La première édition date de 1997. Le livre a été traduit dans la collection *Graduate Texts in Mathematics* de Springer en 2001.

tions, Longman, New York, 1988 dans la version anglaise) avec qui j'ai eu la chance de travailler pendant un semestre au début de l'année 1994.

Plus sans doute que tout autre enseignement de mathématiques, la théorie de Galois permet de présenter des mathématiques sous un point de vue qui m'est cher, celui de la longue durée. On peut partir de problèmes très anciens, on peut en donner des solutions complètes (fait rare dans notre enseignement), on peut s'ouvrir sur la recherche actuelle. Et je suis toujours ému de lire

Je n'ai pas le temps

en marge de la dernière lettre de Galois, le 29 mai 1832, quand il consacre sa dernière soirée à décrire à la hâte ses résultats importants, persuadé de sa mort prochaine, mais ne faisant rien pour l'éviter.

Après cela il se trouvera, j'espère, des gens qui trouveront leur profit à déchiffrer tout ce gâchis. Je t'embrasse avec effusion.

Après beaucoup d'hésitations, j'ai tenté une fois l'expérience suivante : lire en cours ce qui allait devenir le chapitre XIII de mon livre, une vie de Galois. Cela m'a pris une heure ; j'étais assez ému ; je ne suis pas un comédien professionnel ; je n'ai jamais recommencé.

Je note une fois pour toutes la difficulté

Je note une fois pour toutes la difficulté suivante que je devais retrouver à de nombreuses reprises. Je n'avais aucune connaissance particulière antérieure des domaines de l'histoire des mathématiques que j'abordais. Je n'avais aucun recul sur les documents que je lisais. Quand je parlais, par exemple de l'histoire des mathématiques arabes ou de l'histoire de la résolution des équations du troisième degré, je construisais mes explications à partir de grands textes généraux sur l'histoire des mathématiques auxquels je faisais confiance ; ils étaient ma seule information et ils donnaient des résumés très courts. Une information condensée peut être excellente, mais on ne peut résumer un résumé, ni l'étendre en un discours riche à partir de lui seul. Les points de vue, dont certains étaient eux-mêmes probablement de seconde main, pouvaient être discutables, partiels ou même erronés sans que je sois capable de m'en apercevoir.

Depuis, des publications de textes d'al Khwarizmi, d'Omar Khayyam par Roshdi Rashed, une traduction de textes de Tartaglia[3], parmi d'autres, m'ont permis de mieux comprendre ce qui s'était réellement passé et de corriger au moins certaines de mes erreurs. Je me souviens aussi de l'histoire de la noyade d'Hippasos de Métaponte dans la mer Égée entendue dans une conférence d'un congrès, tellement merveilleuse et présentée avec autorité comme absolument avérée que je l'ai reproduite longtemps sans imaginer qu'une vérification supplémentaire s'imposait.

La consultation de textes originaux était encore très difficile il y a 20 ans. Obtenir une photocopie d'un texte de Neper conservé à la Bibliothèque nationale tenait du miracle. Ceux qui allaient à Paris et travaillaient en réseau échangeaient parfois des photocopies de textes introuvables. J'avais fait sur mon ordinateur à la fin des années 1980 un inventaire des livres, contenant des mathématiques (la définition était assez large et fluc-

3 Voir le livre de Gérard Hamon, Lucette Degryse : Niccolo Tartaglia, Questions et inventions diverses, Livre IX, paru aux éditions Hermann, 2010.

tuante) et publiés avant les années 1830, des bibliothèques de Rennes, Morlaix et Vannes que Pierre Crépel avait complétée pour Lorient et Jos Pennec pour Brest. J'y avais passé de longues journées, autorisé par certains bibliothécaires à pénétrer dans les rayonnages où je pouvais feuilleter les livres à loisir. On y trouvait des trésors, comme ce texte de Desargues sur la coupe des pierres conservé à Quimper et dont on ne connaît que trois exemplaires. J'ai récemment mis cet inventaire sur le site de l'IremM de Rennes. A l'époque, cela n'intéressait pas les bibliothécaires.

Le contraste avec l'époque actuelle est très fort. Je peux maintenant localiser la plupart des livres rares en quelques secondes, télécharger en quelques minutes des livres qui me paraissaient inaccessibles autrefois et le prêt entre les bibliothèques fonctionne très bien.

De César à ce RSA

De César à ce RSA, ce fut le fil conducteur du cours de cryptographie que j'enseignais en 1996 et 1997. L'enseignement avait été créé par Pierre Berthelot et Louis Mahé. Le cours était centré sur la méthode de cryptographie appelée RSA, acronyme formé à partir du nom de ses inventeurs, en 1977 : Rivest, Shamir et Adleman.

Cette méthode est issue de la théorie des nombres ; elle est basée sur le fait très simple suivant : il est facile de multiplier deux nombres premiers, quelle que soit leur taille, même de 200 ou 300 chiffres ou plus en base 10 ; par contre, il est impossible dans l'état actuel des connaissances mathématiques et des moyens informatiques d'avoir des procédures qui prennent moins de quelques millions d'années pour retrouver deux grands nombres premiers dont on ne connaît que le produit. Le cours présentait des méthodes récentes pour construire de grands nombres premiers, pour factoriser un grand nombre en produit de facteurs premiers, quelques jolis résultats d'arithmétique, une introduction aux courbes elliptiques.

Ce cours incitait à raconter de l'histoire des méthodes cryptographiques. Cette histoire peut se diviser en deux périodes extrêmement inégales : avant et après l'idée révolutionnaire de rompre la symétrie entre l'expéditeur et le récepteur (Whitfield Diffie en 1976 qui écrivaitavec Martin Hellman : *We stand today on the brink of a revolution in cryptography*) et l'invention du RSA qui permet une telle disymétrie. Avant, les mathématiques sont quasiment absentes de la cryptographie, même si des mathématiciens comme Viète ou Turing s'y sont illustrés ; après, les mathématiques y sont fortement présentes, comme le montrent la multiplication des enseignements et de la recherche cryptographiques à l'université.

