

MATHÉMATIQUES (ET MATHÉMATIENS) DES VILLES \forall S

MATHÉMATIQUES (ET MATHÉMATIENS) DES CHAMPS

Par M. Jean-Baptiste HIRIART-URRUTY*

Résumé. Les mathématiques (et le travail de ceux qui en ont fait leur métier, c'est-à-dire celui des mathématiciens) sont difficiles à expliquer, que ce soit dans les milieux où la science est plus présente (auxquels nous nous référons sous le vocable de « villes ») que dans ceux où la culture scientifique est peu diffusée (que nous appelons « les champs »). Nous relatons ici notre expérience à ce sujet, en terminant par indiquer ce qui a changé à cet égard lors des trente dernières années et par faire quelques recommandations.

Summary. Mathematics (and the work of those who have made it their profession, that is to say that of mathematicians) is difficult to explain, whether it is in the circles where science is more present (to which we refer under the name “the cities”) than in those where scientific culture is scarcely diffused (which we call “the fields”). Here we relate our experience on this subject, concluding by indicating what has changed in this respect over the past thirty years and making some recommendations.

Resumen. Las Matemáticas (y el trabajo de quienes han ejercido su profesión, es decir, los matemáticos) es difícil de explicar, tanto en los lugares donde la ciencia está muy presente (a los que nos referimos con el término de las "ciudades") como en aquellos donde la educación científica no está muy extendida (que denominamos "los campos"). Presentamos aquí nuestra experiencia en este tema, identificamos los cambios que han tenido lugar, en este sentido, durante los últimos treinta años y terminamos haciendo algunas recomendaciones.

* Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du 27 avril 2017.

Plan

Introduction

- 1. Le poids des mots**
- 2. La déviance des mots : « mathématiques » égale « calculs »**
- 3. « *Les mathématiques sont figées... on a tout inventé* » disent-ils**
- 4. Impact médias, villes vs champs**
- 5. Les mathématiques et les mathématiciens : quels messages faire passer ?**
- 6. De la nécessité de vulgariser ou populariser les mathématiques**
- 7. Mathématiques, mathématiciens, diffusion... qu'est-ce qui a changé lors de ces trente dernières années ?**
- 8. Recommandations. Conclusion**

Introduction

Avec ce titre sous forme de clin d'œil à une fable de La Fontaine, je voudrais vous parler d'une discipline scientifique (les mathématiques) et de ceux qui en ont fait leur profession (les mathématiciens). Plus particulièrement je souhaiterais évoquer la dualité qui existe entre la perception de cette discipline et de cette profession dans les milieux où une certaine culture scientifique est présente (c'est-à-dire les secteurs urbains avec leurs grands lycées, universités ou écoles d'ingénieurs) et ceux plus à l'écart comme les milieux ruraux (où, par exemple, seule une école primaire ou un collège sont présents). Plusieurs aspects seront considérés : ce qu'on entend par mathématiques, ce qu'est un enseignant ou un chercheur en mathématiques, la vulgarisation ou la popularisation de la discipline, la manière dont les médias véhiculent les sujets un tant soit peu mathématisés, ce qui a changé sur ces aspects lors des trente dernières années et, finalement, les leçons ou recommandations qu'on peut en tirer pour l'avenir.

Ce qui va être dit à propos des mathématiques est valable, dans une très grande mesure, pour tout autre discipline scientifique (les sciences en général) ; en m'écoutant, vous pouvez changer, si vous le souhaitez, mathématiques en physique, chimie, sciences de la vie, de la terre, etc. Il y aura néanmoins des spécificités aux mathématiques, que nous soulignerons.

Vous qui m'écoutez et qui êtes à Toulouse, c'est-à-dire dans « les villes », je vous demande de passer en configuration « les champs » lorsque j'évoquerai cette facette, c'est-à-dire que vous devrez vous imaginer dans une vallée pyrénéenne profonde, après une randonnée, et que la discussion avec les habitants locaux s'oriente vers votre métier, vers les sciences (leur rôle dans la société, les progrès qu'elles engendrent, les craintes qu'elles

inspirent, etc.). Le bon sens étant la chose du monde la mieux partagée (selon R. Descartes), et sans doute la qualité première pour les mathématiques, vous verrez que les réactions suscitées par les discussions ou les interrogations posées reflètent, du côté « champs », un bon sens paysan qui n'a jamais vraiment disparu.

Les quelques points que je développerai seront toujours agrémentées d'historiettes ou anecdotes dont ont été témoins des collègues proches ou, le plus souvent, moi-même.

1. Le poids des mots

Quand on évoque son métier, que ce soit en configuration « villes » ou « champs », il y a un terme qui est bien compris, c'est celui de professeur... : on enseigne, on professe,... Cette appellation va à présent de professeur des écoles (qui a remplacé instituteurs) jusqu'à professeur d'universités. Tant qu'il s'agit de transmettre des connaissances, le vocable est bien compris. Les choses changent radicalement et se compliquent quand on explique qu'une partie du travail d'universitaire consiste aussi à produire des connaissances nouvelles et à les diffuser. La France, qui est friande de sigles et mots nouveaux, a inventé une dénomination pour cela, c'est celui d'*enseignant-chercheur*¹... Auquel il faudrait d'ailleurs ajouter « manager », tant la quête des fonds de financement (pour simplement travailler correctement) a pris de l'importance et est devenue chronophage de nos jours. Les britanniques ont leurs propres dénominations : *readers*, *lecturers*,... d'autres pays européens comme l'Allemagne ont *docent* ou *Privatdozent*, mais la dénomination la plus répandue internationalement est celle de *Professor* (Assistant Professor, Full Professor,...).

Une première anecdote. Un collègue de Limoges reçoit une jeune collègue d'une autre université dans le cadre de travaux en commun. Le

¹ La dénomination d'*enseignant-chercheur* apparaît en France pour la première fois dans un texte officiel de la loi de Janvier 1984 sur l'enseignement supérieur. Inconnue des autres langues, cette dénomination « administrative » est spécifiquement française des *enseignants universitaires*.

Le code de l'éducation (article L. 952-3) précise que le métier d'enseignant-chercheur se déploie en cinq domaines : l'enseignement (incluant formation initiale et continue, tutorat, orientation, conseil et contrôle des connaissances) ; la recherche ; la diffusion des connaissances et la liaison avec l'environnement économique, social et culturel ; la coopération internationale ; l'administration et la gestion de l'établissement.

dimanche, après une balade dans le Limousin profond, les deux s'arrêtent dans un café de village. La discussion s'engage sur les métiers de chacun, et le collègue évoque qu'il est « professeur à l'université de Limoges » ; la jeune collègue fait de même, puis rectifie : « en fait, plus exactement, je suis maître de conférences à l'université X ». Et là, la tenancière du bar s'extasie et, se tournant successivement vers le collègue et son amie : « *vous, professeur, vous faites des cours... tandis qu'elle*, elle donne des conférences ! »

2. La déviance des mots : « mathématiques » égale « calculs »

2.1 Des calculs... de maquignons.

De manière assez générale, mais plus particulièrement dans « les champs », « mathématiques » égale « calculs ». Combien de fois n'ai-je pas entendu « *Mais toi, mathématicien, tu dois être très fort pour le jeu télévisé Les chiffres et les lettres ?* ». « *Pas du tout* » dois-je leur répondre, « *pas plus que les autres en tout cas* »... Calcul est d'ailleurs souvent perçu comme calcul mental... A ce sujet, les meilleurs que j'ai vus en calcul mental sont ces maquignons qui opéraient dans les marchés et foires, lorsque, gamin, il m'arrivait d'y accompagner mes parents... Ils étaient redoutables en rapidité et précision : une fluctuation de 0,15 franc sur un veau qui pesait 135,5 kg était vite et correctement évaluée, ça ne leur posait aucune difficulté... Pourquoi ? Tout simplement parce qu'ils s'exerçaient régulièrement à cette pratique du calcul mental, nécessaire dans leur profession. Cela me conduit à une première règle, valable pour le calcul mental comme pour les mathématiques en général : **On ne progresse en mathématiques qu'en en faisant...** Et, avais-je l'habitude d'ajouter aux étudiants, « en acceptant de « sécher » sur une question »... une pratique pas toujours bien comprise ni admise, tant on voudrait que le « résultat sorte tout de suite ».

