

que l'on veuille les compter, ça me paraît indiscutable.

En ce moment, nous fêtons les 150 ans du tableau périodique des éléments de Mendeleïev, une classification de tous les atomes existants sur la base de leurs constituants et qui sous-tend leurs propriétés chimiques. L'hypothèse de Riemann est du même niveau: elle mettrait de l'ordre dans les «atomes des nombres». Aucun doute, c'est une question centrale, qui dépasse même le cadre de la théorie des nombres. D'ailleurs, il est possible de la reformuler en termes de systèmes dynamiques.

Quel autre grand problème peut-on citer ?

Étienne Ghys : J'aime bien ce problème $3n+1$, ou conjecture de Syracuse: à partir d'un nombre entier strictement positif, on le divise par 2 s'il est pair, sinon, on le multiplie par 3 et on ajoute 1, et on recommence avec le résultat. Arrivera-t-on toujours à 1 ?

Je n'ai aucune idée de sa place dans le paysage mathématique (en fait, je ne vois pas très bien en quoi il est important), mais il se prête volontiers à la diffusion: on peut tout à fait en parler avec n'importe qui, évoquer ce problème en tant que tel, son histoire, les progrès quant à sa résolution... Au passage, on balaie une idée reçue selon laquelle tous les problèmes mathématiques ont été résolus par les Grecs. Non, il existe bel et bien des problèmes encore non résolus !

Cette conjecture offre également l'occasion, lors d'une conférence ou en discutant plus simplement, de mettre en évidence de vrais liens structurels entre mathématiques et informatique.

Avec le problème $3n+1$, on multiplie par trois, on divise par 2, on ajoute 1... et l'on se demande si l'on peut arriver à la case 1. De même, lorsqu'un mathématicien raisonne, il met bout à bout un certain nombre de raisonnements élémentaires, des syllogismes, et regarde où ils le mènent, l'objectif étant d'arriver à l'équivalent d'une case 1, en l'occurrence une case «Oui, c'est démontré».

Syracuse permet d'illustrer des questions sur ce que peut être un algorithme qui ne finit jamais, un problème fondamental en informatique, un domaine dans lequel justement, on doit prouver qu'un algorithme, comme Parcours Sup, conduit à une conclusion dans tous les cas.

Pour cela, le problème $3n+1$ a des vertus pédagogiques que je trouve

vraiment intéressantes. On peut expliquer ce que sont les mathématiques, un algorithme, et même qu'il existe des énoncés pour lesquels on a beau développer tous les syllogismes que l'on veut, on n'arrivera jamais à dire s'ils

Suite au discours d'Édouard Philippe, un comité se réunit à l'Académie et transmettra aux autorités différentes recommandations. Par le passé, l'Académie s'est souvent exprimée sur des sujets divers, comme les enfants et les écrans, les

Aujourd'hui, les enfants sont les héritiers d'un passé mathématique très riche

sont vrais ou faux. Ils sont indécidables. C'est le fameux théorème de Gödel.

Le problème $3n+1$ permet d'aller très loin, et en cela, c'est un outil de choix pour transmettre les mathématiques. Et cet aspect est très important pour moi.

Depuis janvier 2019, vous êtes secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences. Quel est votre rôle ?

Étienne Ghys : L'Académie des sciences, créée en 1666 par Colbert, est investie de plusieurs missions: parmi elles, on peut citer diffuser la science, conseiller le gouvernement, favoriser l'enseignement des sciences... La vie de l'Académie est organisée par un bureau constitué d'un président (aujourd'hui Pierre Corvol), d'un vice-président (Patrick Flandrin) et de deux secrétaires perpétuels. Je suis l'un d'eux (l'autre est Pascale Cossart). En quelques mots, mon rôle est simplement d'orienter l'action de cette académie.

Par exemple, le Premier ministre a récemment prononcé un discours annonçant un plan pluriannuel pour la science. Or dans notre académie, un grand nombre de scientifiques réfléchissent au fonctionnement de la science, au rôle du programme d'investissements d'avenir, de l'Agence nationale de la recherche (ANR), du CNRS dont on fête les quatre-vingts ans cette année... Ces structures doivent être repensées régulièrement. Par exemple comment harmoniser les rôles des chercheurs CNRS et des enseignants-chercheurs universitaires ?

mathématiques à l'école primaire, la réforme du baccalauréat...

Êtes-vous en lien avec en lien avec l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) ?

Étienne Ghys : Oui, avec cette instance présidée par Gérard Longuet et dont Cédric Villani est le premier vice-président, nous organisons des petits-déjeuners mensuels qui réunissent parlementaires et scientifiques autour d'un thème particulier. Le prochain traitera de la cybersécurité.

Par ailleurs l'Académie organise nombre de colloques, parfois importants notamment celui à venir sur les insectes. Certaines de ses manifestations sont destinées au grand public, comme les «5 à 7» dont je m'occupe particulièrement. À chaque fois, la grande salle des séances où ils se déroulent est pleine à craquer. Le dernier était dédié aux femmes de science oubliées, comme Alicia Boole, une mathématicienne britannique du ^{xx}e siècle que personne ne connaît.

