

Société de Calcul Mathématique SA

Outils d'aide à la décision

depuis 1995



Les Mathématiques et les lois de la Nature

par Bernard Beauzamy

Exposé fait le 12 décembre 2017 au Fouquet's, devant le Rotary Club de Paris

Merci pour cette invitation : c'est un grand plaisir. A la différence des précédents intervenants, je ne suis membre d'aucune amicale. Il arrive souvent qu'on m'invite une fois, beaucoup plus rarement deux !

Je vais parler aujourd'hui des lois de la Nature en général et de l'apport des mathématiques pour essayer de les comprendre. Pour vous, les lois de la Nature se résument à ceci : "bon, il fait un peu froid de temps en temps, mais en mettant un chapeau et un imperméable, on arrive à tenir. Tout cela n'est pas bien grave, et à l'échelle d'une journée, d'un mois, d'un an, et surtout lorsqu'on est dans une salle confortable comme celle-ci, les lois de la Nature n'ont guère d'importance". Qu'en est-il en réalité ?

Elles interviennent d'abord par des phénomènes extrêmes, par exemple l'éruption d'un volcan, ou un froid/une chaleur extrêmes ou bien encore des vents violents. Vous acceptez l'idée que les lois de la Nature interviennent de temps en temps, de manière épisodique, mais, encore une fois, quand on est dans la salle du Fouquet's, cela ne nous dérange pas trop.

Le deuxième aspect par lequel elles interviennent, beaucoup plus diffus, est lié au vieillissement : vieillissement des matériaux (fissuration, dégradation, etc.), vieillissement des populations et vieillissement des civilisations (nous y reviendrons tout à l'heure).

Le troisième aspect par lequel vous avez le sentiment que la Nature intervient, ce sont les questions liées à la maladie, propre à chaque individu, et à la mort. L'étude des maladies pour une population s'appelle l'épidémiologie, qui fait partie des lois de la Nature.

Quel est l'apport des mathématiques ? Les mathématiques sont un langage, élaboré progressivement sur 6 000 ans, qui a permis de transcrire les lois de la Nature. Les premières transcriptions significatives sont essentiellement l'œuvre des Grecs ; elles dépassent de beaucoup le fait de vouloir compter ses moutons, qui est très élémentaire.

Tous les phénomènes liés à l'astronomie : les éclipses, la rotation de la Terre sur elle-même, autour du Soleil, ont nécessité l'introduction de mathématiques de plus en plus élaborées. Cette élaboration a été progressive, puis elle a stoppé. Les Grecs savaient (Aristarque de Samos) que la Terre tournait autour du Soleil. Ensuite il y a eu une période d'obscurantisme, essentiellement due à l'apparition du Christianisme, pendant laquelle on a décidé que la Terre était immobile et que le Soleil et les planètes tournaient autour de la Terre. Les faits ont finalement réussi à s'imposer, grâce à Copernic, puis Galilée (on sait quels ennuis celui-ci a eus avec l'Eglise).

Avant eux, les premiers travaux significatifs sont dus à Kepler, qui était mathématicien impérial auprès de l'empereur Rodolphe II. On lui a demandé, vers 1602, pour de mauvaises raisons (liées à l'astrologie) de revoir les données disponibles à propos de l'orbite de la planète Mars, que l'on croyait circulaire, centrée sur la Terre. Kepler pensait faire le travail en trois semaines, mais en définitive il lui a fallu cinq ans. Il a travaillé à partir de tables établies par l'astronome Tycho Brahe ; ces tables étaient des relevés d'angles (angle sous lequel on voit telle ou telle planète à telle ou telle heure en telle ou telle saison). Elles peuvent (en principe) être consultées par le public ; elles sont disponibles sous le nom de "tables rodolphines".

Chose remarquable, pour déterminer la forme de l'orbite de Mars, Kepler a dû tenir compte de la réfraction des rayons lumineux dans la haute atmosphère. Mais, à l'époque, les lois de la réfraction n'étaient pas connues et il n'y avait pas de lentilles, pas de télescopes. Le travail de Kepler, d'un point de vue mathématique, est réellement extraordinaire, et je le classerai en second, dans la hiérarchie des mathématiciens de tous les temps (le premier étant évidemment Archimède). Voir le livre "Kepler", par Philippe Depondt et Guillemette de Véricourt, Editions du Rouergue.