Le terme « calcul » a pour racine latine *calculus*, petit caillou utilisé autrefois pour compter. Il en reste des traces dans la langue française avec la terminologie calculs biliaires ou urinaires. Le titre Calculus est encore largement utilisé dans la littérature anglo-saxonne pour signifier le corpus de formation en Analyse-Algèbre linéaire des premières années d'universités (libellés de modules d'enseignement, de livres).

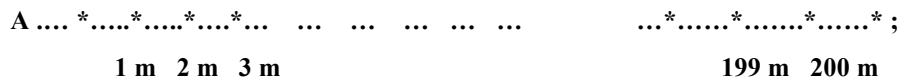
Voici à présent une historiette véridique liant calculs et cailloux, dont le théâtre est mon village natal Hasparren au Pays Basque, « dans les champs » donc.

2.2 Du mathématicien Gauss au berger de Hasparren [3]

Karl Friedrich Gauss (1777-1855) fut un mathématicien et physicien allemand parmi les plus grands, de ces scientifiques dont les théories et résultats ont des retentissements jusqu'à nos jours (unité Gauss en Electromagnétisme, conditions de Gauss en Optique, courbe de Gauss en Statistique, etc.) ; très précoce il stupéfia son instituteur par la rapidité (ou plutôt la méthode) avec laquelle il mena un calcul qui lui avait été proposé. Entre les deux guerres mondiales au 20^{ème} siècle eut lieu à Hasparren (Pays basque, côté français) un événement qui m'a été transmis oralement par mon père alors que j'étais enfant, sous le nom de « pari (ou défi) du berger », et dont le soubassement est le même que le calcul de Gauss. Je me propose ici de relater en quelques lignes les deux histoires, et montrer comment les deux font appel aux mêmes notions de mathématiques élémentaires.

Gauss, alors qu'il était encore tout gamin, agaçait son entourage par la rapidité avec laquelle il fournissait les réponses aux exercices de calcul proposés ; un jour, vers l'âge de dix ans, son instituteur, pour avoir la paix un moment et s'occuper des autres élèves, lui demanda de calculer la somme des cent premiers chiffres : $1 + 2 + 3 + \dots + 100$. Le jeune Gauss impressionna son maître en calculant presque instantanément cette somme... Comment avait-il donc fait ? En faisant la centaine d'additions successives ? Certainement pas, il aurait pour cela été occupé un bout de temps et le procédé n'était pas sans risque d'erreurs...

A Hasparren, à une époque où l'offre de loisirs était moins étoffée que de nos jours, il était habituel que les gens se retrouvent le dimanche après-midi dans les bars de quartier pour boire du vin, à jouer aux cartes ou aux quilles, etc. Un jour, un berger de Hasparren lança à ses compatriotes le défi suivant : ramener à une extrémité fixe d'une ligne droite 200 cailloux disposés tous les mètres, et ce, en moins de trois heures (je ne suis pas sûr de la durée annoncée, peu importe) :



il s'agit de ramener en **A**, un par un, les 200 cailloux disposés sur la ligne droite issue de **A**. Peu importe l'ordre dans lequel sont pris les cailloux, l'important étant de n'en prendre qu'un seul à la fois.

Lorsque le défi fut lancé, les paris ouverts et le dimanche de la tentative fixé, une foule énorme se rendit au bar choisi pour assister à la tentative du berger ; la majorité des parieurs pensait d'ailleurs que le berger ne réussirait pas dans le temps qu'il s'était donné... Le berger se lança progressivement, en commençant par les cailloux les plus éloignés et, de manière à se reposer, en alternant avec les cailloux les plus rapprochés. Il réussit !

On peut se demander si le berger avait, au préalable, fait un calcul de la distance à parcourir, et si les parieurs eux-mêmes avaient une idée de cette distance. Pour le berger, la réponse était claire et fut donnée par lui-même : il avait tout simplement fait des essais (on dirait de nos jours « des simulations ») à la montagne (*bortuan* en Basque). Quant aux parieurs, ils avaient certes le sentiment que le parcours pouvait être long, mais n'avaient certainement pas tous effectué de calculs précis. Or qu'en est-il exactement ? Ramener le premier caillou fait parcourir une distance de 2 m, le deuxième 4 m, le troisième 6 m, etc. jusqu'au dernier qui fait parcourir 400 m... Voilà que nous sommes ramenés à un calcul similaire à celui de Gauss : $2 + 4 + 6 + 8 + \dots + 396 + 398 + 400$. Mais alors comment faire ? Un calcul un peu « force brute » consiste à faire simplement les additions : $2 + 4 + 6 + \dots$; c'est long, fastidieux, et on peut se tromper, c'est semble-t-il ce que fit le journaliste qui rapporta l'événement pour les lecteurs d'un hebdomadaire local. Une méthode plus intelligente (et beaucoup plus rapide !) consiste à faire l'addition en regroupant les nombres « extrêmes » : $2 + 400 = 402$; $4 + 398 = 402$; $6 + 396 = 402$; etc., vous avez compris, ainsi de suite jusqu'à $198 + 204 = 402$ et $200 + 202 = 402$, soit au total 100 fois $402 \text{ m} = 40,2 \text{ km}$! Pour son calcul, le petit Gauss avait procédé de la même manière : $1 + 100 = 101$; $2 + 99 = 101$; $3 + 98 = 101$, etc. jusqu'à $50 + 51 = 101$, soit au total 50 fois $101 = 5050$.

L'histoire de Gauss est peut-être une légende qui court chez les mathématiciens, mais mon histoire de « gosse » (sans jeu de mots) est vraie : j'ai souvent entendu cette histoire du berger de Hasparren de la bouche de mon père, alors que, enfant, faisant les foins avec lui, je devais ramener à la fourche les tas jusqu'à la charrette : « Commence par les plus éloignés... », me disait-il, « puis en te reposant, tu ramènes les proches... *lehengo artzaina bezala* (comme le berger d'autrefois) ».

Cette historiette illustre en tout cas deux aspects inhérents aux calculs mathématiques : pouvoir procéder à des *simulations* et *organiser* les calculs.

Quand j'étais enseignant dans le secondaire (« en ville ») il m'est arrivé plusieurs fois de poser cet exercice de mathématiques (« des champs ») sous le titre : « Le pari du berger de Hasparren » ; ce n'est pas la difficulté de l'exercice qui parfois arrêtaient les élèves, mais bien « où était ce village ? » ; cela me donnait l'occasion d'enrober l'exercice dans son histoire²...

On pourrait d'ailleurs imaginer une compétition sportive du style « marathon de Hasparren » : pendant que d'autres épreuves se déroulent ou quelque repas festif est proposé, deux (ou plusieurs) concurrents placés sur des lignes parallèles répondent au défi du berger, chacun adoptant sa propre stratégie : les plus éloignés d'abord, ou les plus proches, ou autrement... Ce serait intéressant car, à moins de pointer à chaque passage les distances parcourues par les concurrents, on ne sait pas qui est en tête. De fait, je fus approché il y a quelques années par un responsable des activités sportives auprès d'une bourgade près de Pau, car il envisageait de mettre en place cette idée... Il n'en a rien été.

