

Bonjour, je m'appelle Damien Gayet, je suis mcf en maths à Lyon 1, et comme la plupart de mes collègues enseignants-chercheurs à Lyon et en France, je suis en grève. Si vous le permettez, je dirai à la fin de mon intervention quelques mots sur la mobilisation actuelle.

Mon cours est intitulé "Cosmos mathématique". Sans doute beaucoup d'entre vous ne voient dans le mot "maths" que règle de trois, calculs barbares et sélection scolaire, et au mieux permettent d'envoyer des missiles. Je ne veux surtout pas nier ces aspects de la matière, mais j'aimerais ici vous montrer que les mathématiques sont bien plus que ça. Les mathématiciens manipulent essentiellement des concepts et des images, mais très peu de nombres... En fait, les mathématiques sont des créations intellectuelles parfois incroyablement audacieuses et souvent magnifiques. La contrepartie de cette beauté, c'est que pour en goûter le sel, il faut faire pas mal de maths. Ici, je ne vais pas vous parler des maths en elles-mêmes, mais je voudrais plutôt vous parler d'un aspect des mathématiques qui est à mes yeux absolument stupéfiant : c'est que toutes ces théories fumeuses et abstraites, toutes ces splendides constructions nées d'intellects délirants, parlent en fait du monde physique, pas seulement de façon quantitative, c'est-à-dire pour décrire des trajectoires ou calculer des températures, mais aussi de façon dramatiquement qualitative, je dirais même qu'elles parlent de la nature du réel, d'une certaine façon. Pour ne pas rester dans un discours abstrait, je vais parler plus particulièrement d'un domaine qui a une très longue histoire, l'astronomie.

L'ANTITERRE

Ma première histoire commence au VI^{ème} siècle avant J-C, et se passe en Grèce. A cette époque vivait un philosophe qui a eu une influence considérable sur toute la pensée philosophique qui lui a succédé : Pythagore. Non seulement c'était un philosophe, mais il connaissait aussi tout de la science de son époque, en particulier les mathématiques comme vous le savez, puisque vous connaissez au moins de nom son fameux théorème éponyme. Il est aussi l'auteur d'une théorie de l'harmonie musicale, parfaitement mathématisée. Par ailleurs il était un peu, voire carrément mystique, et tout disciple de son Ecole se devait de suivre une liste assez étonnante de préceptes. Par exemple, il fallait chausser le pied premier en premier, mais déchausser par le gauche. Ou bien, il était interdit d'uriner face au soleil. Mais une partie du mysticisme pythagoricien était bien plus profonde et intéressante, et a eu une longue descendance : c'est la foi que les mathématiques expriment l'harmonie du monde.

Un disciple plutôt brillant, Philolaos, a explicité cette idée : *tout être connaissable a un nombre. Sans celui-ci, on ne saurait rien concevoir ni connaître. Ou encore, la géométrie est le principe de la patrie et de toutes les sciences.* Philolaos était particulièrement obsédé par le nombre 10. Pas parce que c'est le nombre de doigts, c'est trop prosaïque. Lui l'appelait le *Tétractys*. Pourquoi "tétra" ? Parce que $10 = 1+2+3+4$. Vous me direz, "oui, ok, mais ?". 1 correspondait selon lui au point, le premier niveau de réalité physique. 2, c'était la ligne, soit une dimension de plus, 3 la surface et 4 le volume. Si bien que le tétractys semblait contenir en lui toutes les dimensions de l'univers physique.

