« Le système métrique est une des plus belles inventions de la Révolution »

ENTRETIEN

SIMON CASSANAS

MATHÉMATIQUES Étienne Ghys, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences et magistral vulgarisateur, publie *Ma petite histoire des nombres*... Le directeur de recherche émérite au CNRS nous livre ses réflexions, et il ne s'agit pas d'une leçon de maths.

C'est un petit ouvrage très accessible, plein d'illustrations et de devinettes, destiné à faire *« ressentir les chiffres » (Ma petite histoire des nombres*, Odile Jacob, 210 pages. 18,90 euros). L'auteur milite simplement *« pour un rapport apaisé avec les nombres »*. Étienne Ghys est mathématicien, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences. Il est directeur de recherche émérite au CNRS (unité de mathématiques pures et appliquées, ENS Lyon) et a reçu en 2022 la médaille de la médiation scientifique du CNRS.

Dans votre ouvrage, vous présentez une approche des mathématiques quelque peu « impressionniste », et même « désordonnée ». Pourquoi ce choix ?

On pense souvent que les mathématiques sont une discipline froide, rigoureuse, étrangère à toute forme de fantaisie. C'est ainsi qu'elles sont le plus souvent présentées, dans les manuels scolaires comme dans les articles de recherche. Mais ce n'est pas du tout ce que ressentent ceux qui les pratiquent. Plutôt que de voir le monde mathématique comme un jardin à la française, taillé au cordeau, avec ses lignes droites et ses symétries parfaites, je préfère l'image d'un jardin à l'anglaise : foisonnant, plein de surprises et de poésie. Le mathématicien, amateur ou professionnel, s'y promène parfois à l'aventure. Certains génies tracent à la machette des chemins inédits dans la forêt vierge des idées ; d'autres se contentent de flâner sur ces sentiers nouveaux, et de cueillir ici ou là quelques jolies fleurs.

Impressionniste ? Oui, parce que les idées mathématiques ne s'imposent pas d'un seul coup : on les saisit par touches successives, comme des formes qui émergent lentement du brouillard.

Désordonnée ? Certainement, car l'apprentissage des mathématiques n'obéit pas à un parcours linéaire. Il faut sans cesse revenir sur ses pas, reprendre ce qu'on croyait acquis, le revoir autrement. C'est ce que les enseignants appellent la pédagogie spiralaire : une spirale qui s'élargit, où l'on revient sans cesse sur les concepts pour les éclairer d'un jour nouveau. D'ailleurs, j'aime bien le désordre : l'un de mes sujets de recherche concerne la théorie du chaos !

Comment peut-on entretenir des « rapports amicaux » avec les nombres, voire s'amuser avec eux, alors que pour beaucoup de « nuls en maths » c'est inimaginable ?

Je ne prétends pas que tout le monde doit aimer les nombres ! Mais certains les aiment, comme on aime les mots ou la musique. Et c'est ce goût-là que je veux raconter. Dans mon livre, je parle par exemple de Ramanujan, un mathématicien indien exceptionnel sans formation académique, qui affirmait entretenir une relation personnelle, presque mystique, avec les nombres. Lorsqu'on lui demandait d'où lui venaient ses idées, il répondait simplement : *« Les nombres sont mes amis. »*

Pas besoin d'être un génie pour cela. Il y a tous ces amateurs qui m'écrivent pour partager leurs trouvailles. Parfois c'est incorrect, parfois c'est juste mais sans grande nouveauté et sans grand intérêt… mais ce n'est pas grave ! Ils se sont amusés, ils ont joué avec les nombres, et c'est déjà beaucoup.

« Ceux qui sont nuls en maths aujourd'hui en savent plus que les universitaires allemands du XVe siècle. »

Quant à ceux qui disent *« J'ai toujours été nul en maths »*, je leur réponds : *« Vous vous trompez. »* C'est comme la lecture. En CP, on ânonne. Puis un jour, on lit sans y penser. Et on oublie qu'on a appris. Pour les maths, c'est pareil.