Kepler est mort dans la misère comme il se doit en pareil cas. Il dépendait de Rodolphe II et quand celui-ci s'est fait virer pour des raisons obscures, Kepler a subi le même sort et a émigré. Il n'était pas bon d'être mathématicien impérial en ce temps-là. Il n'est jamais bon, pour un scientifique, d'approcher de trop près le pouvoir politique. Au mieux, nous lui servons d'alibi intellectuel, au pire de "fusible".

Je vais vous donner trois exemples d'applications des mathématiques aux lois de la Nature, deux où l'on ne parvient pas au résultat et une où l'on y parvient. Vous avez le sentiment, au 21^{ème} siècle, que l'on sait tout et qu'on est capable de transcrire les lois de la Nature dans leur généralité. Mais ce n'est absolument pas vrai. En règle générale, notre savoir se limite à quelques formules empiriques, que l'on nomme "lois" et que l'on ne comprend pas vraiment.

Voilà des exemples de ce qu'on ne sait pas faire :

- On ne sait pas démontrer que le système solaire est stable. L'orbite de la Terre par exemple, depuis cinq milliards d'années qu'elle existe, a été heurtée par d'innombrables astéroïdes et météorites. Du fait de ces chocs, la planète aurait dû ficher le camp dans l'espace infini. Or elle est toujours en train de tourner autour du Soleil, pour notre grand bien. On ne sait pas pourquoi ; on ne sait pas démontrer cette stabilité.

- On ne sait pas résoudre le problème des trois corps dans l'espace : le Soleil, la Terre, la Lune, avec des dispositions initiales quelconques. Quels vont être les mouvements ultérieurs ? On ne sait pas répondre à cette question qui est pourtant élémentaire dans sa formulation.

Voici un exemple de ce qu'on sait faire. Il est assez extraordinaire, et décrit les lois du hasard, qui font partie des lois de la Nature. Imaginez que je joue à pile ou face avec l'un de vous. Le jeu est le suivant : on lance une pièce ; si elle tombe sur pile, mon adversaire gagne et je lui donne un euro. Si elle tombe sur face, il perd et je reçois un euro. Quelle va être ma fortune au bout de N parties ? En mathématiques, ce problème s'appelle une "marche aléatoire dans le plan". La plupart des gens croient que la fortune de chaque joueur tend vers 0, mais c'est faux. La moyenne des gains (fortune, divisée par le nombre de parties) va tendre vers zéro mais la fortune elle-même, positive ou négative, ne tend pas vers zéro. Au contraire, elle oscille : viendra un moment où j'aurai gagné un milliard d'euros ; viendra un moment, peut-être avant, peut-être après, où j'aurai perdu un milliard d'euros. Ces oscillations, en elles-mêmes, ne sont pas évidentes à démontrer. Mais la chose la plus remarquable a été établie par le mathématicien russe Alexander Khinchine en 1934 : la "courbe de sécurité" est de la forme $f(n) = \sqrt{2n \text{Log}(\text{Log}(n))}$; cela veut dire que la probabilité que le gain aille au-delà de cette courbe tend vers 0 avec le temps ; inversement, la probabilité de l'atteindre tend vers 1 avec le temps. Pour plus d'informations, voir http://www.scmsa.eu/archives/BB_SRW.pdf.

Ici, nous avons une situation unique : une loi de la Nature, probabiliste par essence, et pour laquelle on est capable de donner le formalisme initial (qui est simple : c'est le jeu de pile ou face) et de démontrer un résultat, vérifiable par l'expérience. Mais la démonstration mathématique est extrêmement compliquée. Ceci pour dire que, quand on arrive à comprendre une loi de la Nature, c'est au prix d'un travail très important. Les orbites des planètes ne sont pas un cercle parfait comme on l'a longtemps cru. La Nature n'est pas là pour vous simplifier la vie !

A la SCM, nous considérons que les lois de la Nature ne sont pas d'inspiration divine, mais que c'est Satan qui les gouverne ; c'est une bonne précaution, qui nous évite de tomber dans les excès de la simplification. C'est en outre une bonne référence : lorsque quelqu'un cherche à discuter nos conclusions, nous lui expliquons gentiment que nous représentons Satan : il devient véridâtre et abrège la discussion.