Il y a des mathématiques avec beaucoup de calculs, d'autres avec moins ou pas de calculs... Je termine ce paragraphe sur « mathématiques = calculs » par cette phrase du mathématicien Roger Godement (1921-2016) : *« L'idée que les mathématiques devraient se faire « sans calculs », si elle est vraie dans certains domaines, est en fait souvent mise en défaut. Ce qu'il faut supprimer, ce sont les calculs inutiles – mais pas les autres ! »*

3. « Les mathématiques sont figées... on a tout inventé » disent-ils

Parmi les idées reçues, celle qui consiste à clamer que les mathématiques sont figées, qu'on a déjà tout inventé, est présente et véhiculée aussi bien « dans les villes » que « dans les champs ». Pas facile d'aller à contre-courant, des efforts d'explication et de la patience sont nécessaires. J'ai encore le souvenir d'un collègue universitaire informaticien de mon université (nous sommes donc « en villes ») qui, lors d'une discussion pédagogique houleuse, s'exclamait : « Mais pour vous les mathématiciens, les équations différentielles ne changent pas, c'est comme au siècle dernier..., tandis que nous, nous devons actualiser régulièrement nos enseignements d'informatique »... Voici une anecdote, « dans les champs » cette fois-ci, dont j'ai été personnellement le témoin. Cela se passe

² L'histoire, avec le même titre, est aussi proposée à l'exposition sur Fermat qui est visible à sa maison natale à Beaumont-de-Lomagne (Tarn-et-Garonne), depuis de l'été 2001. C'est l'association du nom de Fermat Sciences qui s'occupe de cette exposition.

dans une vallée reculée des Pyrénées, et le groupe que j'accompagnais, s'était arrêté dans une boutique pour acheter des produits locaux. Le tenancier, curieux, nous questionne sur nos métiers... Je fais de mon mieux pour lui expliquer mon activité professionnelle, au-delà de l'activité d'enseignement, ce qu'est la production de connaissances nouvelles en mathématiques. Il n'a pas l'air convaincu, il m'écoute poliment néanmoins... En partant, alors que je suis déjà sorti, il hèle une des personnes qui m'accompagnent et la questionne malicieusement : « Mais... dites-moi, 2 et 2, ça fait toujours 4 ? ».

On estime pourtant que la masse des mathématiques nouvelles créées depuis le milieu du 20^{ème} siècle (fin de la deuxième guerre mondiale) est supérieure à celle des mathématiques existantes à cette époque-là. Nous y reviendrons plus loin.

4. Impact médias, villes vs champs

La diffusion par les médias étant de plus en plus uniforme, dans les villes comme dans les champs, l'accès à l'information scientifique et aux nouvelles qui vont avec s'en trouve facilité ; la perception et le ressenti peuvent néanmoins être différents. Je vais illustrer cette dualité villes-champs en évoquant la venue d'Andrew Wiles à Toulouse et à Beaumont-de-Lomagne en octobre 1995. A. Wiles est ce mathématicien britannique (travaillant aux Etats-Unis à l'époque) qui, après des années de labeur acharné entre 1987 et 1994, a « cassé » ce noyau dur qu'était ladite grande conjecture de Fermat. Tout auréolé de son succès, il vient à Toulouse en octobre 1995 recevoir le Prix Fermat de recherche mathématique de l'édition 1994-1995 ; sa visite comportait deux phases : à Toulouse et à Beaumont-de-Lomagne.

A Toulouse, c'est l'aspect « villes » qui prévaut. Après la remise du Prix (patronné et financé par l'entreprise EADS-Astrium) dans les locaux de l'université Paul Sabatier, c'est une réception grandiose qui est organisée à la mairie de Toulouse. Attisées par le battage médiatique qui avait entouré ce succès mathématique, plusieurs chaînes de télévision sont là, y compris étrangères. L'éphémère Secrétaire d'Etat à l'Enseignement Supérieur et à la Recherche aussi³. Les discours de félicitations et autres rituels se terminent par la remise de la médaille de Toulouse à A. Wiles. Le soir, la Chambre de Commerce et d'Industrie a concocté un dîner d'une grande finesse dans le

³ Cette dame, qui ne resta pas longtemps d'ailleurs à ce poste, nous « bassina » tout au long de son discours avec la « conjoncture de Fermat »..., une faute de français élémentaire pour quelqu'un qui, de plus, avait une formation de littéraire.

Palais Consulaire. Ce fut l'occasion de discussions passionnées entre un jeune lauréat du Prix Fermat Junior, A. Wiles et A. Carlier (président de EADS-Astrium). Bref, un grand moment de « sciences dans la ville ».

Le lendemain, il était convenu que nous irions avec A. Wiles à Beaumont-de-Lomagne, village dont Fermat est originaire et où se trouve toujours sa maison natale. C'est tout un autre aspect de la réception de Wiles que nous allions y vivre, avec une nette connotation « champs ». Beaumont-de-Lomagne est une grosse bourgade du Tarn-et-Garonne où l'association Fermat Sciences (appelée Fermat-Lomagne à l'époque) fait de gros efforts de popularisation scientifique, notamment mathématique ; mais reconnaissons que la préoccupation principale de ses agriculteurs est... la production d'ail. Pourtant, la venue de Wiles est bien préparée avec une couverture médiatique locale intense, l'implication des associations et de la municipalité. Après les discours de réception d'usage, nous visitons avec Wiles la maison natale de Fermat, nous montons à la tour de cette maison qui domine le village. Et là, d'une manière feutrée, Wiles pose la question à l'entourage : « Fermat a-t-il énoncé sa conjecture ici ? ». Amusés, nous lui répondons que c'est probablement dans une des salles de la demeure, celle où il y a une grande cheminée par exemple, qu'il a dû travailler... Soudain, je l'ai vu devenir blanc, presque se liquéfier d'émotion... Pour lui, se retrouver dans la maison natale de celui à qui son nom restera désormais associé (le « théorème de Fermat-Wiles ») était un moment important.

Un peu plus tard, après les échanges divers, la signature d'autographes, etc., nous nous retrouvons auprès de la statue de Fermat sur la halle du village, cette statue où figurent les appréciations de Pascal, Cauchy, Laplace... Et s'approchent vers lui quelques paysans du coin ; ils savent en gros qui est Wiles, on leur a expliqué ce qu'est une conjecture, ils sont au courant des tourments de sa démonstration... L'un d'entre eux s'approche très près de Wiles et lui pose la question, matinée d'un fort accent local : « Aloreu, Monsieur Ouillès, il est démontré-eu ce théorème-eu ? ». Assurément, ce fut un grand moment, de contacts humains et de « mathématiques dans les champs ». Cette visite d'A. Wiles à Beaumont a donné une impulsion de départ décisive à ce qui est de nos jours l'Association Fermat Sciences.

Les Beaumontois (dans leurs « champs ») sont fiers de leur Moussu Fermat, même s'ils pensent que Toulouse (la « ville ») le leur vole un peu trop.

5. Les mathématiques et les mathématiciens : quels messages faire passer ?

Aussi bien « dans les villes » que « dans les champs », quels sont les messages à faire passer pour mieux faire connaître tant les mathématiques que ceux qui les pratiquent, c'est-à-dire les mathématiciens ? Nous tentons quelques réponses.

5.1 Les mathématiques comme discipline scientifique

- Disons tout de suite que c'est une belle discipline... nous n'entrons pas dans ce jeu qui consiste à dénigrer les mathématiques pour un rôle (de sélection par exemple) qu'elles n'ont pas (et que les mathématiciens n'ont jamais soutenu), où à se gargariser qu'on a été et qu'on est toujours nul en mathématiques (attitude qui semble bien portée dans la société)⁴. C'est aussi, selon Odon Vallet (dans son livre « Les enfants du miracle », Ed. Albin Michel (2009)), « *la science des pays pauvres* », celle à la connaissance ou l'expertise de laquelle on peut accéder même si l'environnement familial ou culturel d'origine n'est pas porteur, hors de ces familles où, selon l'expression d'un président récent d'une grande université parisienne, « *les gamins sont gavés de cours particuliers entre deux leçons de piano* ». Peut-on imaginer, même aujourd'hui, devenir écrivain, embrasser une carrière de diplomate, ouvrir un cabinet de juristes, lorsqu'on est issu de zones rurales reculées ou bien de banlieues urbaines défavorisées ? Difficile, très difficile... Mais devenir mathématicien, c'est possible.

Il y a manière et manière de faire des mathématiques, en professionnel ou en amateur : comme enseignant (ou « passeur de connaissances »), comme chercheur, comme simple utilisateur, comme diffuseur ou vulgarisateur de connaissances... En tout état de cause, la pratique des mathématiques aide à **avoir l'esprit clair** (expression que je préfère à « être rigoureux »), à structurer sa pensée, à ne pas asséner une assertion et, aussitôt après, son contraire ; des exemples à cet égard ne manquent pas, que ce soit sur les bancs des assemblées nationales ou sur les plateaux de télévision (d'ailleurs y-a-t-il vraiment une différence ?). Un collègue physicien-mécanicien disait récemment, lors d'une conférence publique ici même à l'Hôtel d'Assézat, sans doute inspiré par l'actualité : « On peut tricher avec les lois de la République, mais pas avec la loi fondamentale de la Dynamique »... et j'ajoute « ni avec les règles de l'Arithmétique ».