Très bien, mais on a toujours pas parlé d'astronomie. Eh bien, voilà. A l'époque, les gens avaient remarqué que l'écrasante majorité de la myriade d'étoiles sur la voûte céleste préservaient parfaitement leur position les unes par rapport aux autres au cours de l'année, comme si elles étaient "collées" sur une sphère très éloignée. Mais en fait, il y avait d'autres astres dont la position par rapport aux autres étoiles changeait tout au long de l'année : les grecs les appelaient les *astres errants*, ou planètes. Il y avait à l'époque : Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne (les autres, Uranus et Neptune, ne sont pas ou peu visibles à l'oeil nu). Toute cette organisation était parfaitement harmonieuse, cyclique et grandiose, bref divine. Donc elle devait, selon les pythagoriciens comme Philolaos, exprimer un ordre mathématique. Or combien on avait d'astres : 5 planètes, la Terre, la

Lune, le Soleil, et la sphère des étoiles fixes, que Philolaos considérait comme un astre unique. Puisque 10 était le nombre parfait, nécessairement il y avait un astre qu'on ne voyait pas. Philolaos l'appela l'Antiterre. Pourquoi ? En fait le système astronomique de Philolaos est le premier non géocentrique, c'est-à-dire un univers où la Terre est fixe au centre du Monde. Mais curieusement, il n'était pas non plus héliocentrique, c'est-à-dire centré sur le Soleil : au centre du monde se trouvait "le feu central", dont le Soleil n'était que le pâle reflet. Et l'Antiterre tournait pile aux antipodes de la Terre, si bien qu'on ne la voyait jamais.

Je résume :

1. on a une théorie mathématique du monde réel,
2. le monde réel visible n'est pas à la hauteur de la beauté harmonieuse des mathématiques,
3. donc on force le réel et on lui colle un nouveau bout de réel : l'Antiterre.

Ca peut faire ricaner, mais avant de jeter la pierre rationaliste à Philolaos, écoutez l'histoire suivante.

NEPTUNE

Ca se passe à la fin du XVIIIème siècle, en 1781 précisément. On venait de découvrir, grâce à l'obstination un peu psychopatique de quelques astronomes et au télescope, Uranus, qui est la planète juste après Saturne, un peu plus éloignée du Soleil. Mais rapidement, on s'est aperçu qu'Uranus ne tournait pas rond. "Tournait pas rond, ça veut dire quoi ? Elle tourne comme elle tourne !" me direz-vous. Eh bien, à l'époque, il y avait une théorie mathématique qui expliquait le mouvement des planètes, et c'était la théorie de la gravitation universelle d'Isaac Newton, découverte cent ans avant, en 1680 environ. C'était quoi ? Une théorie mathématique qui tenait deux formules, et qui expliquait le mouvement des planètes mais aussi les marées, les trajectoires de boulet ou encore la forme aplatie aux pôles de la Terre, et avec laquelle on peut envoyer des fusées dans l'espace. Il faut bien se rendre compte de la profondeur de cette théorie : avant lui et depuis Aristote, l'univers était partagé en deux : le monde sublunaire, c'est-à-dire tout ce qui se passe chez les humains, ou tout n'est que changement, chaos, bref le foutoir, et le monde supra lunaire, celui du ciel, ou tout n'est que calme, harmonie et cyclicité, bref le paradis de l'ennui, et chacun suivait ses propres lois. On pensait en particulier que si on apportait de la Lune une pierre de Lune et qu'on la lâchait sur Terre, elle retournerait là-bas. Newton lui, a compris que non, il y avait un seul univers, et que ce qui faisait tourner la Lune autour de la Terre était la même force qui faisait tomber les pommes par terre.

Bref, la trajectoire d'Uranus n'était pas celle prédite par la théorie de Newton. Mais on avait une foi immense en la théorie, bien plus qu'en la folie des astres. Alors plusieurs décennies après, un astronome français, Urbain Le Verrier, s'attaqua sérieusement au problème, et supposa qu'il existait une autre planète qu'on avait pas encore découverte, et qui était la cause par son attraction de la déraison d'Uranus. En 1846, il envoie une lettre à un astronome à l'observatoire de Berlin et lui demande de pointer à telle heure le soir même son télescope dans une direction précise du ciel. Là, bingo, il tombe sur une planète, qu'on appellera plus tard Neptune.

C'est un triomphe mérité pour Le Verrier, qui prend la direction de l'Observatoire de Paris, et qui va y semer la discorde la plus absolue. Un contemporain dira de lui : *Je ne sais pas si Le Verrier est l'homme le plus détestable en France, mais c'est certainement le plus détesté.*

Je résume cette seconde histoire :

1. on a une théorie mathématique du monde réel,
2. le monde réel visible n'est pas à la hauteur de la beauté harmonieuse des mathématiques,
3. donc on force le réel et on lui colle un nouveau bout de réel : Neptune.