En résumé, les connaissances mathématiques sont loin d'être parfaites, et des sujets d'importance majeure nous échappent encore. Néanmoins, je dirai clairement que le blocage n'est pas là : le peu de mathématiques dont nous disposons suffit, grossièrement, à satisfaire aux besoins de progrès des autres sciences. Il suffirait aussi à satisfaire les besoins de progrès de la société civile, si celle-ci en avait et était capable de surmonter l'hypocrisie et de sortir de l'obscurantisme dans lequel nous sommes retombés depuis Voltaire.

Posons-nous d'abord la question : quelle est l'attitude de la société en général à l'égard de ceux qui s'intéressent aux lois de la Nature ? Vu la complexité du sujet, et son intérêt pour chacun de nous, ils devraient être considérés comme des héros. Ce n'est jamais le cas.

Tous les auteurs de découvertes (je ne parle pas seulement de mathématiques, bien sûr, mais de toutes les sciences en général) ont été systématiquement combattus par leurs contemporains, et en particulier par les spécialistes du sujet, qui ont toujours fait bloc pour empêcher l'apparition d'idées nouvelles, susceptibles de remettre en cause leur situation sociale. Les chercheurs eux-mêmes sont effroyablement conservateurs ! Voyons quelque exemples.

La circulation du sang a été découverte par William Harvey en 1616. La question est : pourquoi pas avant ? Cela fait 5 millions d'années que l'espèce humaine existe, qu'elle se bagarre, et que ça saigne de partout. La circulation du sang aurait dû être découverte beaucoup plus tôt. Mais il y avait un interdit religieux qui empêchait d'ouvrir le corps humain, tout comme il y a, depuis Nicolas Hulot, un interdit religieux qui empêche tout forage : le progrès scientifique attendra. Pour avoir transgressé cet interdit, William Harvey a été considéré comme un charlatan de son vivant.

Ignace Philippe Semmelweis, médecin hongrois, vivait à Vienne dans les années 1860. Par des procédés statistiques, il a découvert les vertus de l'asepsie : quand le médecin ou la sage-femme se lavent les mains avant un accouchement, la mère et l'enfant se portent mieux et il y a moins de maladies ; c'est une loi de la Nature assez simple, évidente aujourd'hui. Semmelweis a été considéré comme un charlatan par tous les médecins de Vienne ; ils ont contesté ses travaux et il est mort fou, dans la misère.

Niels Abel, mathématicien norvégien, est venu en France dans les années 1830, dans l'espoir de présenter ses travaux aux mathématiciens français de l'époque. Personne ne l'a reçu ; l'Académie des Sciences a égaré (pendant 100 ans) les contributions qu'il avait laissées, et il est mort dans la misère, à 27 ans, sans jamais avoir obtenu d'emploi stable.

Pasteur a été fortement décrié par les scientifiques de l'époque : on lui reprochait de n'être pas médecin. Sa carrière déjà bien avancée, il a demandé une subvention de 50 centimes au Ministère de l'Instruction Publique pour continuer ses expériences : subvention refusée.

Einstein, dans les années 1905, a eu un mal fou pour faire accepter sa thèse ; elle a été refusée plusieurs fois. Lors de la dernière évaluation, le rapporteur a écrit qu'elle était trop courte. Einstein a rajouté une seule phrase, et la thèse a été acceptée, parce que la communauté académique ne pouvait plus se permettre de la refuser, vues les publications déjà parues.

Vous allez penser que tout ceci est ancien ; maintenant nous vivons dans une ère de progrès permanent, où la recherche et l'innovation sont constamment favorisées, par des subventions, des honneurs, des distinctions de toute sorte.

Eh bien c'est faux : ce n'est qu'apparence et pure hypocrisie. En réalité, même dans les domaines qui relèvent de la science théorique, les gens se cramponnent à leur doctrine pour des raisons essentiellement religieuses. L'exemple le plus récent est celui de Maurice Allais, prix Nobel d'économie. Il était aussi familier avec la physique et il était très sceptique sur certains aspects de la théorie de la relativité ; c'est son droit. La communauté des physiciens s'est opposée de toutes ses forces à la publication des travaux de Maurice Allais.