J'ai toujours pris beaucoup de plaisir à raconter le décalage à la Jules César, si simple qu'on se demande qui pouvait l'utiliser avec confiance, les premières nomenclatures attribuées à Gabriel de Lavinde, secrétaire d'un pape d'Avignon, le disque d'Alberti qui donne la possibilité de changer de décalage et introduit l'idée de surcodage, la grille de Vigénère (je m'aperçus plus tard de l'importance de Bellaso et Porta), lointaine origine des machines ENIGMA, etc. J'expliquai comment les services français avaient déchiffré le fameux télégramme Panizzardi au début de l'affaire Dreyfusque seul(e)s de mon auditoire connaissaient (à peine) ceux et celles qui avaient suivi leurs études au lycée du centre ville (le lycée Emile Zola, ancien lycée Chateaubriand) où avait été jugé Dreyfus en 1899.

Une raison personnelle

Une raison personnelle me faisait parler des codes ADFGX et ADFGVX de l'armée allemande. L'utilisation du premier à partir du 5 mars 1918 déroute les services français ; subitement, ils ne peuvent plus déchiffrer les messages allemands et en déduisent qu'une nouvelle offensive se prépare. Elle commence effectivement le 21 mars (l'offensive est connue sous le nom de Michael et dure jusqu'au 5 avril) et l'augmentation du nombre de messages en ADFVX qui en résulte va permettre au lieutenant Painvin (1886-1980) d'en percer peu à peu les secrets à la fin du mois de mai.

Mais les Allemands introduisent le système ADFGVX le premier juin. Painvin, au bord de l'épuisement, tire partie de trois messages presque identiques pour le déchiffrer. Un des messages déchiffrés par ses services, le 3 juin, va permettre au général Foch d'organiser une contre offensive qui fut considérée, beaucoup plus tard, quand le secret militaire fut levé, au moins par les cryptanalistes, décisive et menant à la victoire finale ; on parle du *radiogramme de la victoire*. Cette étude me permit de replacer le moment de la guerre où mon père fut grièvement blessé (je n'aurais pas existé à cinq centimètres près), le 23 mars, au tout début de l'offensive allemande, au nord de Noyon. C'est seulement 50 ans plus tard que le responsable allemand des codes, Fritz Nebel, apprit de Painvin lui-même, dans une réunion à Paris, que ses codes avaient été cassés, alors qu'il les croyait encore invulnérables. Il était, paraît-il, anéanti.

L'irruption de la théorie des nombres

L'irruption de la théorie des nombres dans la cryptographie me poussait à donner quelques aperçus d'histoire beaucoup plus mathématiques. D'abord en rappelant quelques résultats d'Euclide : la démonstration de l'infinité des nombres premiers, la vérification que les nombres $2^{n-1}(2^n-1))$ avec 2^n-1 premier sont parfaits pairs (le calcul est facile, la réciproque, plus délicate, est due à Euler). C'était l'occasion de parler de Mersenne, de Fermat, d'Euler et de Gauss, quasiment inconnus pour tou(te)s, des nombres de Mersenne et du critère de Lucas-Lehmer, de situer le petit théorème de Fermat, la méthode de factorisation de Fermat, l'indicateur d'Euler, la cyclicité du groupe multiplicatif d'un corps fini.

Le cours de cryptographie donnait aussi la possibilité de parler de l'histoire en train de se faire. Sans être spécialiste, je pouvais expliquer combien les problèmes de distribution de clé étaient devenus extraordinairement complexes dans les années mil neuf cent soixante pour les banques, les entreprises, les diplomates, les militaires. Je racontais le long voyage de Diffie de la côte est à la côte ouest pour rencontrer Hellman et jeter les bases de la cryptographie à clé publique. Je ne manquais jamais de raconter les dangers de l'absorption irréfléchie d'un verre de Coca-cola : Diffie raconte que cela lui avait fait oublier (momentanément) l'idée géniale de la dissociation entre clé publique et privée qu'il venait d'apercevoir. Toujours sans être spécialiste, je racontais les problèmes de sécurité des cartes bleues, des distributeurs, des ordinateurs (on parlait peu d'Internet alors) ; je parlais du NSA (National Security Agency), où travaillent de nombreux mathématiciens, qui est bien plus puissant que la CIA ou le FBI, qui écoute tout, etc.

L'histoire servait aussi à corriger l'idée que pouvait donner le cours : le RSA n'était qu'une partie de la cryptographie moderne ;

l'algorithme le plus utilisé de l'époque était depuis plus de 20 ans le DES (Data Encryption Standard) ; le DES était basé sur une clé dont certains disaient que la longueur était trop courte (56 bits) afin de permettre au NSA de décrypter les messages chiffrés avec son aide : on entrait là dans un système extrêmement complexe du point de vue combinatoire, mais assez peu intéressant pour un enseignement de maîtrise, me semblait-il ; aujourd'hui, il faudrait dire quelques mots de l'AES (Advanced Encryption Standard) qui a remplacé le DES en 2001 : c'est une branche de Rijndael, un algorithme dont la prononciation ne s'invente pas, conçu par deux chercheurs belges : Rijmen et Daemen.

Enfin, on pouvait donner des applications concrètes du système RSA, comme les échanges de clefs pour le DES à distance, les puces des cartes bleues, mais le paiement sur internet n'existait pas encore.

Ce sont les didacticien et psychologue

Ce sont les didacticien et psychologue des mathématiques du département, Jean Houdebine et Jean Julo, qui m'ont demandé, en 1995, d'assurer de petits enseignements d'histoire des mathématiques dans le cadre des UE de didactique qu'il proposaient aux étudiants de la première année à la maîtrise (quatrième année d'études). Je me rappelle que l'Irem de Rennes ne souhaitait pas, dans les années 1970-80, que ses groupes de recherche abordent des thèmes d'histoire ; la situation avait changé vers 1988-89 ; j'avais travaillé avec des collègues du secondaire des activités où l'histoire des mathématiques et les mathématiques se trouvaient un peu mêlées et commençais à connaître un peu mieux différents sujets de différentes périodes. J'ai disposé certaines années de 24 heures, d'autres un peu moins. J'ai souvent commencé mes cours en demandant de me citer des noms de mathématiciens ; en insistant un peu, j'obtenais quelques noms dont j'allais parler (Thalès, Pythagore loin devant tous les autres), sauf pour le vingtième siècle pour lequel quasiment aucun nom ne m'était proposé (sauf les enseignants du département !).