Vous voyez que c'est assez peu différent de la démarche de Philolaos.

N'en déduisez pourtant pas que la Science fonctionne au bonheur la chance, et que parfois elle gagne, parfois elle perd. Ce n'est pas du tout étonnant qu'une théorie se plante sur la nature du réel. Ce qui est en revanche tout à fait incroyable et même miraculeux, c'est qu'une création purement intellectuelle comme la théorie de la gravitation universelle puisse forcer le réel à avouer la présence de choses qu'elle cachait de nos sens et de notre observation !!

En fait, les mathématiques peuvent faire encore mieux. C'est l'objet de ma troisième histoire. Mais avant, je voudrais faire deux remarques :

- d'une part, Galilée avait vu Neptune, et l'avait même dessinée, deux cents ans avant Le Verrier. Mais alors quoi ? Eh bien, il n'avait pas compris que c'était une planète, il pensait avoir à faire à une étoile. Conclusion : une observation ou une expérience sans théorie qui la sous-tend n'a en général aucun sens.

- d'autre part, il y avait un second problème dans le système solaire : Mercure, la planète la plus proche du Soleil, ne tournait pas rond non plus. Le Verrier, le pourfendeur newtonien du réel qui se cache, ni une ni deux déclara qu'une autre planète se tapissait dans l'ombre, Vulcain. Eh bien, Vulcain n'existe pas, pas plus que l'Antiterre.

LES TROUS NOIRS

Au fait, pourquoi Mercure n'a pas la bonne trajectoire, s'il n'y a pas de Vulcain ? Cette fois encore, c'est la théorie qui n'est pas assez bonne. Il faudra attendre 1916, Albert Einstein publie et sa théorie de la relativité générale, une théorie d'une profondeur et d'une complexité phénoménale, qui "contient" d'une certaine façon la théorie de Newton, mais qui est plus précise. En particulier, elle explique le mouvement étrange de Mercure.

La RG est essentiellement une équation, mais l'univers géométrique qui la sous-tend est dramatiquement compliquée, il faut actuellement être en master 2 recherche pour y comprendre quelque chose. En particulier, c'est terriblement difficile de trouver une solution à cette équation. Einstein lui-même ça le déprimait. Mais quelques mois après la publication, un astronome autrichien, qui était sur le front russe dans l'armée allemande, cherchait une solution, et trouve. Or la science, quoiqu'on en dise est pythagoricienne : quand on a une théorie mathématique du réel, il faut assumer. Ce qui signifie que si on a une solution mathématique, elle doit correspondre à quelque chose dans la réalité. Mais alors, quelle était cette réalité correspondante ?

Vous prenez une énorme étoile, dix fois plus grosse que le Soleil. Quand l'étoile meurt, elle explose, et quand l'énergie de l'explosion s'est dissipée, l'attraction gravitationnelle reprend le dessus et contracte l'étoile très violemment. Si l'étoile est vraiment grosse, la contraction est si violente que ça en fait un astre tellement dense, qu'il attire vers lui même la lumière. C'est un *trou noir*, puisque si vous voulez l'éclairer, les rayons de votre lampe de poche sont engloutis, et ne vous reviennent pas. Il faut bien comprendre que ces astres sont d'une nature totalement nouvelle : aucune étoile ni planète n'a ce comportement très particulier.

Au fait, est-ce que ça existe ? Bon, on est actuellement convaincu qu'au centre de presque toutes les galaxies, se terre un trou noir supermassif, cad vraiment un monstre qui mange tout. Rassurez vous, avant qu'on soit dévorés, la galaxie d'Andromède nous aura percutés.

Donc je résume jusque là. Avec Neptune, c'est un individu nouveau de l'espèce "planète" dont la théorie a permis la découverte. Avec les trous noirs, c'est carrément une espèce entière nouvelle qui a été découverte ! En fait, il y en a encore mieux.