⁴ Des « nuls en mathématiques », ça n'existe pas... chacun en a une connaissance bien plus grande qu'il ne le pense ou le clame.

D'ailleurs, si on veut asséner quelque chose, sans discussion possible, le langage populaire ne dit-il pas « c'est mathématique ! ».

- Les mathématiques sont également **utiles** parce qu'elles... servent. Comme il m'est arrivé de l'expliquer souvent à mes étudiants de la filière Sciences de l'ingénieur de mon université (loin de ceux qui se destinent aux études de mathématiques) : comment voulez-vous calculer un volume, une vitesse moyenne, un flux de chaleur, une résistance de matériaux, etc., sans mathématiques ?

- Les mathématiques sont très **variées** et **vivantes**... ce qui est parfois difficile à expliquer à des non mathématiciens, comme nous l'avons déjà signalé plus haut. On peut être « Maître en mathématiques » en suivant des parcours différents, sans presque aucune partie commune. Deux mathématiciens professionnels mis côte à côte peuvent avoir eu la même formation de base et chacun ne rien comprendre des pratiques ou recherches menées par l'autre.

- Pratiquer les mathématiques sert de **leçon d'humilité**... oui, je sais, ça n'a pas le même effet sur tout le monde (!)... Mais se heurter à un problème pendant des jours, des mois, parfois plus, problème sur lequel des collègues (bien plus forts que vous) se sont cassés les dents, vous amène à rester modeste.

Nous avons déjà signalé qu'il a eu davantage de mathématiques créées depuis le milieu du 20^{ème} siècle qu'auparavant (depuis la nuit des temps !)... Pour éviter de vous abreuver d'arguments ou de chiffres, je suggère de vous reporter à un rapport récent ([2]), articulé en trois parties :

- Panorama de la recherche et de la formation en mathématiques
- Quantification des impacts socio-économiques des mathématiques
- Contribution et diffusion des mathématiques.

Il y est montré que la discipline a un impact sur 15% du PIB de la France.

Je termine ce paragraphe par cette phrase qui résume bien des choses :

« Si quelqu'un croit que les mathématiques sont difficiles, c'est simplement qu'il ne réalise pas comme la vie est complexe » J. von Neumann (1903-1957).

5.2 Le métier de mathématicien

Disons pour commencer que le vocable lui-même, mathématicien, est récent ; il a recouvert des notions différentes suivant les siècles (en effet, à certaines époques, un scientifique pouvait être à la fois mathématicien, physicien, mécanicien, astronome,...), la forme moderne du métier de

« mathématicien » étant plus précise et donc plus étroite. Jusqu'à la Révolution au moins, le vocable de *géomètre* était utilisé pour ce que nous appelons mathématicien aujourd'hui. Ce n'est qu'avec le développement des universités allemandes au 19^{ème} siècle qu'apparaissent les *mathématiciens professionnels*.

Au total, il y a environ 4000 chercheurs ou enseignants-chercheurs en France, ce qui est relativement modeste comme nombre. Seulement 10% d'entre eux sont chercheurs à temps plein dans des organismes de recherche publics comme le CNRS, l'INRIA et l'INRA. Et pourtant, pour ses mathématiques, la France était classée au 3^{ème} rang mondial jusqu'en 2002, puis 2^{ème} ensuite à la suite de l'effondrement de l'URSS, enfin de nouveau 3^{ème} à partir de 2012 (la Chine étant passée 2^{ème}). Les collègues et décideurs étrangers sont parfois étonnés de ce qu'on arrive à produire et publier en France avec aussi peu de moyens.

Le mathématicien est un « homme dédié aux mathématiques », mais intégré dans la société qui l'entoure. Son métier est un travail à plein temps, très prenant (je pense ici aux occupations d'un enseignant-chercheur à l'université), s'il veut mener à bien toutes les fonctions et rôles qui lui sont assignés par la société et sur lesquels il est attendu. Son activité de mathématicien professionnel tourne autour de trois grands axes : l'élaboration de connaissances nouvelles (en bref, la recherche), la transmission des connaissances ou la formation (des jeunes essentiellement, c'est ce qu'on appelle plus communément l'enseignement), l'animation scientifique (autour des connaissances nouvelles, de la diffusion et popularisation des savoirs). Je voudrais développer en juste quelques mots chacun de ces trois axes. Je réserve toutefois un paragraphe entier (§ 6) à l'action de popularisation des mathématiques.

5.2.1 La production de connaissances nouvelles (= la recherche)

- La recherche a une propriété essentielle, celle d'être **universelle**, donc **internationale**⁵. J'expliquais il y a quelques années à un chercheur débutant que ce qu'il produisait ne l'était pas pour le collègue voisin de son département de mathématiques, mais notamment « *pour l'honneur de*

⁵ Sans aller jusqu'au niveau recherche, en restant aux mathématiques de base... un collègue m'a résumé cela joliment : « *La table des multiplications a-t-elle une nationalité ?* ».

l'esprit humain » (expression due à C. Jacobi⁶). L'appréciation et la reconnaissance des travaux peuvent venir de collègues fort loin et extérieurs à l'université ou centre de recherche où on se trouve... Sans cet aspect supra-établissements et international, la production en recherche mathématique peut devenir rapidement fossilisée. D'ailleurs, ne dit-on pas que « *pour qu'une idée ou résultat vive, il faut qu'elle circule* ».

- De par son aspect très cérébral, la recherche mathématique est **abrasive**, elle peut affaiblir ou même détruire une personne... Des points d'appui ou intérêts autres sont nécessaires et utiles. Cela dit, les statistiques montrent qu'il n'y a pas davantage de « dérangés » parmi les mathématiciens que parmi les membres d'un autre échantillon de la société.

Alors, lorsqu'il s'agit de communiquer, quelle est la profession qui ressemblerait le plus à celui de mathématicien ? Pour ma part, j'ai trouvé que ce qui ressemble le plus au travail d'un mathématicien chercheur est celui d'un **artisan** : il peut s'organiser dans son travail, jusqu'à un certain point ; il ne compte pas ses heures ; on le juge sur ses travaux ; il est spécialisé dans tel ou tel domaine. D'ailleurs, l'encadrement d'un étudiant en doctorat s'apparente à celui d'un artisan vis-à-vis d'un apprenti.

Le chercheur continue tant que fonctionne en lui le moteur le plus important pour la recherche : **la curiosité**. « *Gratter là où ça démange* » est l'expression qu'utilisait un collègue bordelais spécialiste de la théorie des nombres... Gratter et insister au point d'être de mauvaise humeur, voire de tomber malade. A côté de cette stimulation d'ordre général (= faire avancer les connaissances, en bref), il y a aussi celui de résoudre des problèmes posés par des scientifiques ailleurs qu'en mathématiques (en physique, ingénierie, sciences de la décision). Enfin, il peut y avoir la motivation de répondre à des conjectures, de résoudre des problèmes laissés ouverts depuis longtemps. « Dévisser » ou « tordre » (comme on dit dans le jargon) un important problème laissé en suspens depuis des années assurera à son auteur la reconnaissance de ses pairs, voire la célébrité, rarement la fortune.