Les différents chapitres du cours ont varié d'une année à l'autre et je ne peux tous les citer. Je ne traitais chaque année qu'une partie des thèmes que je vais maintenant présenter.

Je commençais par un très court chapitre

Je commençais par un très court chapitre sur la préhistoire, ce qu'on pouvait dire des façons de compter en prenant des exemples dans les tribus indiennes actuelles. Ma référence principale était des textes d'Olivier Keller, comme *Aux origines de la géométrie : le paléolithique : le monde des chasseurs-cueilleurs*, Vuibert, 2004) ainsi que les textes de Georges Ifrah. J'ai complété ce chapitre ces dernières années en parlant de l'approche des nombres des *Mundurucus*.

Suivait un chapitre sur les mathématiques babyloniennes (où j'ai utilisé les travaux de Neugebauer et ce que Christine Proust me racontait, voir son *Tablettes mathématiques de Nippur*, de Boccard, 2007), reprenant les thèmes algébriques déjà évoqués plus haut, leur expliquant les divisions à l'aide des tables d'inverses, montrant comment trouver les triplets pythagoriciens en présentant la fameuse tablet-

4 Même après l'avoir étudié très longuement avec un groupe Irem (voir *Faire des mathématiques à partir de leur histoire*, tome VI, Irem de Rennes), je n'ai pas été convaincu par les thèses d'Eleanor Robson sur la méthode qui a pu servir pour la construction de cette tablette.

te Plimpton 322[4] , montrant enfin comment calculer la racine carrée de 2 à partir de l'extraordinaire tablette donnant la valeur 1 24 51 10 (en sexagésimale).

Je n'ai pas seulement présenté les textes anciens, j'ai également eu envie de dire quelques mots plus éloignés des mathématiques, présentant la montée de la civilisation au Moyen Orient, des premières cultures de céréales vers –11000, des premières domestications, à l'invention de l'écriture vers –3300, puis à l'unification des systèmes de mesure vers –2200 ; je propose toujours avec émotion à ceux et celles qui m'écoutent de rendre hommage en regardant leur montre à ceux (ou celles ?) qui ont eu l'idée du système en base 60.

Je présentais les Eléments d'Euclide dans le contexte du rayonnement culturel d'Alexandrie, puis proposais la lecture de quelques fragments(dans la traduction de Bernard Vitrac, éditée par les PUF), variables suivant les années : les définitions et demandes du début, les propositions 1 et 2 du livre 1 sur le transport des longueurs, la construction du pentagone régulier, l'algorithme d'Euclide, l'infinité des nombres premiers, la famille des nombres parfaits pairs, le volume de la pyramide (en suivant le travail de Michèle Grégoire paru dans la revue *Mnémosyne*, numéro spécial I, Université de Paris VII, 1991). Je présentai également en détail la mesure de la terre d'Eratosthène. L'idée en est d'une admirable simplicité.

Je consacrai un chapitre aux mathématiques du monde arabe en reprenant ce que j'avais dit en théorie de Galois. J'ai présenté l'introduction du *Calcul indien* dans notre civilisation par al Khwarizmi. J'en ai profité pour raconter à grands traits l'essor de la civilisation arabe, évoquant l'histoire de Mahomet, les premiers califes, les guerres de conquête, le passage du détroit de Gibraltar (le djebel al Tarik) en 711 et la bataille de Poitiers.

Je parlais ensuite du Moyen-Age, des traductions à Tolède autour de 1100, de Léonard de Pise (qui ne s'appelait pas Fibonacci). Je tenais beaucoup à un chapitre sur l'introduction de la perspective centrale en peinture (nous l'avions mis au point à l'Irem ; il a été rédigé par Pascal Quinton, voir *Faire des mathématiques à partir de leur histoire*, tome 2, Irem de Rennes, 1995) où, en partant de textes d'Alberti, Piero della Francesca ou Dürer, on pouvait apprendre aux étudiant(e)s à tracer l'image en perspective d'une figure donnée. J'en profitais pour montrer une trentaine de tableaux de la Renaissance italienne, bon nombre d'entre eux reproduits du magnifique livre de Daniel Arasse sur la représentation de l'Annonciation.

Pour le seizième siècle, je reprenais ce que j'avais fait en théorie de Galois. Je consacrai un chapitre à Viète et à l'histoire du Parlement de Bretagne à Rennes.

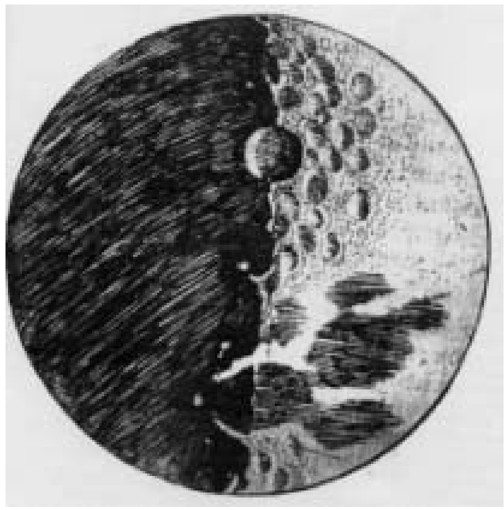
Les cours ayant un nombre d'heures très limité

Les cours ayant un nombre d'heures très limité, je n'ai pas choisi de sujets trop techniques ou difficiles et qui m'auraient pris du temps comme la mesure des grandeurs du livre 5 d'Euclide, la mesure du cercle ou de la détermination de l'aire d'un segment de parabole d'Archimède, les débuts de l'analyse chez Fermat, Leibniz et Newton, le problème des parallèles d'Euclide à Gauss, Lobatchevski, Beltrami, etc. Je n'ai pas non plus cherché à survoler l'œvre de grands mathématiciens comme Fermat, Euler, Gauss, Riemann, Poincaré, etc. ne voyant pas comment ne pas être que superficiel. J'ai donc choisi de traiter pour la période de 1600 à nos jours plutôt des thèmes.