LA MATIERE NOIRE

Ma 4ème histoire se situe dans les années trente. Un astronome suisse, Fritz Zwicky, remarque que la vitesse de rotation d'une certaine galaxie n'est pas la bonne. Comme

pour Uranus, la théorie de Newton ou celle d'Einstein prédit une vitesse de rotation en fonction de la quantité de matière qui est présente dans la galaxie. Cette masse, on peut l'estimer avec ce qu'on en voit. Mais la masse estimée ne correspondait absolument pas à la masse que la théorie associait à la grande vitesse de la galaxie. A l'époque, personne n'a écouté ce pauvre Zwicky, il faut dire qu'il était insupportable. Par exemple, il appelait ses collègues "bâtards sphériques", parce qu'il étaient "bâtards à tous les angles de vue". A partir des années 70, on a réalisé que non seulement la plupart des galaxies présentaient le même problème, mais bien pire, que le mystère était, et reste entier : même en ajoutant trous noirs, naines brunes, pulsars, bref tout le bestiaire astronomique, le compte n'y est absolument pas. Encore une fois, ou bien la théorie est fausse, ou bien la réalité nous cache quelque chose.

Eh bien, les scientifiques sont actuellement divisés. Il y en a qui pensent que la théorie n'est pas bonne. D'autres qu'elle a fait ses preuves, et qu'il faut trouver cette matière manquante à l'appel théorique. Mais là, il semble qu'on a épuisé les astres nouveaux, et même de nouvelles espèces d'astres qui sont censées nous tirer d'affaire. Cette fois, l'infiniment petit qui va venir au secours de l'infiniment grand.

Pour expliquer comment c'est possible et ce que ça signifie, il faut revenir au Grecs, et à Démocrite. C'était un contemporain de Socrate, et il avait une vision très étonnante pour ses compatriotes : côté infiniment grand, il pensait que l'univers n'était pas contenu dans la fameuse sphère des étoiles fixes, mais était tout bonnement infini et comportait une infinité de mondes (à ma connaissance, c'est la première mention littéraire de possibles extraterrestres). Côté infiniment petit, il pensait que matière était faite d'atomes, c'est-à-dire de tout petits éléments insécables qui s'emboîtaient les uns dans les autres, et dont les différents assemblages formaient les différentes matières que nous connaissons. Il a fallu attendre la fin du XIXème siècle pour que cette hypothèse métaphysique soit validée. On a constaté que la matière est bien faite d'électrons, de protons, de neutrons, et la lumière de photons. Ces éléments très petits sont appelées *particules élémentaires*.

Pour revenir au mystère de la masse manquante des galaxies, un certain nombre de physiciens pensent qu'il existe un type de matière, en fait de particules élémentaires qu'on ne connaît pas encore, mais qui réagit beaucoup trop faiblement pour être détecté par les procédés techniques actuels. Bref les galaxies baigneraient dans une sorte de soupe de "matière noire". Et cette fois encore, les mathématiques fournissent, à partir de considérations totalement abstraites, des descriptions assez précises de ce que pourrait être cette matière. Tout le problème maintenant, c'est de savoir comment trouver cette matière.

Voilà. Je résume : Neptune, c'était la découverte d'un individu d'une espèce qu'on connaissait. Les trous noirs, c'était une nouvelle espèce d'astres. Là, on a encore bien plus profond : une nouvelle matière, même. Ne pensez pas que ça n'est que théorie. On a déjà découvert de nombreuses particules élémentaires nouvelles par des théories mathématiques très élaborées, comme les quarks, les positrons par exemple. Et le boson de Higgs, qu'on aimerait trouver dans l'accélérateur du LHC, est une pure création mathématique.

CONCLUSION

Bon, c'est la fin de mon cours. J'espère vous avoir fait découvrir un autre visage des mathématiques, et même vous encourager à considérer d'un autre oeil les activités très abstraites des chercheurs.