La méthode la plus usuelle pour faire connaître ses résultats, et donc pour les diffuser, est via les colloques et les publications écrites. Que sont ces dernières ? Je dirais qu'une publication est d'abord le début d'un dialogue, ou la poursuite d'un échange amorcé à l'occasion de publications

⁶ Référence souvent citée de manière tronquée ; la voici dans une forme plus complète : « ... *M. Fourier avait l'opinion que le but principal des mathématiques était l'utilité publique et l'explication des phénomènes naturels ; mais un philosophe comme lui aurait dû savoir que le but unique de la science, c'est l'honneur de l'esprit humain et que sous ce titre une question de nombres vaut autant qu'une question du système du monde* ».

antérieures. Elle a aussi un caractère que je qualifierais de définitif : l'article publié en l'année N restera sous ce même format cinq ans après, vingt ans après... On pense aux mots d'Andrew Wiles : "*Mathematics seems to have a permanence that nothing else has*". Reconnaissons toutefois que la science, pas seulement mathématique, a une grande faculté dans le temps, celle de l'oubli... Des travaux à la mode une certaine époque, qui ont valu une réputation ou une reconnaissance à leurs auteurs, peuvent être tout simplement oubliés quelques années après. C'est le lot de la recherche scientifique.

La production mathématique contemporaine est devenue telle qu'on a parfois le sentiment désagréable et décourageant d'être noyé, incapable de discerner l'essentiel de ce qui l'est moins, dans un « bruit » ambiant de course... Cela oblige le chercheur à suivre un ou deux domaines généraux (et leurs sous-domaines), une dizaine de journaux... mais cela n'interdit pas de garder un intérêt sur ce qui se fait ailleurs.

Certains ont voulu classer les mathématiciens chercheurs : les « renards » (ceux qui fouinent partout, en passant d'un terrier à l'autre), les « sangliers » (ceux qui s'accrochent et creusent leur trou au même endroit) ; ceux qui préfèrent résoudre des problèmes (*problem solvers*), ceux qui délaissent les calculs pour élaborer des théories plutôt (*theory builders*)... Un mathématicien est un peu de tout cela.

5.2.2 La transmission des connaissances (= enseignement)

Commençons par deux citations situant bien deux aspects de la transmission des connaissances en mathématiques.

« J'insiste à nouveau sur le fait qu'en développant l'esprit d'invention mathématique par l'enseignement, on ne contribue pas seulement à la formation d'un petit nombre de spécialistes que sont les mathématiciens, mais on rend également service à tous ceux pour lesquels les mathématiques sont seulement étudiées en vue de leurs applications pratiques »

E. Borel (Œuvres Tome 4 (extraits de *Documents sur la psychologie de l'invention dans le domaine de la science*))

Pendant la Révolution française, l'auteur d'un projet de loi sur l'instruction publique écrivit :

« Le défaut ou la disette de bons ouvrages élémentaires a été, jusqu'à présent, un des plus grands obstacles qui s'opposaient au perfectionnement de l'instruction. La raison de cette disette, c'est que jusqu'à présent les savants d'un mérite éminent ont, presque toujours, préféré la gloire d'élever l'édifice de la science à la peine d'en éclairer l'entrée. »

La transmission des connaissances des mathématiques, ou l'enseignement de cette discipline est, comme nous l'avons déjà signalé au

début, la partie la plus visible et facile à expliquer du travail du mathématicien. C'est aussi la partie qui est la cause de plus de difficultés, ressentiments, controverses. Autant dire que c'est un aspect sur lequel il faut porter les efforts... En quelques mots, que faut-il éviter, que faut-il encourager ? A proscrire : un enseignement trop dogmatique (définition-théorème-corollaire (pas de figure ni d'exemple)) ; une approche trop élitiste (« moi j'ai compris, qui m'aime me suive ! »). A développer : sans en altérer le contenu scientifique, enrober un résultat dans un contexte (historique, d'utilisation, de contre-intuition). On attribuait à un mathématicien français célèbre la phrase suivante : « Les mathématiques servent à quelque chose..., eh bien tant pis ». Moi j'utiliserais au contraire la métaphore suivante, d'autant que je vois devant moi des collègues mécaniciens des fluides : « vis-à-vis des autres disciplines, les mathématiques doivent servir comme une pompe et non comme un filtre ». Il est vrai que les moyens actuels de visualisation, d'illustration numérique, permettent d'améliorer grandement cet acte de transmission et formation, et, reconnaissons que les jeunes collègues s'y sont mis.

6. De la nécessité de vulgariser ou populariser les mathématiques

Je choisis ici le terme « populariser » plutôt que « vulgariser », même si nous parlons des mêmes choses. Ayant un peu d'expérience sur le sujet, j'ai couché sur papier ([5]) quelques observations et recommandations pour populariser les mathématiques.

- « *Aller proposer des choses là où les gens sont ou ont l'habitude d'aller* ». Il ne faut pas s'attendre à ce que les mathématiciens soient demandés dans les maisons de la culture, médiathèques, universités du temps libre,... avec la même force que les historiens de l'art (par exemple) ou les auteurs de livres de cuisine (autre exemple)... Vous avez noté que les sujets scientifiques qui reviennent de manière récurrente quand il s'agit de popularisation sont ceux liés aux sciences de l'univers (astrophysique,...) ou à celles du vivant (biologie,...). Première recommandation donc : *proposer* des exposés sans attendre qu'on vienne vous chercher. Il y a quelques années, en plein mois d'août, j'avais proposé une conférence à la médiathèque de Biarritz sur les mathématiques et l'informatique se cachant derrière les sudokus ([4]) ; « malgré » le beau temps et la proximité de ladite grande plage de cette cité balnéaire, plus de soixante personnes, de tous âges, se sont déplacées pour écouter la conférence. Ils sont, de plus, tous partis, avec un texte écrit que j'avais pris soin de dupliquer.

- Pas d'illusion au préalable, « *on joue à l'extérieur* ». Je m'explique : De même qu'une équipe de football qui va jouer sur le terrain de son adversaire

s'attend à un accueil froid, l'accueil des mathématiciens et des mathématiques n'est pas des plus enthousiastes.... Dans un écrit, comme le disent des éditeurs (souligné par un rédacteur-en-chef de La Recherche [7]), « une équation dans une page divise par dix les perspectives de vente ». Donc, il faut être bon, au-dessus de la moyenne, pour susciter l'intérêt et « se faire applaudir » (comme l'équipe de football qui, si elle déploie de belles actions, finira par se faire applaudir, même à l'extérieur). Il y a toujours de la concurrence ; il est clair qu'il faut se faufiler entre les conférences diverses et variées qui sont proposées.

- « *Il faut tout faire...soi-même* », c'est-à-dire diffuser le résumé de son intervention auprès des médias locaux, informer le journaliste localier, etc. Dans l'exemple de Biarritz cité au-dessus, j'ai été interviewé (à sa demande) par un journaliste local pendant une demi-heure. J'étais content car j'avais réussi à ce qu'on discute de la désaffection des jeunes pour les études scientifiques, de l'utilisation des mathématiques dans les technologies modernes, etc.... Patatras, lorsque l'article est paru le lendemain, tout cela avait disparu... il ne restait qu'un simple résumé de la conférence, que j'avais fourni au journaliste au préalable... Je retiens aussi de cette interview la question que le journaliste m'a posée par trois fois : « *Et vous faites ça gratuitement ?* ».

- « *Varié les plaisirs...* ». Il y a des publics variés et très différents : les lycéens (souvent fort curieux et intéressés), les retraités, les abonnés d'un centre culturel... De plus, les supports de diffusion se sont multipliés ; on arrive à faire sur YouTube des scores qu'aucun livre écrit n'atteindra (même si l'objectif n'est pas le même).

- « *Assurer le suivi ou le service après-vente* ». Ceci est peut-être la chose la plus ennuyeuse à gérer. Après votre conférence (où vous avez laissé un peu imprudemment votre adresse électronique), vous êtes sollicité pour donner un avis sur « la résolution de la conjecture de Goldbach en trois pages », une « nouvelle théorie de l'intégration », etc. A cet égard, les retraités ayant eu une certaine formation scientifique de base sont les plus redoutables... Je me contente de les diriger courtoisement vers des centres d'information à proximité de ces personnes (bibliothèques de mathématiques, collègues plus spécialisés, etc.)