Le premier de ces thèmes est le calcul des logarithmes. Les personnages de Neper et Briggs sont attachants, la définition par Neper des logarithmes à partir de mouvements qui remplacent une équation différentielle illustre le passage à l'analyse dans les années mil six cents, les différentes méthodes de calcul de Briggs mettent l'accent sur de superbes méthodes de calcul numérique. On peut poursuivre l'étude de ce thème jusqu'à nos jours en montrant une méthode de calcul des logarithmes pour les calculatrices électroniques.

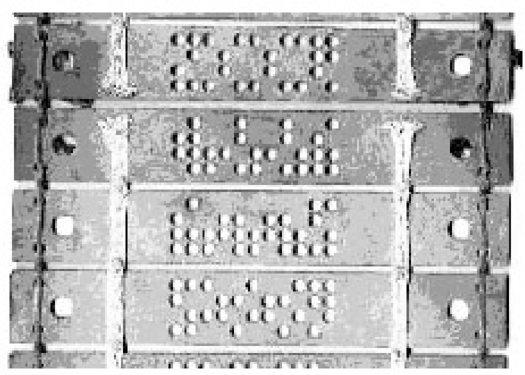
La mesure de la terre et de l'espace a constitué un autre thème. Les mesures des montagnes de la Lune par Galilée en 1609 sont basées sur des résultats élémentaires de géométrie et ses observations de la fin de 1609 avec la première lunette qu'il s'était fabriquée.

Les mesures de la terre sont basées sur la méthode de triangulation. Je n'ai pas insisté sur la mesure de Snel, mais sur celle de l'abbé Picard de 1670 (voir l'article de Pascal Quinton : Activités mathématiques à propos de la mesure de la Terre, *Repères*, 49, 2002). C'était l'occasion d'évoquer l'organisation de la vie scientifique en France à cette époque, depuis l'activité de Mersenne et de ses correspondants jusqu'à la création de l'Académie des sciences en 1666. Ce thème s'est prolongé de multiples façons, avec un merveilleux parfum d'aventures exceptionnelles, en évoquant les expéditions des années mil sept cent trente-cinq de La Condamine, Bouguer, Maupertuis, la descente quasiment complète de l'Amazone par le premier, le tracé des cartes, l'adoption du mètre comme unité de mesure par la Convention, la mesure de Delambre et



Méchain, etc. jusqu'aux mesures actuelles par satellites.

J'ai aussi suivi le thème du calcul par machines, commençant par celles de Schickard et Pascal (la *Pascaline*), puis montrant le métier à tisser de Jacquard avec son programme de cartes perforées : (presque personne n'avait vu de cartes perforées des ordinateurs des années mil neuf cent soixante).



J'ai continué en donnant la structure de la machine de Babbage pour laquelle Ada Lovelace écrivit les premiers programmes, continuant par les machines de Lord Kelvin, l'analyseur différentiel de Bush, la construction de l'ENIAC et des premiers ordinateurs. J'en profitais pour parler plus longuement de Von Neumann.

Pour le thème de la mémoire des formes, des caractères d'imprimerie aux courbes de Bézier, je suivais les travaux que Loïc Le Corre avait mené dans le cadre d'un groupe de l'Irem (voir *Faire des mathématiques à partir de leur histoire*, tome 4, Irem de Rennes, 2002).

Un autre sujet où les mathématiques ont pris récemment une place centrale est celui de la météorologie. L'analyse de la tempête qui dévasta la flotte franco-anglaise en Crimée et provoqua la mort de 400 marins est à l'origine des stations installées dans toute l'Europe pour surveiller les phénomènes météorologiques. Les lois de Buys-Ballot sont des lois de physique. L'idée que les mathématiques pourraient jouer un rôle dans les prévisions météorologiques s'impose avec le norvégien Vilhelm Bjerknes au début du vingtième siècle. C'est à cette époque que Poincaré souligne la grande sensibilité des phénomènes météorologiques aux conditions initiales, bien avant qu'Edward Lorenz ne donne l'image du battement d'une aile de papillon au Brésil provoquant (ou évitant) une tempête au Texas.

Il faut attendre la mise au point des premiers ordinateurs et des premiers modèles pour calculer les premières prévisions numériques, en 1952, sous l'impulsion de Von Neumann. L'illustration parfaite des limites des modèles et de l'importance de conserver des prévisionnistes humain(e)s est illustrée par la tempête qui ravagea la Bretagne, dans la nuit du 15 au 16 octobre 1987.

J'avais déjà abordé le vingtième siècle

J'avais déjà abordé le vingtième siècle à travers les thèmes que j'avais choisis. J'ai parfois ajouté une séquence sur les médailles Fields depuis 1936, du moins ce que je pouvais en dire. Dans un autre chapitre, je racontais la reprise des activités mathématiques en France après la guerre de 1914, le séminaire Hadamard, la naissance du groupe Bourbaki, la rédaction des Eléments et le séminaire ; je présentais Henri Cartan, André Weil, Laurent Schwartz, Jean-Pierre Serre, Alexandre Grothendieck et l'IHES ; il était difficile de s'arrêter ! J'ai aussi évoqué le grand Hilbert, la grande Emmy Nœther, la fin désespérante et si brusquée des mathématiques à Gœttingen en 1933, quand les mathématicien(ne)s d'origine juive sont chassé(e)s du jour au lendemain.

J'ai aussi raconté une fois l'effervescence

J'ai aussi raconté une fois l'effervescence qui régnait au département de mathématiques quand je suis arrivé à Rennes en 1964. Les plus anciens du département avaient suivi au début des années 1950 les derniers cours de Louis Antoine, mathématicien remarquable cruellement blessé en 1917 et qui, aveugle, avait inventé les célèbres colliers d'Antoine, importants pour la topologie des années 1920. Le doyen Yves Martin [5], mathématicien, avait recruté un ensemble de jeunes absolument remarquables (Yves Guivarch, Jean Houdebine, Jacques Roubaud, Jean-Claude Tougeron,..). Quand j'arrivais, ils terminaient leur thèse. Italo Giorgiutti, Jean Bénabou, Michel Métivier développaient

5 Décédé en juin 2010.

l'algèbre, la théorie des catégories, les probabilités, Georges Glaeser, plus ancien, débordait d'idées en analyse.