Au 21ème siècle, quelqu'un qui remet en cause un dogme, quel qu'il soit, ne sera accepté par personne. Je dirai même que c'est pire aujourd'hui, parce que les gens ont tendance à se recroqueviller sur eux-mêmes. Moins il y a d'argent, moins on accepte de remettre en cause les vérités communément acceptées, parce que les responsables ont peur de perdre leurs crédits. Les progrès, au cours des siècles passés, ont été réalisés par des savants qui avaient leur liberté de pensée, parce qu'ils dépendaient d'un monarque éclairé : Hiéron pour Archimède, Rodolphe II pour Kepler, François 1^{er} pour Léonard de Vinci.

Aujourd'hui, si vous soumettez un programme de recherche à une agence, vous devrez d'abord démontrer qu'il est bon pour l'espèce humaine, c'est-à-dire suffisamment vert. Ensuite, vous passerez sous les fourches caudines du jugement par les pairs. Inutile d'espérer remettre en cause une idée acceptée par une communauté !

Pour les mathématiques, les choses ont changé à partir de la mort de Von Neumann, en 1955. Comme il l'avait prévu, elles sont devenues une discipline purement axiomatique : les questions que se pose la discipline sont nées à l'intérieur de la discipline elle-même. Un mathématicien du monde académique n'accepte de travailler que sur un sujet qui lui a été proposé par le monde académique qui, dans son immense majorité (et cela concerne aussi et surtout les enseignants), n'a jamais vu un contrat de sa vie.

Ces périodes d'obscurantisme sont beaucoup plus longues et plus fréquentes qu'on ne le croit. Celle que j'ai mentionnée, entre Aristarque de Samos et Copernic, a duré 1800 ans. Bien entendu, pendant une durée aussi longue, il y a eu des cours à l'université, des thèses, des observations, des publications ; tout cela concourait au crédo général selon lequel la Terre était immobile. Les chercheurs qui pensaient l'inverse (il en avait évidemment) étaient réduits au silence. Il en va de même aujourd'hui.

L'unique époque où les choses ont presque changé, c'est le siècle de Voltaire, le Siècle des Lumières. Voltaire écrit dans le *Traité sur la Tolérance* "Je vous ai tous fait naître faibles et ignorants pour végéter deux minutes sur la Terre et l'engraisser de vos cadavres". Personne, de nos jours, n'oserait écrire une chose pareille ! Le moindre bambin aujourd'hui, gavé d'idéologie bobo-écologique, est complètement convaincu qu'il est là pour sauver la planète et éviter tout gaspillage.

A l'heure actuelle, un dogme très enraciné dans toute l'idéologie populaire est que toute recherche doit être bénéfique à l'espèce humaine. On cite souvent le mot de Rabelais "Science sans conscience n'est que ruine de l'âme", qui au contraire devrait être une absurdité pour un chercheur. Comme je le disais tout à l'heure, c'est Satan qui est à l'origine des lois de la Nature. Si vous cherchez à comprendre ces lois, vous ne devez pas le faire avec l'idée qu'elles sont bénéfiques à l'espèce humaine : c'est grotesque et vous n'arriverez à rien. Vous devez au contraire partir avec un esprit totalement vierge, sans idée de bénéfice pour quoi que ce soit, pour qui que ce soit.

Prenons l'exemple de la radioactivité : c'est une loi de la Nature, dont la découverte n'a pu être faite qu'avec un esprit vierge. Elle serait certainement interdite aujourd'hui, parce que, dans certaines circonstances, la radioactivité peut être nocive : Marie Curie est morte d'un cancer. Mais, inversement, lorsque vous allez chez le dentiste, vous êtes bien contents qu'il puisse vous faire une radiographie.

Les lois de la Nature existent indépendamment de ce que l'espèce humaine peut en faire. Il y a eu ce soubresaut de l'esprit humain avec Voltaire, pendant le Siècle des Lumières ; depuis nous sommes retombés dans l'ère de l'obscurantisme, dans lequel nous sommes actuellement.