- « *Regarder ce qui se fait ailleurs et comment c'est fait* ». La popularisation des mathématiques a fait l'objet de débats solides aux récentes éditions de l'International Congress of Mathematicians par exemple (grande messe organisée tous les quatre ans, là où on remet les médailles Fields). J'y ai noté que certaines communautés de mathématiciens ont réussi des choses extraordinaires ; par exemple, en Angleterre, au moins un collègue (M. Du Sautoy) a une décharge totale d'enseignement (fournie par

sa tutelle), « *pour parler des mathématiques à la société* »... et faire d'excellentes émissions à la BBC. Nous n'en sommes pas là en France, mais ça pourrait être aussi utile que certaines (autres) décharges... Les actions « Maths en jeans », « Semaine de la science », la « journée de pi » (le 14 mars, car ça s'écrit 3.14 en anglais), associations scientifiques de types divers et variés, sont intéressantes et bien visibles, mais on y retrouve toujours les mêmes collègues... Poursuivons avec l'exemple de Du Sautoy, car nous avons revu ce collègue à Beaumont-de-Lomagne en avril 2008, lors de l'annuelle « Fête à Fermat ». Il nous avait averti de sa venue mais c'est en fait une armada de la BBC qui a débarqué : camions, preneurs de sons, assistants⁷... Autres pays, autres mœurs.

- « *L'oral et l'écrit* ». A défaut de faire des conférences, on peut aussi écrire des articles. Et là, reconnaissons que de grands progrès ont été réalisés en France lors des trente dernières années. Des revues comme *Tangente*, *Quadrature*, des sites comme *Images des mathématiques* (webzine du CNRS), *CultureMath* (site de ressources géré par le Ministère de l'Éducation nationale) sont demandeuses d'écrits de qualité sur les mathématiques. Le quotidien « Le Monde » publie chaque semaine (édition du mardi, datée du mercredi) une rubrique avec des questions de mathématiques pour tous ; une tentative récente de suppression a suscité un tollé de plusieurs centaines de lecteurs...

- « *Que chacun fasse comme il le sent* ». La perception de l'intérêt d'une popularisation des mathématiques et de la manière d'y procéder dépendent de ses goûts et aptitudes, et certainement aussi de son histoire et parcours personnels.

7. Mathématiques, mathématiciens, diffusion... qu'est-ce qui a changé lors de ces trente dernières années ?

Beaucoup de choses, mais pas toutes, ont changé ces trente dernières années en ce qui concerne les questions traitées dans notre texte. Plutôt dans le bon sens, devons-nous le reconnaître.

. Tout d'abord, et comme cela a déjà été dit, davantage d'auteurs, notamment des jeunes, investissent dans ce travail de popularisation des mathématiques, des sciences en général. Les critiques, parfois dures comme celles dans [7]⁸, ont sans doute moins lieu d'être.

⁷L'émission à la BBC qui a intégré cette visite à Beaumont-de-Lomagne s'intitule « *The story of maths, Ep 3 : the frontiers of space* », automne 2008.

⁸ Extrait : « *En recherche mathématique, dit-on, vulgarisation = trahison. Le niveau d'abstraction et la sophistication du langage rendent impossible toute vulgarisation*

. Le niveau général des connaissances augmente dans le grand public... Malgré toutes les critiques formulées sur « la baisse du niveau à l'école, au Baccalauréat », l'assise de l'instruction s'est considérablement élargie en trente ans. En conséquence, il y a un public plus vaste et varié, plus réceptif, plus disposé à écouter parler de sciences, donc de mathématiques.

. L'intervention et le rôle d'internet. Cette révolution, au sens premier du terme, permet désormais, même si on est « dans les champs » d'avoir accès à moindre coût à tout un tas de documentations qui, autrefois, n'étaient accessibles qu'à une partie de la population, celle « des villes » plus précisément.

Cela nous rend plus optimiste.

8. Recommandations. Conclusion

Les mathématiques sont une science, sans doute plus arides à expliquer, enseigner, diffuser, ... que d'autres. C'est pour cela qu'il faut faire un effort et apporter un soin supplémentaires. Cet effort passe aussi par l'enseignement, dont on peut espérer qu'il soit moins dogmatique, parfois plus en symbiose avec d'autres disciplines ou avec la vie quotidienne. Je termine par la recommandation, que je fais mienne, d'un éditeur de revue scientifique [7] : « *Il faut repérer les problèmes et les problématiques dont l'énoncé peut être présenté de manière simple et qui en appellent à l'imagination ou qui touchent la vie quotidienne. Or il y en a beaucoup. Le reste est dans la qualité du message : c'est l'affaire de talent.* »

Références et bibliographie

1. Association Fermat-Lomagne : <http://www.fermat-lomagne.fr/>
2. *Etude de l'impact socio-économique des Mathématiques en France. Les mathématiques, un outil essentiel pour relever les défis de demain : connaissance, innovation, compétitivité* (Mai 2015). Disponible en ligne sur le web.
3. HIRIART-URRUTY, J.-B., *Du mathématicien Gauss au berger de Hasparren*. Paru dans Berriak, hebdomadaire local de la région de Hasparren (février 2001).
4. HIRIART-URRUTY, J.-B., *Y a-t-il des mathématiques et de l'informatique derrière les grilles de sudokus ?* Publié dans la revue Quadrature, n° 73 (juillet-septembre 2009).

de bon aloi. Aussi la grande majorité des mathématiciens se refuse-t-elle à tremper, ne serait-ce qu'un doigt de pied, dans cette marmite d'aspect douteux. »

5. HIRIART-URRUTY, J.-B., *Populariser les mathématiques ! Pourquoi, comment ?* Paru dans Matapli, revue de la Société des Mathématiques Appliquées et Industrielles (SMAI) (novembre 2009).
6. HIRIART-URRUTY, J.-B., *Reminiscences... et un peu plus.* Disponible sur le site web professionnel de l'auteur.
7. POSTEL-VINAY, O., *Vulgarisation, trahison ?* La Recherche (octobre 2001).

Annexe. 2017... année de Fermat encore ?

Nous sommes en 2017, certes... mais qu'a de particulier ce nombre 2017 ? Tout d'abord, c'est un nombre *premier*, c'est-à-dire qu'on ne peut le « casser » pour le mettre sous la forme de produit de deux nombres (en mathématiques on dit « factoriser un nombre »). Mais, des nombres premiers il y en a beaucoup, autant qu'on en veut, même si leur « répartition » parmi tous les nombres entiers fait encore l'objet de recherches intenses par les chercheurs mathématiciens.

Mais le nombre 2017 a une autre propriété : il est de la forme « 4 fois quelque chose plus 1 » ; en effet

$$2017 = 2016 + 1 = 4 \text{ fois } 504, \text{ plus } 1.$$

Et alors là nous touchons à une particularité encore plus grande de 2017 : il est la somme de deux carrés d'entiers ! En effet, dans une intuition fulgurante comme il en avait parfois, P. de Fermat avait annoncé à la volée le résultat suivant : **un nombre premier (plus grand que 3) est la somme de deux carrés d'entiers si, et seulement si, il est de la forme $4k + 1$** . Il a fallu attendre L. Euler (un siècle plus tard) pour en avoir confirmation par une démonstration probante. Ainsi, de nos jours, cette extraordinaire caractérisation est appelée « théorème des deux carrés de Fermat-Euler ». Ce théorème est considéré par les spécialistes comme l'un des plus fins de l'Arithmétique.

Revenons à nos moutons. D'après Fermat-Euler donc, 2017 est la somme de deux carrés d'entiers, et, d'ailleurs, une telle décomposition est unique. Après quelques tâtonnements, on arrive à la trouver :

$$2017 = (44)^2 + (9)^2.$$

Des nombres premiers avec cette particularité, il n'y en a pas tant que ça... Entre 2000 et 2050, il n'y en a que deux : 2017 et 2029. Voici donc une question pour terminer : trouver la décomposition en somme de deux carrés de 2029 (Réponse : $2029 = (2)^2 + (45)^2$).

Ah! Sacré Fermat.

Discussion

Dans les échanges qui ont suivi la présentation sont intervenus O. Moch, Y. Le Pestipon, J.-L. Laffont, P. Verdeau, H. Cousse, M. Sicard, L. Albertini, J. Péchamat, Ph. Dorchies, S. Bories, J. Tournet. L'essentiel est retranscrit ci-dessous.