Jean-Paul Benzécri, un normalien génial et qui avait commencé par des travaux difficiles de géométrie, avait fait venir à Rennes le premier ordinateur (en 1963) sur lequel il faisait mettre au point par sa première élève, Brigitte Cordier, des méthodes d'analyse de données nouvelles (où la vision géométrique était la base même de la méthode) qui allaient être utilisées bientôt dans tous les domaines : linguistique (le cœur du projet de Benzécri), économie, médecine, physique, biologie, sciences sociales, psychologie, œologie, finances, géographie, etc. ; son rayonnement et ses connaissances dans tous les domaines étaient exceptionnels. Il devait bientôt quitter Rennes pour Paris et, autour de lui, l'école française d'analyse de données allait devenir la meilleure du monde !

L'ambiance était vraiment stimulante. Sans Yves Martin, les mathématiques ne seraient sans doute pas ce qu'elles sont à Rennes aujourd'hui.

Il y avait alors trois femmes professeurs à Rennes (le quart de l'effectif, une situation probablement unique !). Je les ai évoquées pour un cours sur les femmes et les siences : mesdemoiselles Marie Charpentier (une des premières thèses de femme, en mécanique, boursière Rockfeller), Huguette Delavault (elle a, plus tard, beaucoup travaillé pour l'Afrique) et Paulette Liebermann (géomètre différentielle, plus tard professeure à Paris) ; être une femme mathématicienne était à l'époque très rare et les jeunes chercheuses débutantes de l'équipe de Benzécri sentaient combien les regards masculins de l'assistance d'un congrès étaient pesants quand c'était à elles d'intervenir.

Je n'ai pas vraiment intéressé mon auditoire

Je n'ai pas vraiment intéressé mon auditoire (les étudiant(e)s de notre Université viennent de toute la région) en retraçant l'histoire de l'Ecole centrale de Rennes entre 1796 et 1802, de Mathurin Thébault (1727-1801) qui y enseigne jusqu'à sa mort, de Jacques Binet qui y étudie et sera mathématicien de valeur, professeur au Collège de France et auteur de formules connues. Je n'ai pas mieux réussi en parlant de l'histoire de la Faculté des sciences de Rennes, créée en 1840, et de ses premiers professeurs, remarquables.

Je ne pouvais aborder avec mon public d'étudiant(e)s de licence ou de maîtrise des sujets récents de recherche mathématique que superficiellement et n'ai jamais insisté pour leur imposer une écoute qui se lassait. En rester à des généralités, ou donner un énoncé sans pouvoir le relier à d'autres faute de pouvoir entrer dans des détails techniques est un peu frustrant.

Les questions : *Combien de théorèmes mathématiques montre-t-on chaque année, Combien y a-t-il de mathématicien(ne)s dans le monde*, ont toujours reçus des réponses étonnantes : *moins de cinq théorèmes, quelques centaines* ne sont pas rares, alors que 100 000 est plus exact pour les deux questions. Mais le nombre de théorèmes réellement intéressants est sans doute bien moindre.

J'ai eu (et j'ai encore pour quelque temps) tellement de plaisir à raconter tout cela ! Je cherchais à donner à de futurs enseignants de mathématiques de l'air et de la culture pour mieux intéresser leurs élèves et les former aux mathématiques. Et puis je me suis aperçu qu'il y avait d'autres urgences.

Les déclarations et les décisions consternantes de Claude Allègre

Les déclarations et les décisions consternantes de Claude Allègre m'ont beaucoup affecté et je n'ai pas été le seul. Claude Allègre a été conseiller du Ministre de l'éducation nationale Lionel Jospin de 1988 à 1992. Quand Lionel Jospin est devenu premier Ministre, il est devenu Ministre de l'éducation nationale de 1997 à 2000. Ses déclarations sur les enseignants, leurs comportements, sont des *bêtises* (le mot n'est pas de moi) ; les déclarations sur les mathématiques sont également stupéfiantes et je vais en citer quelques unes.

Les mathématiques ne constituent pas à proprement parler une science.

Les mathématiques sont en train de se dévaluer de façon quasi inéluctable.

Pour les applications, il existe des logiciels effectuant automatiquement les calculs et les tracés de courbes nécessaires.

Diminuer rapidement le nombre de postes de mathématiciens mis aux concours dans l'enseignement secondaire, faute d'être autorisé à les supprimer tous d'un seul coup.

Après avoir lu certaines de ces déclarations, Laurent Schwartz écrivit à Claude Allègre pour lui demander de démentir des *textes aussi stupides qu'inadmissibles*, soulignant que tous les pays accroissaient *la formation des jeunes en mathématiques, que les mathématiques sont de plus en plus utilisées dans toutes les autres sciences*..Je ne sais s'il a jamais reçu une réponse. L'Académie des sciences écrivit : *Il est urgent que le Ministre renonce à ses appréciations déconcertantes et infondées sur la dévaluation des mathématiques*.

Les idées et l'action de Claude Allègre se comprenaient mieux en revenant sur l'histoire de l'enseignement scientifique depuis la dernière guerre. Les mathématiques étaient devenues prééminentes et elles formaient une des bases, critiquée, du système de sélection des élites. L'introduction des *mathématiques modernes* avait bouleversé l'enseignement avec une abondance d'abstraction rebutante. Je me souviens de l'action de Jean-Louis Ovaert dans les années mil neuf cent quatre-vingts pour revenir à des programmes plus adaptés.

Les attaques de Claude Allègre ont eu lieu alors que le poids des mathématiciens dans les systèmes de pouvoir avait fortement baissé. Parmi d'autres mesures, l'horaire de mathématiques a été réduit en seconde et en première dans les classes scientifiques. Les conséquences ont été désastreuses pour l'enseignement scientifique français ; la baisse sensible du nombre d'étudiant(e)s dans les études scientifiques que nous constatons depuis peut lui être, au moins partiellement, attribué. Le rééquilibrage avec la physique ou la biologie n'a pas été obtenu, alors que de grands physiciens soutenaient Allègre et demandaient de rendre l'enseignement de la physique plus pratique et plus attrayant..tout en demandant un haut niveau en mathématiques à leurs étudiants.