Depuis un certain temps, l'esprit scientifique lui-même a disparu, avec l'apparition du principe de précaution (mis dans la Constitution par Jacques Chirac) et surtout avec le Grenelle de l'Environnement. Celui-ci a consacré l'enterrement définitif de l'esprit scientifique, qui reposait par principe sur des faits, des observations. Maintenant, sur tout sujet de société (bruit, pollution, transports, énergie, etc.), il suffit de mettre des gens autour d'une table et de recueillir leur opinion : l'opinion majoritaire va l'emporter et devenir une loi. Les faits, les observations, sont devenus inutiles et même gênants : il n'est plus utile de les recueillir. La vérité "scientifique" sera issue d'un consensus ; le juge de paix n'est plus la confrontation avec l'expérience, mais un sondage électoral.

En 40 ans, je n'ai pas vu un seul sujet de société sur lequel on parvienne à une décision de manière rationnelle. On fait quantité d'études, bien sûr, mais on les enterre au profit de dogmes, d'idées creuses propagées par la presse. Un exemple est celui des transports. Le dogme est la lutte contre l'automobile ; les décisions sont prises au mépris des faits, des observations.

Quelle est, sur ces sujets, ma propre attitude ? La SCM est une société de services, qui fait des analyses mathématiques pour les organismes qui en ont besoin. Nous sommes habitués aux progrès de l'obscurantisme et nous nous en accommodons très bien. Je dirai comme Châteaubriant "Inutile Cassandre, j'ai assez fatigué le trône et la pairie de mes avertissements dédaignés ; il ne me reste qu'à m'asseoir sur les débris d'un naufrage que j'ai si souvent prédit".

J'attends donc que la présente période d'obscurantisme cesse ; la précédente a duré 1 800 ans et celle-ci a commencé il y a environ 200 ans seulement ; il nous reste encore 1 600 ans à attendre et je ne suis pas pressé. Les mathématiciens ont leur propre discipline et, dans l'ensemble, on nous laisse tranquilles.

Il n'y a eu que deux cas dans l'histoire de l'humanité où un gouvernement ait fait appel à des mathématiciens et les choses se sont mal terminées pour eux dans les deux cas.

Le premier cas, c'est Archimède, que le roi Hiéron de Syracuse avait requis pour assurer la défense de la cité contre les Romains (212 av JC), ce qu'il a très bien fait. Malheureusement, les Syracusains étaient si satisfaits de la défense d'Archimède, qu'ils se sont enivrés et les Romains se sont faufilés dans la cité et ont tué tout le monde, y compris Archimède.

Le second cas est celui d'Alan Turing, qui a aidé les Alliés à déchiffrer la machine Enigma, ce qui a été un apport considérable pour abréger la guerre. Après la guerre, on lui a fait un procès parce qu'il était homosexuel et il s'est suicidé. On aurait pu le laisser tranquille, compte-tenu des services qu'il avait rendus.

Il n'y a pas eu d'autre exemple entre ces deux-là, séparés par environ 2 200 ans et la conclusion est qu'il vaut mieux s'abstenir de faire intervenir les mathématiques au sein de la société civile, qui ne nous a rien demandé et qui est très contente que nous ne nous mêlions de rien, avec nos exigences scientifiques ridicules.

On peut, comme le dit Heisenberg, tout au plus créer des "îlots de stabilité" en espérant que, un jour ou l'autre, d'ici 1 600 ans ou davantage, viendra un nouveau "siècle des lumières". Voir http://www.scmsa.eu/archives/Heisenberg-Planck_1933.pdf

Mais, évidemment, à vouloir ignorer les lois de la Nature, à se réfugier derrière le Grenelle de l'Environnement, à prôner les économies d'énergie et autres stupidités, vous risquez bon nombre d'emmerdements, comme on dit aujourd'hui. Vous avez déjà, en conséquence de ces décisions, six millions de chômeurs et une économie en plein déclin. N'oubliez pas que Satan conduit le bal ; les dorures du Fouquet's ne le retiendront pas. Il se pourrait que votre civilisation verdâtre, brouillonne et prétentieuse, dure moins longtemps que vous ne le croyez et disparaisse "sans que rien manque au monde, immense et radieux".

Bernard Beauzamy