O. Moch. Le fameux mathématicien Laurent Schwartz (1915-2002) raconte dans ses mémoires comment, lors d'un appel téléphonique vers une employée des PTT, son nom avait fait réagir : la préposée pensait qu'il était le co-auteur de *l'inégalité de Cauchy-Schwarz* ; cette anecdote l'amusait beaucoup.

J.-B. Hiriart-Urruty (JBHU). Oui, c'est une anecdote connue des mathématiciens. L'inégalité de Cauchy-Schwarz est un fameux outil technique de majoration dans des calculs mathématiques, mais le Schwarz de l'inégalité n'est pas le Schwarz de la *théorie des distributions* ; son nom s'écrit sans T. Cette confusion se perpétue chez les étudiants génération après génération.

Y. Le Pestipon. Le grand mathématicien Alexandre Grothendieck (1928-2014) raconte comment, en arrivant et s'installant dans le village ariégeois Lasserre, une des premières réactions d'un habitant fut de lui demander de donner des cours de mathématiques à son gamin en classe de 5^{ème} ... ce qui énerva Grothendieck.

JBHU. Cela fait écho à ce que je vous présentais comme étant la perception courante d'un mathématicien par le grand public : *celui qui enseigne les mathématiques*. D'ailleurs, mon expérience personnelle lorsque, dans les différentes associations (culturelles, sportives) où j'interviens et que ma profession vient à être connue, est que je vais être *celui qui donnera des cours au fils ou fille qui en a besoin pour passer tel examen ou concours*.

Je rappelle à l'auditoire que notre confrère Y. Le Pestipon est, avec Catherine Aira, auteur-réalisateur en 2013 d'un film-documentaire (un peu dur à mon sens) sur la vie de Grothendieck. Par ailleurs, un collègue inspecteur de mathématiques à Toulouse, G. Bringuier, est l'auteur d'un livre sur la vie de Grothendieck (réédité en 2016, Editions Privat, Toulouse). Par les villages pyrénéens où il a habité, mais aussi par l'université de Montpellier où il a étudié et enseigné, le nom de Grothendieck reste associé à la (nouvelle) région Occitanie (réunion des deux anciennes régions Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon).

J.-L. Laffont. Je vous remercie bien pour cette intéressante communication portée par une belle réflexion qui ne peut qu'en inspirer d'autres. Ramenée à l'aune de l'enseignant-chercheur — désignation qui me convient bien — que je suis en histoire moderne, je me bornerai à formuler rapidement deux idées.

Tout d'abord, j'ignorais que l'expression « d'atelier (du chercheur) » était usitée dans le champ de disciplines plus scientifiques — au sens « dur » de l'expression — que l'histoire. De fait, depuis quelques décennies maintenant, les historiens français aiment à se camper dans leur « atelier » et ne répugnent pas à revendiquer humblement cette qualité d'artisan. Sauf erreur de ma part, l'intégration de ces termes dans la sémantique historique vient de la publication, en 1982, d'un ouvrage de François Furet qui a fait date et précisément intitulé : *L'atelier de l'histoire*. Depuis, ils se rencontrent régulièrement sous la plume des historiens français (toutes spécialités confondues) lorsqu'ils évoquent leur métier, ce qu'on peut vérifier en se reportant à leur abondante production d'écrits « ego historiques » (autrement dit, des autobiographies d'historiens). Aujourd'hui, lorsqu'on évoque l'atelier de l'historien, c'est essentiellement pour parler de ses méthodes de production de savoirs et de son écriture. Je reste sur l'idée que, votre réflexion sur ce point ouvre d'intéressantes passerelles disciplinaires.

Concernant vos réflexions sur l'enseignement, je dirai succinctement qu'elles ne recourent pas la réalité de ma pratique sur certains points. Ainsi, comme nombre d'enseignants de notre pays, je suis souvent heurté par les données d'enquêtes internationales qu'on nous assène tout en pointant un doigt accusateur sur notre travail que je ne retrouve pas dans leurs résultats. Cela étant, la vérité qui émerge de mes paquets de copies est bien celle d'une baisse de capacité de travail de nombre de jeunes, combinée avec une baisse de niveau qu'il n'est pas possible, à mon sens, de dissocier de problèmes de maîtrise de la langue écrite. Je ne peux donc que constater qu'on impute à l'Université des problèmes dont elle a hérité et dont on ne saurait la tenir pour comptable, surtout si l'on savait tous les efforts qu'on y déploie pour aider ses étudiants en réelles difficultés. Bref, il est urgent de s'interroger sur les taux de réussite proprement pharaoniques d'un Baccalauréat vidé chaque année un peu plus de son sens et de sa valeur...

JBHU. Personne ne se fait d'illusions aujourd'hui sur ce que signifie vraiment obtenir le baccalauréat... Quand à peu près 2/3 d'une tranche d'âge arrive au niveau baccalauréat (ce qui est une bonne chose), mais que le taux de réussite à cet examen est entre 85 et 90 %, on ne peut pas espérer des cohortes d'étudiants homogènes.

Mais, plus important est ce que vous évoquez concernant la maîtrise de la langue (française) écrite. Les enseignants de mathématiques, au lycée comme à l'université, se sont rendu compte depuis belle lurette qu'une des difficultés dans l'approche des mathématiques était... le français : un énoncé, ce qui est demandé, n'est tout simplement pas bien compris.

H. Cousse. Ma réflexion concerne la nécessité de connaissances mathématiques, pour la chimie (équation de Schrödinger), en mécanique quantique, pour la physique (en électricité, optique) ; les étudiants ayant suivi la filière M.P.C⁹ ont eu une formation complémentaire mais ceux qui comme moi ont fait S.P.C.N n'ont eu aucune formation mathématique après le lycée et donc les mathématiques à l'usage de ces étudiants manquent ! Il ne s'agissait pas d'une formation générale mais des éléments nécessaires et suffisants pour le chimiste !

JBHU. J'ai longtemps enseigné — et j'ai aimé ces enseignements — en « prestataire de service », c'est-à-dire des mathématiques pour les autres disciplines scientifiques (ou pas d'ailleurs ; mes premiers cours quand j'ai débuté à l'université de Clermont-Ferrand étaient devant des étudiants de Psychologie). Même si ces interventions sont un peu snobées par mes collègues mathématiciens, elles sont un enjeu important dans notre métier de formateur (de scientifiques en général, pas nécessairement désireux ou doués pour les mathématiques).

P. Verdeau. Vous avez, au cours de votre conférence fort intéressante, évoqué la manière dont auprès des personnes « des champs », vous vous présentiez comme professeur, mais aussi comme artisan. Dans le domaine de la philosophie, le professeur peut éprouver une certaine réserve à se nommer philosophe, parce que la figure renvoie à un idéal de sagesse. Or, j'ai remarqué que, si vous parlez souvent des mathématiciens, vous ne vous présentez jamais comme tel. Pourtant, ce terme, très habituel pour les gens « des villes », pourrait entraîner un regard intéressé, admiratif et amical chez les gens « des champs », au sens où ceux-ci pourraient entendre le mathématicien comme le passionné de mathématiques, comme celui qui s'est spécialisé dans cette discipline. Qu'en pensez-vous ?

JBHU. Comme je l'ai dit en début de conférence, l'appellation de mathématicien est relativement récente... Dans « les villes », disons même dans les industries et entreprises, il n'existe pas vraiment de métiers

⁹ M.P.C., M.G.P., S.P.C.N. sont des noms d'intitulés de certificats pendant longtemps dans les études scientifiques à l'université... ils hantent encore les mémoires de certains confrères.

répertoriés comme mathématiciens... ce sont souvent d'autres dénominations : « experts en calculs scientifiques », « analystes » (en données statistiques, simulations numériques, etc.). Dans « les champs », il est vrai que je m'en suis le plus souvent tenu à « professeur de mathématiques » parce que ça m'était plus facile pour expliquer, et plus confortable pour poursuivre la discussion.