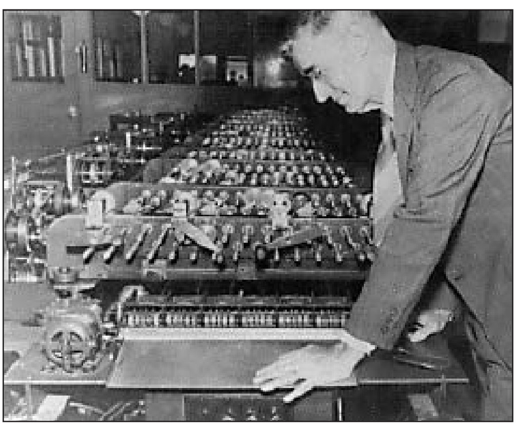
Enfin, Claude Allègre savait défendre ses idées ; il en parlait avec assurance à la télévision ; elles touchaient tous ceux qui pensaient que les enseignants avaient beaucoup de vacances, beaucoup de congés, qui se demandaient bien ce qu'on pouvait encore trouver en mathématiques, surtout depuis qu'on avait des ordinateurs..Bien des responsables politiques les approuvaient.

J'ai pensé que pour lutter contre ces idées

J'ai pensé que pour lutter contre ces idées, et les mesures qui en découlaient, j'avais un moyen très simple et me correspondant : mes petits cours d'histoire des mathématiques. Ce n'était certes pas un moyen d'une grande force, je n'avais aucune puissance médiatique, mais je formais les futurs enseignants de mathématiques et je pouvais proposer aux étudiants des idées différentes de celles du ministre. Si elles les convainquaient, je leur donnais des arguments à présenter à leurs élèves et aux parents des élèves. J'étais persuadé que je ne serai sûrement pas le seul à avoir cette idée et que, dans chaque académie, un bon nombre de mes collègues auraient des réactions parallèles. A nous tous, nous pouvions sans doute nous faire entendre de l'opinion et susciter des vague(lette)s contrecarrant les paroles du ministre..Je cherchai de nouveaux sujets pour mes cours.

La première fois que j'ai entendu parler de Bush

La première fois que j'ai entendu parler de Bush, je crois que c'était dans une conférence de Dominique Tournès. Il s'agit bien sûr de Vannevar Bush (1890- 1974), sans lien avec un président des Etats-Unis. La première invention de Bush, en 1913, est le *Profile Tracer*, un appareil consistant en une boîte montée sur deux roues de bicyclette qui enregistre le profil d'un terrain accidenté. Pendant la première guerre mondiale, Bush étudie les problèmes de détection de sous-marins pour la Navy.



Dans les années mil neuf cent vingt, Bush travaille au MIT sur la résolution mécanique des équations différentielles, ce qui le conduit à la construction d'un *Differential analyzer*, appareil complexe qu'il fait breveter en 1935 et dont il fait construire quelques exemplaires. Il s'occupe également de la mise au point d'appareils de photocomposition ou de sélection rapide de microfilms.

Parallèlement, Bush poursuit une brillante carrière administrative. A partir de 1939, ses activités prennent une nouvelle orientation et il devient un homme essentiel dans l'organisation des scientifiques dans l'effort de guerre américain. Il conseille le président Roosevelt, dirige le NDRC (National Defense Research Commitee) en juin 1940, puis l'OSRD (Office of Scientific Research and Development) qui englobe le précédent, de 1941 à 1946. Il est responsable du travail de 6000 scientifiques, persuade Roosevelt de débloquer deux milliards de dollars pour la construction de la bombe atomique, s'occupe des travaux sur les antennes de radar, etc.

Bush fait partie d'une commission chargée de décider de l'utilisation de la bombe atomique dans la guerre contre le Japonen fonction d'éléments comme : le Japon résiste, les bombes au phosphore font des ravages dans les populations civiles mais ne forcent pas la capitulation du Japon, le coût de l'invasion du

Japon en vies américaines risque d'être très important. Le 16 juillet 1945, Bush assiste à l'explosion de la première bombe atomique sur le site de Trinity à Alamogardo au Nouveau Mexique ; on raconte qu'il aurait été victime d'un malaise.

Bush m'intéressait encore pour avoir été sollicité par Roosevelt en 1944 pour faire des recommandations pour les activités en temps de paix tirant les leçons de la guerre, pour la santé, la création de nouvelles entreprises, l'amélioration du niveau de vie. Le texte de Bush est rendu le 5 juillet 1945 ; Roosevelt vient de mourir. Bush souligne l'importance de la recherche fondamentale comme base de toute recherche appliquée. Le premier ordinateur n'est pas encore achevé (il est alors secret ; son existence n'est révélée que le 16 février 1946). Bush est prophétique ; il imagine les futures conditions de travail des chercheurs, un réseau mondial d'ordinateurs connectés entre eux, leur livrant instantanément les informations demandées, avec des écrans, entourés de pièces pleines de femmes en train de perforer des cartes (sic) ; tous les livres seraient accessibles, etc. C'est le monde des Mac et d'Internet : un colloque organisé pour le cinquantenaire de l'article a réuni en 1995 les inventeurs de la souris, de l'hypertexte et d'Internet ; tous ont souligné ce qu'ils doivent à Bush.