Nous nous préparons aussi à commémorer les cinq cents ans de la mort de Léonard de Vinci, en mettant à l'honneur douze de ses codex dont l'Institut est propriétaire.

Une dernière chose. L'Académie des sciences décerne chaque année des dizaines de prix, généralement bien dotés. La sélection des lauréats est un travail gigantesque. ■

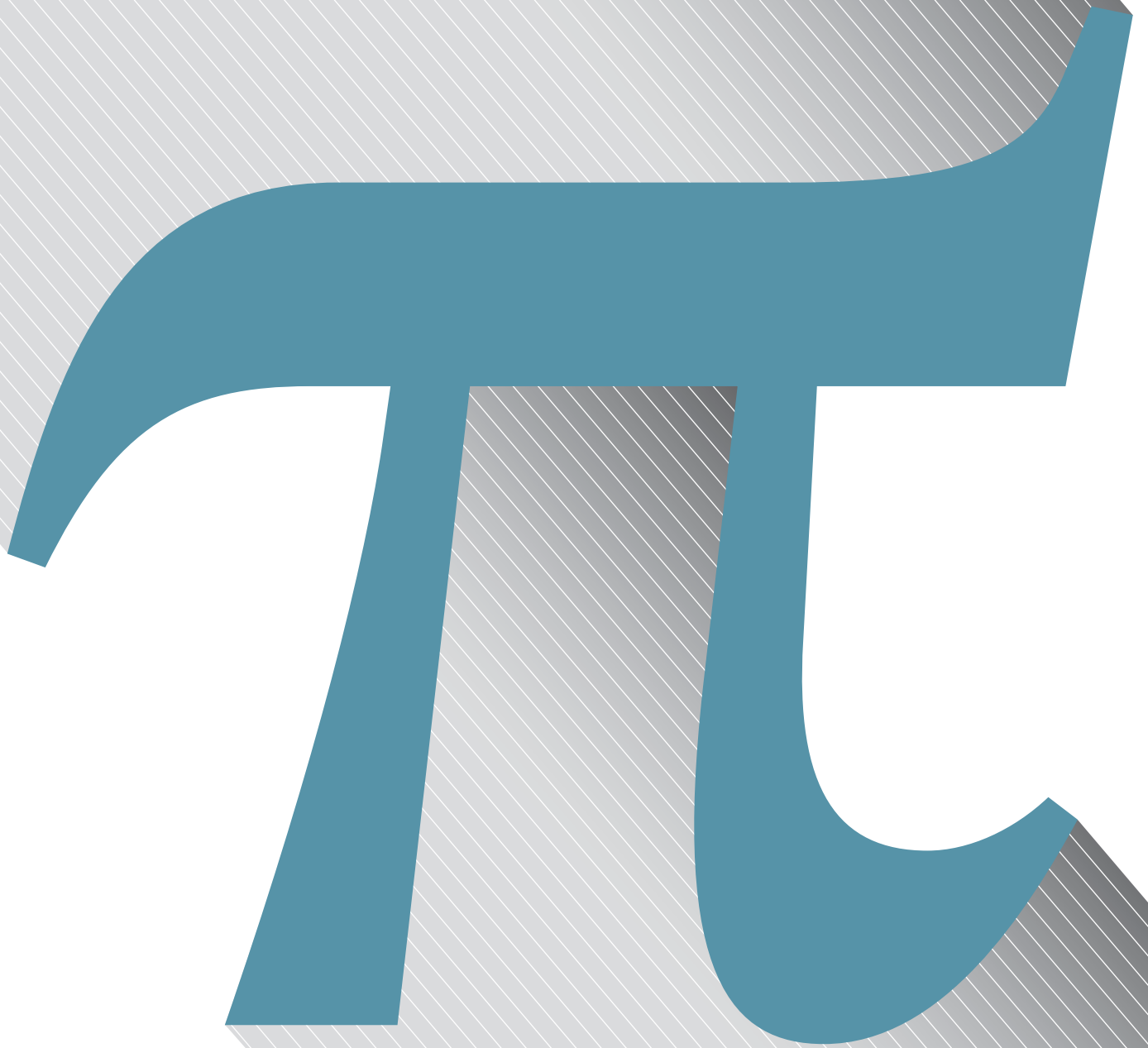
Propos recueillis par Loïc Mangin

34825 34211 70679 82148
 4930 38196 44288 10975 66593
 458 70066 06315 58817 48815
 7595 91953 09218 61173 81932
 21 39494 63952 24737 19070
 3 96091 73637 17872 14684
 713 09960 51870 72113 49999
 010 00313 78387 52886 58753
 2 68066 13001 92787 66111
 994 13891 24972 17752 83479
 671 13900 98488 24012 85836
 5906 94912 93313 67702 89891
 823 54781 63600 93417 21641
 7202 75596 02364 80665 49911
 21 72147 72350 14144 19735
 92 22184 27255 02542 56887
 5125 20511 73929 84896 08412
 776 46575 73962 41389 08658
 4826 01476 99090 26401
 8859 59772 97549 89301 61753
 6222 62609 91246 08051 24388
 4815 84560 28506 01684
 32 41125 15076 06947 94510
 0097 14909 67598 52613
 47 95265 86782 10511 41354
 62 19838 74478 08478 48968
 444 06437 45123 71819 21799
 0937 62137 85595 66389 37787
 2518 66600 21324 34088 19071
 9759 51567 71577 00420 33786
 27 06957 22091 75671 16722
 71 10314 12671 11369 90865
 93 22618 54896 32132 93308
 9971 20844 33573 26548 93823
 211 20191 30203 30380 19762
 642 62434 10773 22697 80280
 269 18620 56476 93125 70586
 845 52965 41266 54085 30614
 854 73326 99390 81454 66464
 012 62285 94130 21647 15509
 37 51895 73596 14589 01938
 40 33215 71853 06142 28813
 976 92656 72146 38530 67360
 921 33757 51149 59501 56604
 84 44893 33096 34087 80769
 951 67353 81297 41677 29478
 79422 36250 82216 88957
 0 31990 66554 18763 97929
 0 92120 19051 66096 28049
 487 02790 81435 62401 45171
 6 95970 30983 39130 77109
 3 34924 36931 13835 04931
 434 15956 25865 86557 05526
 480 29005 87607 58251 04747
 061 63425 22577 19542 91629
 19 39325 19107 60208 285318

DES NOMBRES D'EXCEPTION

Le nombre d'or et π sont parmi les plus célèbres. Connus depuis l'Antiquité, ils n'ont pourtant pas encore révélé tous leurs secrets. D'ailleurs, on découvre qu'ils surgissent où on ne les attend pas : dans les quasi-cristaux, dans du sable jeté sur le sol, dans des fractales... Ces deux stars ne doivent pas occulter la richesse d'autres nombres parés de tout aussi extraordinaires propriétés : les nombres palindromes, ceux de Schur...