« Le zéro dans 203 indique l'absence de dizaines. Cela paraît évident… mais cette idée a mis des siècles à émerger. »

Prenons un exemple : la numération décimale. Nous savons tous que 203 et 23 ne sont pas la même chose, et que le zéro dans 203 indique l'absence de dizaines. Cela paraît évident… mais cette idée a mis des siècles à émerger et il a fallu l'assimiler à l'école primaire. Ceux qui disent ne rien comprendre aux maths manipulent pourtant chaque jour un système que personne ne connaissait au Moyen Âge. Comme Monsieur Jourdain faisait de la prose, ils font des maths sans le savoir.

On raconte l'histoire d'un marchand allemand du XVe siècle qui avait un fils à qui il souhaitait donner une éducation commerciale avancée. Il fit appel à un éminent professeur d'université pour lui demander conseil sur l'endroit où il devait envoyer son fils. La réponse fut que si le programme mathématique du jeune homme devait se limiter à l'addition et à la soustraction, il pourrait peut-être suivre son enseignement dans une université allemande ; mais l'art de multiplier et de diviser, continuait-il, avait été grandement développé en Italie, qui, à son avis, était le seul pays où l'on pouvait obtenir un enseignement aussi avancé. Vous voyez : ceux qui sont nuls en maths aujourd'hui en savent plus que les universitaires allemands du XVe siècle.

Vous expliquez qu'il suffit de 10 chiffres, comme les doigts des deux mains, pour former tous les nombres. Et cela semble vrai dans toutes les cultures. Les mathématiques sont-elles un langage universel comme la musique ou la poésie ?

Dix chiffres dans toutes les cultures ? Pas exactement. Certains peuples comptent en base 20, avec leurs orteils. D'autres, comme certains Amérindiens, comptent entre les doigts : quatre intervalles par main, soit une base 8. Les dix doigts sont pratiques, mais ce n'est pas une règle universelle. Sans parler des ordinateurs qui n'ont que deux chiffres : 0 et 1.

Quant à savoir si les mathématiques sont un langage universel comme la musique ou la poésie, permettez-moi de vous retourner la question : pensez-vous vraiment que la musique soit universelle ? Elle est sans doute universelle dans son essence, mais ses formes varient énormément selon les époques et les cultures. C'est la même chose pour les mathématiques. Un théorème vrai à Tokyo le sera aussi à Paris, bien sûr.

Mais les questions que l'on se pose, les objets que l'on explore dépendent de l'histoire, des traditions, des outils et des besoins locaux.

On cite souvent Galilée : *« La nature est écrite en langage mathématique. »* C'est sans doute vrai. Mais la mathématique n'est pas qu'un langage.

Beaucoup de mathématiciens se sentent « platoniciens » : pour eux, les objets mathématiques existent dans un monde des idées, indépendants de nous, presque tangibles, qu'on explore comme un physicien explore la matière dans son laboratoire.

La Révolution française a créé le système métrique et changé le calendrier, et même la mesure du temps. Comment expliquez-vous une telle démarche ?

Le système métrique est une des plus belles inventions de la Révolution. Fini le pied du roi : les unités sont désormais fondées sur des mesures naturelles, accessibles à tous, comme la Terre : il y a 10 millions de mètres du pôle à l'équateur. Les préfixes décimaux – déci, centi, milli, déca, hecto, kilo – ont été adoptés universellement. Une idée profondément démocratique.

Et les révolutionnaires voulaient aller plus loin. Réformer le temps lui-même : 10 heures par jour, 100 minutes par heure, 100 secondes par minute. Finies les vieilles conventions de 60 minutes par heure, 60 secondes par minute, et de 24 heures par jour héritées de Babylone ! Cela a été imposé par la Convention nationale et… abandonné quelques mois plus tard. Peut-être pour une autre révolution ? Qui sait ?