Le calcul des tables d'artillerie et de bombardement

Le calcul des tables d'artillerie et de bombardement est essentiel pour qu'un canon puisse être utilisé avec efficacité. La balistique extérieure (l'étude de la trajectoire des projectiles à l'extérieur du fût du canon) est étudiée depuis le dix-septième siècle et j'avais lu un article d'Evelyne Barbin sur le sujet. Au vingtième siècle, la situation peut se décrire ainsi : un artilleur est à son poste ; il connaît la position exacte de la cible qu'il doit atteindre ; la table correspondant au canon dont il dispose lui indique comment il doit l'orienter, en fonction de très nombreux paramètres : la direction du vent, sa vitesse, la densité de l'air, la température, l'altitude, le poids de l'obus, le poids de la charge..Les tables étaient construites par des calculs difficiles. Seuls, les *Differential Analyzer* de Bush, en étaient capables, mais ils n'étaient pas suffisamment rapides pour livrer leurs résultats aux militaires en même temps que les nouveaux matériels ; ainsi arrivaient sans cesse sur les théâtres d'opération des canons sans table pour les régler ! Goldstine écrit que le calcul des tables d'artillerie et de bombardement a été la *raison d'être* (en français dans son texte) du premier calculateur électronique, l'ENIAC, à la conception duquel il a participé.

Les relations entre mathématiques et applications

Les relations entre mathématiques et applications sont profondément transformées par la seconde guerre mondiale. En 1940, on estime entre 100 et 150 le nombre de mathématiciens non statisticiens employés dans le secteur industriel ; la situation va changer rapidement. De nombreux mathématiciens purs (Weyl, Lefschetz, Mac Lane, Ulam, Birkhoff,.). changent (au moins provisoirement) de domaine de recherche pour étudier des problèmes ayant des applications concrètes. Des cours orientés vers la mécanique des fluides, les EDP (équations aux dérivées partielles), etc. sont organisés à l'université Brown durant l'été 1941 : ils sont destinés à de nouveaux arrivants, des exilés. *L'Applied Mathematics Panel* est créé en 1942 ; cette agence est dirigée par Warren Weaver (1894-1978), spécialiste de théorie de l'information. Elle finance de nombreuses études : l'une d'elle, proposant de nouvelles méthodes statistiques, permet aux militaires des économies sur les essais de matériel de guerre largement supérieures à tous les frais engagés par l'Agence durant son existence. Même des mathématiques plus abstraites, comme l'analyse harmonique, les processus stochastiques, les équations différentielles, les EDP, la théorie de l'information, la théorie des corps finis, ont connu un grand essor lors de la seconde guerre mondiale et ensuite, avec des applications dans les problèmes de guidage, de traitement des signaux, de communication, d'organisation des bombardements, de télémétrie, de météo…

L'année 1943 voit le développement de travaux sur la dynamique des gaz, la théorie des explosions, les ondes de choc, les flots gazeux supersoniques (pour l'étude des avions à réaction). Le premier travail sur les explosions est un travail de Weyl. Il est bientôt suivi de plusieurs résultats fondamentaux de Von Neumann ; des résultats de stabilité dans la résolution numérique des équations aux dérivées partielles, obtenus en 1928, sont essentiels. Von Neumann donne une forme pratique à ses résultats qui est très utile pour les calculs menés à Los Alamos.

Les recherches en statistiques et en théorie des probabilités, théoriques ou plus pratiques, sont développées à propos de bombardements, de dommages causés sur des avions par des tirs anti-aériens. Jerzy Neyman, un statisticien de Berkeley, étudie la meilleure façon de larguer des bombes incendiaires et des bombes explosives dans un bombardement : on largue d'abord des bombes explosives qui éventrent les maisons, puis des bombes incendiaires qui créent un gigantesque appel d'air provoquant un incendie global de la zone bombardée, et d'où aucun habitant ne peut réchapper. Plus tard, Neyman s'opposera à la guerre du Vietnam et le Pentagone lui supprimera ses contrats, à l'indignation de ses collègues. Wiener, qui a étudié le mouvement brownien et l'analyse harmonique avec Bush, cherche à prévoir les positions futures d'un avion dont on observe le mouvement ; il exposera ses résultats au Congrès des mathématiciens de 1950.

J'ai cherché à détailler un peu le rôle clé de Von Neumann de 1940 à sa mort en 1957. Il est dans les comités scientifiques les plus importants, en tant que président ou membre consultant ; il intervient constamment dans de nombreuses recherches, les orientant. Il change vraiment la donne entre mathématiques pures et appliquées. J'ai déjà évoqué son rôle dans la prévision météorologique. Son rôle est tout aussi déterminant dans la conception du véritable premier ordinateur, l'IAS : sa structure servira de modèle à tous ceux qui suivront. La photo montre Bigelow, Goldstine, Oppenheimer et Von Neumann devant l'IAS.

Von Neumann est aussi un homme clé dans la résolution des équations liées à la conception de la première bombe H, développant la méthode de Monte Carlo. Il écrira que le but de la science n'est pas de tenter de comprendre, ni de tenter d'expliquer, mais de concevoir des modèles mathématiques décrivant les phénomènes, les plus simples possibles. Cependant, les mathématiques appliquées mettront encore longtemps pour être reconnues, pour que des postes d'enseignants leur soient accordées ; aucune médaille Fields ni prix Abel ne les a encore récompensées ; mais attendons un peu, puisque les probabilités viennent d'en recevoir.

Finalement, les sujets d'histoire que j'abordais dans mes différents cours commençaient à être assez variés.

C'est par téléphone

C'est par téléphone qu'Anne Bourguignon, responsable scientifique des éditions Dunod, m'a proposé d'écrire une histoire des mathématiques dans leur collection TOPOS. Le titre de la collection me plaisait pour avoir un peu travaillé sur les topos, des objets mathématiques proches des ensembles et qui ont été étudiés par Grothendieck, Lawvere et Bénabou.

Mais il y avait une contrainte très forte : il ne fallait pas dépasser 128 pages ! Je pensais d'abord ne couvrir qu'une partie de l'histoire des mathématiques en m'arrêtant vers 1650 : les 128 pages furent vite remplies et bien au-delà. Cela ne convint pas aux éditions Dunod ; elles insistèrent pour que je couvre l'ensemble de l'histoire des mathématiques. J'écrivis un nouveau texte, le coupais, le recoupais et finis par parvenir après beaucoup d'efforts aux 128 pages demandées. Mon soulagement fut de courte durée ; le traitement du texte pour l'impression donna encore quelques pages de trop. Il fallait encore couper ! C'est là que, parmi d'autres, Hamilton perdit sa place ; sa vie ratée, épousant celle qu'il n'aimait pas, retrouvant trop tard celle qu'il aimait, buvant à l'excès, ne me plaisait pas trop !