Mais je n'ai pas fini. En guise de conclusion, je voudrais parler du GPS, que vous connaissez tous, et qui révolutionne depuis quelques années le transport et même le bâtiment (par exemple, le viaduc de Millau a nécessité de savoir au millimètre la position des piles du pont). Le GPS est un système qui détermine votre position sur Terre grâce à des satellites, mais surtout grâce à des calculs très élaborés, qui se basent entre autres sur les équations de la relativité générale. Sans elle, impossible de savoir où l'on est vraiment. Einstein, quand il a créé cette théorie, n'avait que faire des applications. Tout ce qu'il voulait, c'était comprendre la nature de l'espace-temps. Mieux, quand il a voulu écrire

mathématiquement ses intuitions physiques, il a dû utiliser une géométrie totalement abstraite inventée 50 avant lui par le plus grand des mathématiciens, Bernhard Riemann. Lui, de la même façon, voulait comprendre, de la façon la plus abstraite et la plus détachée de toute application, l'essence de l'espace et de la géométrie.

Bref, vous imaginez bien que le pilotage de la recherche par des gens comme notre président de la république, dont l'horizon culturel et intellectuel se limite à une paire de lunettes de soleil et une paire de..., est désastreux non seulement pour la Science et la Culture, mais même pour les fameuses applications pour nos entreprises qui voudraient profiter de la recherche publique sans participer à son coût.

POUQUOI JE FAIS GRÈVE ?

Maintenant, je voudrais expliquer brièvement les raisons de ma mobilisation. Vous connaissez sans doute nos revendications dans l'enseignement supérieur et la recherche. Si non, je vous encourage à prendre un tract. Mais je voudrais lancer un cri d'alarme. Nous subissons actuellement la plus grande attaque depuis la seconde guerre mondiale contre les services publics et la protection sociale, bref contre le Programme du Conseil National de la Résistance. La mise au pas de l'université n'est qu'une partie du démantèlement annoncé et en train d'être réalisé sous nos yeux par ce gouvernement. Tout doit être démolé : santé, retraites par répartition, éducation et justice.

Il faut bien réaliser que nous sommes soumis depuis plusieurs années à un programme d'ajustement structurel, comme ceux qu'inflige le FMI aux pays en voie de développement : c'est-à-dire une volonté de réduire à la portion congrue l'ensemble des services publics et la protection sociale, le tout s'accompagnant entre autres d'une baisse totalement hallucinante de la fiscalité sur les hauts revenus. Par exemple, simplement le coût cumulé de 1999 à 2006 de la baisse de l'impôt sur le revenu, a profité essentiellement aux catégories favorisées, est de 50 milliards d'euros, ce qui correspond par exemple au déficit public de 2007, déficit artificiellement entretenu afin de légitimer les coupes claires dans les dépenses publiques.

Voilà, je pense qu'il ne faut pas laisser faire ce gouvernement.

%%%

“M. Bonaparte voulait que Arago jurât. Sachez cela, l'astronomie doit prêter serment. Dans un Etat bien réglé, comme la France ou la Chine, tout est fonction, même la science. Le mandarin de l'institut relève du mandarin de la police. La grande lunette à pied parallactique doit hommage-lige à M. Bonaparte. Un astronome est une espèce de sergent de ville du ciel. [...]. Le ciel est plein d'allusions désagréables et a besoin d'être tenu. La découverte d'une nouvelle tache au soleil constitue évidemment un cas de censure. La prédiction d'une haute marée peut être séditeuse. L'annonce d'une éclipse de lune peut être une trahison. [...] L'astronomie libre est presque aussi dangereuse que la presse libre. Sait-on ce qui se passe dans ces tête-à-tête nocturnes entre Arago et Jupiter ? Si c'était M. Leverrier (2), bien ! Mais un membre du gouvernement provisoire ! [...] Et puis, nous l'avons déjà dit, on est fataliste, quand on est Bonaparte. Le grand Napoléon avait une étoile, le petit doit bien avoir une nébuleuse.

Victor Hugo, Napoléon de Petit, 3e éd., Bruxelles, 1852, p. 237-238