Pythagore affirmait *« Tout est nombre »*. Mais à l'ère du « tout-numérique », n'y-a-t-il pas trop de chiffres et de nombres dans nos sociétés ? Quelle place laisser à l'incalculable ?

Je sens dans votre question une petite provocation ! Trop de chiffres, trop de données, trop de quantifications ? Oui, sans doute. Je ne défends pas l'idée que tout doive être mesuré, numérisé, automatisé. Je milite simplement pour un rapport apaisé avec les nombres.

Je conclus d'ailleurs mon livre par cette phrase : *« Pythagore exagérait peut-être en disant que tout est nombre : on ne va pas tout comprendre avec les mathématiques, mais c'est bien utile quand même… si l'on ne veut pas vivre dans l'obscurité. »* ■

ENTRETIEN RÉALISÉ PAR ANNA MUSSO

LAFARGUE RAPHAEL/ABACA

LA CHRONIQUE MATHÉMATIQUE DE CÉDRIC VILLANI

Riches racines

Le 5 mai 2025 (5/5/25), c'était le Jour international de la racine carrée (car 5 est racine carrée de 25 !). Si vous ne l'avez pas fêté en cuisinant des radis à base carrée, je compte sur vous pour la prochaine occasion, vous avez le temps de vous préparer (combien de temps au juste ?). Mais qu'y a-t-il de si intéressant dans les racines carrées ? Beaucoup de choses ! Le calcul de racine carrée est la plus ancienne trace d'algorithme sophistiqué qui nous soit parvenue – une petite tablette d'argile babylonienne, répertoriée YBC 7289, gravée il y a quelque 3700 ans d'une excellente approximation de racine carrée de 2 (en gros 1,414213 dans notre notation). En vue de quelle application, ce calcul si précis ? Aucune ! C'était – déjà – de la précision pour l'amour de la précision et cela déjà est précieux.

Aujourd'hui on appelle « algorithme babylonien » la méthode de calcul ultra-rapide des racines carrées, par approximations successives, toujours utilisée dans nos universités et dans nos ordinateurs. Pour calculer racine de 2 on part des nombres 1 et 2 ou plutôt du couple (1,2). Le couple suivant sera (x, y) où x est la moyenne des deux nombres précédents (moyenne de 1 et 2), et y est choisi pour que xy = 2. Soit (3/2, 4/3). Et ainsi de suite ! Et cela converge à toute allure vers le couple (r, r) où r = racine de 2. C'est bien plus efficace que la méthode habituellement enseignée à l'école… en fait c'est mon introduction préférée au concept crucial de rapidité algorithmique ! Mais la racine carrée est aussi la porte d'entrée vers la nature des nombres ! C'est par elle que les Grecs anciens subirent le choc historique de la découverte des nombres irrationnels, ceux qui ne peuvent s'écrire sous forme de fraction.

Démonstration par l'absurde. Supposez que racine de 2 soit une fraction, c'est-à-dire a/b avec a et b entiers. Si a et b sont tous deux pairs, simplifiez par 2 (divisez a et b par 2, sans changer la fraction a/b). Simplifiez par 2 encore si besoin, jusqu'à ce que vous ne puissiez plus, c'est-à-dire que soit a, soit b est impair. Élevons la fraction au carré : $a^2/b^2 = 2$. Donc $a^2 = 2\,b^2$. Donc a^2 est pair. Donc a est pair. Donc a^2 est multiple de 4. Donc $b^2 = a^2/2$ est pair. Donc b est pair. On a ainsi prouvé que a et b sont pairs, c'est une contradiction !

Qu'en conclure ? Que racine carrée de 2, nombre bien réel puisque calculable, ne se laisse pas mettre en fraction. Ainsi la racine carrée est une porte ancestrale vers ces nombres irrationnels, qui forment la quasi-totalité des nombres réels. L'une des plus grandes avancées conceptuelles de l'histoire des sciences ! ■