Couper une section plutôt qu'une autre n'avait sans doute pas d'importance. Ce qui comptait pour moi dans ce petit livre, c'était de donner, comme j'aurai pu le faire d'autres sciences si j'en avais été spécialiste, une image vivante des mathématiques, de leur beauté, des mathématiciens, du bonheur de faire des mathématiques, de découvrir ou d'inventer, de la façon parfois inattendue et à retardement dont des résultats trouvaient des applications, de la présence cachée des mathématiques dans tous les domaines de notre vie de tous les jours, de la nécessité du développement de la recherche pour qu'il en soit de même pour nos descendants. D'une certaine façon, je voulais transmettre dans ce petit livre une certaine idée de comment les choses devraient se passer à l'opposé de ces combats de pouvoir et d'argent qui écrasent tant de monde. Je ne suis pas sûr d'avoir bien réussi dans ce dernier objectif…

Un poste Lecourt

Un poste Lecourt de maître de conférences d'histoire des mathématiques avait été obtenu par Marie-Françoise Roy pour notre UFR de mathématiques. Il y eut plusieurs candidats de grande qualité et ce fut Alain Herreman qui fut choisi.

En peu d'années, Alain organisa un cours d'histoire des sciences sur les théories du système solaire de niveau L3 et des cours d'histoire et épistémologie des mathématiques de niveau L3 et maîtrise (aujourd'hui master).

Deux longues années d'absence dues à un congé sabbatique et à un détachement m'ont donné l'occasion de le remplacer dans ces cours ces deux dernières années. Même si j'avais accumulé beaucoup de connaissances diverses, ces cours d'histoire aux horaires plus longs que ceux dont j'avais l'habitude m'obligèrent à aprofondir et mieux structurer mes différents chapitres et à leur en ajouter d'autres.

Le seul dont je parlerai est un chapitre sur les mathématiques financières. En septembre 2008, cela me paraissait nécessaire puisque toute le monde les remettaient en cause. Je n'étais pas spécialiste de ces mathématiques, mais j'essayais de donner aux étudiant(e)s un aperçu des mouvements browniens et des modèles mathématiques récents. J'évoquais le rôle pionnier de Louis Bachelier (1870-1946) : il créa le sujet en 1900 en étudiant dans sa thèse, en visionnaire, les mouvements browniens, enseigna à Rennes dans les années 1920 et mourut à côté de Saint-Malo ; la valeur de ses contributions ne fut reconnue que dans les années 1960.

Les spécialistes des mathématiques financières formés à l'Université de Paris-Dauphine s'arrachent dans le monde entier. Leurs professeur(e)s, Nicole El Karoui, Marc Yor, faisaient des déclarations pour expliquer la difficile mise au point de modèles mathématiques, en particulier parce que les paramètres des modèles sont souvent délicats à fixer puisque le secret prévaut dans le monde de la finance.

Les grands financiers de la planète, les grands décideurs politiques n'invoquent les lois de l'économie que quand ils veulent imposer de nouveaux sacrifices à ceux qui n'ont pas d'argent. Pour ce qui est de l'utilisation des modèles, ils les ignorent en général sans vergogne, faisant plutôt confiance à leur flair et à leur expérience. Quand ils semblent s'inspirer d'un modèle mathématique, leur flair toujours, les conduit à extrapoler dangereusement les indications du modèle ou à l'utiliser hors de ses limites de validité. On venait de voir où cela avait conduit. Je donnais aussi des détails sur les chaînes de Ponzi, le scandale Madoff,… où la formalisation est facile.

Je m'éloignai des mathématiques quelques minutes pour exprimer mon indignation de voir des gens sûrs d'eux, sortant brillamment de grandes écoles, gorgés de leur valeur et de leur pouvoir, prendre de grandes décisions dont l'effet est de réduire encore plus à la misère et au désespoir toute une partie de la planète, tout cela pour satisfaire les appétits féroces de rendement de groupes d'actionnaires. Leur admirable rhétorique leur permettait d'éviter de parler de (peut-être même de ne pas voir) l'effet de leurs actions et de mettre de côté toute humanité. Mon discours était sans doute naïf ; on reprenait *L'Avare* au théâtre ; le personnage d'Harpagon, prêt à tout pour son cher argent, me paraissait d'actualité.

Les sphères de pouvoir échappent

Les sphères de pouvoir échappent aujourd'hui à la communauté scientifique. Les transformations récentes de la structure de la recherche française, avec l'Agence nationale de la recherche (ANR) créée en 2005, vont peser dans les orientations essentielles de la recherche française en se substituant aux organismes actuels avec une idéologie réactionnaire. L'action du mouvement *Sauvons la recherche* n'a pas été assez puissante, jusqu'ici, pour imposer une autre vision.

De fausse promesse en fausse promesse,

avec des manœuvres tactiques médiocres mais efficaces, mises au point depuis quelques années et qui lui ont malheureusement permis au printemps 2009, de façon assez prévisible, de gagner, le gouvernement met en place des dispositifs que la communauté scientifique dans son immense majorité perçoit très négativement et à la limite de la nausée. J'ai ajouté un nouveau chapitre à mes cours pour analyser devant une douzaine d'auditeurs la politique désastreuse menée par Nicolas Sarkozy. Ces petits éléments de résistance que j'ai voulu semer dans mes cours, dans mon livre, feront-ils jamais le poids ? La lutte doit continuer !

Je voudrais pour terminer rendre aux Irem ce que je leur dois. Leur rayonnement mondial est à la mesure de leurs travaux. Pour moi, c'est en travaillant avec les enseignants du secondaire que j'ai appris à donner une certaine forme à ce que j'écrivais, à ce que j'enseignais ; ce sont eux qui m'ont permis de trouver un équilibre personnel entre les différentes choses que je voulais expliquer. Y suis-je un peu parvenu ? La question est plutôt de savoir si j'ai un peu progressé et ce ne sont pas les quelques remerciements que j'ai pu recevoir sur ma différence avec mes collègues, sur l'intérêt de ce que je racontais qui me rassurera complètement.