Des films récents ont tenté d'expliquer ce qu'était le métier ou l'apport des mathématiciens, j'en signale trois. Le premier, intitulé *Comment j'ai détesté les maths*, est un film-documentaire réalisé par O. Peyron (2013) ; il est censé montrer les « acteurs des mathématiques » sous différentes facettes, notamment celles de chercheurs. Je trouve néanmoins le film un peu nombriliste. Je préfère nettement un autre, intitulé *La drôle de guerre d'Alan Turing. Comment les maths ont vaincu Hitler ?* C'est un excellent documentaire d'Arte, réalisé par D. Van Waerebeke (2015), que j'ai eu l'occasion de projeter à des étudiants à plusieurs reprises. Il montre comment, dans un contexte historique douloureux, l'action de cerveaux de mathématiciens (dont leur leader A. Turing) a permis « d'écourter de deux ans la deuxième guerre mondiale » (c'est l'avis d'historiens). Plus récemment encore est paru le film *L'homme qui défiait l'infini* (2015), du britannique M. Brown. Il est inspiré de l'incroyable histoire de S. Ramanujan (1887-1920), génie indien autodidacte des mathématiques... Certains de mes collègues s'amuse à le qualifier de « réincarnation de Pierre Fermat ».

Enfin, puisque l'intervention vient d'une philosophe, je signale à l'auditoire que le philosophe bien connu Alain Badiou a récemment publié un ouvrage remarqué (*Eloge des mathématiques*, Ed. Flammarion 2015). Ne l'ayant pas lu, je ne peux en dire plus. Si j'en parle néanmoins, c'est que la relation avec Toulouse et les mathématiques est forte : Raymond Badiou (1905-1996), père d'A. Badiou, fut professeur de mathématiques au lycée Fermat et maire de la ville de Toulouse (de 1944 à 1958).

O. Moch. J'ai aussi rappelé (comme tu l'avais fait) qu'il était aujourd'hui presque élégant de s'affirmer « nul en maths ». J'ai néanmoins regretté que les « matheux », d'une certaine façon, jouent eux aussi de cette légèreté dans leurs actions de popularisation des maths.

De fait, les « matheux » jouent en défensive affirmant par exemple vouloir « donner une autre idée des maths », comme s'il était évident que le public devait être fermé ou angoissé. D'où aussi la concentration des présentations sur des sujets tels que maths et cryptologie, supposés permettre de surmonter les peurs certaines (!) et compréhensibles (!) du public.

JBHU. « Une autre idée des maths » est le leitmotiv adopté par l'association Fermat-Sciences (basée à Beaumont-de-Lomagne) qui, depuis plus de vingt ans maintenant, œuvre pour la popularisation des mathématiques, en ramant à contre-courant souvent. Je signale à l'auditoire qu'il y a peu (ou pas) de musées exclusivement dédiés aux mathématiques en France, contrairement à la Belgique (Mdm à Quaregnon), l'Allemagne (Mathematikum à Giessen), la Catalogne (MMACA de Barcelone), l'Italie (Le Jardin d'Archimède à Florence), les Etats-Unis (National Museum of Mathematics à New-York) ... Il y a le projet de « maison Fermat » à Beaumont-de-Lomagne (début des travaux espéré en 2017, pour une inauguration en 2020) et, avec un facteur multiplicatif dix d'envergure (au moins dans le budget prévisionnel), la « maison des mathématiques » (Paris 5ème), projet porté par C. Villani (travaux également censés débiter en 2017 pour une inauguration en 2020).

S. Bories. Trois questions : 1°) Les performances, très moyennes, des élèves français, dans les enquêtes PISA ou autres, sont elles dues aux programmes ou à la pédagogie (des mathématiques) ? 2°) Les mathématiques, comme souligné dans la conférence, jouent un rôle prédictif capital en Mécanique des Fluides. 3°) Nos lointains ancêtres ont inventé les mathématiques afin de répondre à des besoins et des objectifs pratiques. La création en mathématiques est-elle encore tributaire de finalités pratiques ?

JBHU. 1°) Les enquêtes à intervalles réguliers comme PISA et TIMSS montrent en effet que le rang de la France n'est pas très bon... ce qui peut paraître paradoxal quand on sait que le rang de la France est très bon pour ce qui concerne les médailles Fields et les Prix Abel (comme l'a souligné notre confrère J. Tournet dans son article du dernier numéro du Bulletin des amis de l'Hôtel d'Assézat). Je pense que les 20% meilleurs des élèves (ou étudiants) sont toujours aussi bien formés, mais que les 80% restants tirent la moyenne vers le bas. Mais je préfère l'assise élargie actuelle de la formation en sciences à celle réduite d'il y a une génération (quand vous avez passé le baccalauréat, moins de 15% d'une tranche d'âge était concernée), bref « l'intégrale est plus grande ». Quant à la pédagogie, je pense, comme je l'ai déjà dit lors de ma communication, qu'il faut être plus soigneux, attentif, bienveillant dans la transmission des mathématiques que dans d'autres disciplines (plus faciles à partager, à valoriser). 3°) Comme cela a été dit lors de la communication, les développements des mathématiques obéissent à des incitations internes (le besoin de savoir) come externes (problèmes posés par d'autres disciplines). Après les demandes anciennes des sciences physiques, puis plus récemment des sciences de la décision, nous entrons depuis

quelques années des demandes et interactions de plus en plus en fortes de la part des sciences de la vie.

Ph. Dorchies. Cette excellente présentation des Mathématiques appelle pour moi un commentaire plus large. Tout ce qui a été dit pourrait être repris pour chaque discipline. En effet, tout au long de cet exposé j'ai souvent remplacé Mathématiques par le nom de la discipline que j'enseignais et le commentaire était adapté. En bilan, notre orateur a été un excellent pédagogue et a bien compris les clefs permettant de faire participer les étudiants. Ils ne le sont d'ailleurs que si le Professeur montre un grand dynamisme et une passion communicative : dans ces conditions, même la discipline la plus rébarbative, passe bien et les étudiants accrochent.

Si je souscris totalement à ce qui a été dit, j'ai cependant une réserve sur l'affirmation que les mathématiques ne sont pas une matière de sélection. On voit bien que les meilleurs étudiants ayant l'esprit mathématique et donc étant en même temps excellents en physique et ses applications intègrent les meilleures écoles, mais auparavant sont sélectionnés dans les classes préparatoires ce qui n'est pas le cas des moins bons pour ne pas dire les moins doués.

J. Pechamat. Outre le caractère ludique des « astuces » des exercices de mathématiques, comment donner aux étudiants l'envie de trouver du plaisir à la maîtrise et la pratique des mathématiques si essentielles dans toute activité scientifique ?

JBHU. Je pense que les exercices de mathématiques ne doivent pas être systématiquement « désincarnés » et montrer, comment cela est souvent possible, un contexte (historique, d'applications,...) ; l'exemple que j'ai donné en début de conférence sur le pari du berger basque donne lieu à un calcul sur la somme des premiers termes d'une série arithmétique (ça reste abscons...), mais l'apprentissage de la technique n'est nullement altérée par l'historiette qui l'enrobe ! Un autre point qui doit répondre à votre questionnement est que les mathématiques doivent surprendre,... c'est-à-dire donner parfois des résultats contre-intuitifs et pourtant irréfutables... C'est un peu l'état d'esprit qui a prévalu dans le livre que je viens de publier (octobre 2016) et dont le titre devrait être à lui seul appétissant : « Mathematical tapas ».

M. Sicard. Tu as dit que les mathématiques étaient, dans l'apprentissage de base du moins, une affaire de logique et de bon sens... Je ne suis pas tout

à fait d'accord : il y en a qui ne comprennent rien et ne comprendront jamais rien en mathématiques, d'autres qui y sont très à l'aise...

JBHU. Comme pour toutes les disciplines, il y en a qui sont plus doués que d'autres... Mais je maintiens que les mathématiques de base sont essentiellement une affaire de bon sens ..., ladite « règle de trois » par exemple, qui déroutait tant un ministre de l'Education Nationale récent.

Ensuite, il y a des génies, qui ont des fulgurances dans leurs prémonitions, P. Fermat et S. Ramanujan en sont des exemples, à se demander comment sont faites les connexions neuronales dans leur cerveau. Pour illustrer cela, j'ai mis en annexe de la version écrite de ma communication une « friandise » de Fermat, sur le nombre 2017 précisément.