Un peu plus de six mille décimales de π sur lesquelles se déploient deux séries de spirales : huit dans un sens et treize dans l'autre. Ces nombres sont deux termes consécutifs de la suite de Fibonacci, où le rapport de deux termes consécutifs tend vers le nombre d'or.



L'ESSENTIEL

● On sait calculer avec efficacité plusieurs milliards de décimales de π grâce à des formules complexes.

● Des méthodes plus rustiques, et moins performantes, existent aussi, par exemple en jetant du sable sur un carré, ou bien en tirant au fusil sur une cible.

● On a récemment découvert d'autres moyens inattendus. Ainsi, le choc de billes près d'un mur révèle les premières décimales de π .

● Ce nombre se cache aussi dans l'ensemble fractal de Mandelbrot et dans le jeu de la vie de John Conway.

L'AUTEUR



JEAN-PAUL DELAHAYE est professeur émérite à l'université de Lille et chercheur au Centre de recherche en informatique, signal et automatique de Lille (Cristal).

Le nombre π est partout !

L'ubiquité du nombre π ne cesse d'étonner. On peut l'approcher avec du sable, des aiguilles, un fusil... Et récemment encore, il est apparu là où personne ne l'attendait !

L

es staphylocoques sont des bactéries ubiquitaires, du microbiote intestinal jusqu'aux sols. Le Bien et le Mal sont ubiquitaires dans la littérature. Certaines roches le sont aussi. L'ubiquité, c'est-à-dire «le fait d'être présent partout à la fois ou en plusieurs lieux en même temps», existe même en mathématiques. Ainsi, parmi les nombres, π est celui qui jouit le plus spectaculairement de

cette propriété: on le rencontre sans cesse. L'une des conséquences est qu'on découvre encore de nouvelles façons de calculer π .

Il est devenu difficile de battre les formules qui évaluent très vite ce nombre, parce que les meilleures méthodes connues résultent de recherches approfondies, qu'elles sont d'une grande subtilité, et qu'elles sont d'une époustouflante efficacité. Aujourd'hui, le record de calcul donne 31415 milliards de décimales de π et se fonde sur plusieurs formules, comme celle-ci, due aux frères David et Gregory Chudnovsky («! » se lit factorielle: $n! = 1 \times 2 \times \dots \times n$)

$$\frac{1}{\pi} = 12 \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{(6k)!(13591409+545140134k)}{(6k)!(k!)^3(640320)^{3k+3/2}}$$

Les étranges et nouvelles méthodes de calcul de π ne peuvent rivaliser avec cette extraordinaire formule (en se limitant au terme $k=0$, on trouve $\pi=3,1415926535897342\dots$, ce qui est correct jusqu'au 14^e chiffre), mais ➤