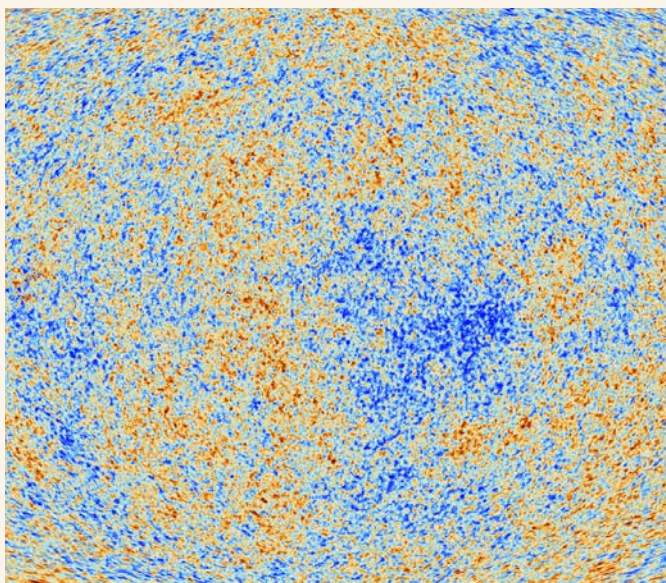


est réel, ce qui semble irrémédiablement exclure le modèle. Pour s'en sortir, les auteurs invoquent une éventuelle instabilité gravitationnelle dans l'espace-temps à cinq dimensions qui pourrait augmenter l'amplitude des fluctuations de grande longueur d'onde, conformément aux contraintes observationnelles. Mais cet ajout pourrait produire des fluctuations non gaussiennes, c'est-à-dire que trop de fluctuations ont une amplitude qui dépasse la valeur typique qu'elles devraient avoir. Or là aussi, les données de *Planck* ne voient pas la trace d'un caractère non gaussien.

D'une façon générale, l'impact de ces approches théoriques est complexe à évaluer. Celles-ci

traitent certains des problèmes du modèle standard de la cosmologie, mais de nouvelles difficultés émergent par ailleurs. Comment savoir s'il s'agit d'une amélioration ? Deux aspects sont à prendre en compte : les données expérimentales et l'impact auprès de la communauté des chercheurs. Il semble que la piste présentée n'ait pas encore eu d'échos. Mais de tels travaux ne sont pas pour autant stériles. L'imagination des théoriciens permet de défier le modèle standard, de l'enrichir, d'ouvrir des pistes à explorer, quitte à montrer que le scénario standard est, en fin de compte, plus satisfaisant que les idées concurrentes.

– **Alain Riazuelo**
Institut d'astrophysique de Paris



LE RAYONNEMENT DU FOND DIFFUS COSMOLOGIQUE pose des contraintes importantes sur le modèle standard du Big Bang et les pistes alternatives.

plat parce qu'il émerge de l'effondrement d'une étoile très massive.

Ainsi, notre modèle de Big Bang holographique non seulement résout les principales énigmes de la cosmologie standard (l'uniformité et la géométrie presque plate) sans recourir à l'inflation, mais il supprime aussi les effets délétères de la singularité initiale.

Un scénario que l'on peut tester

La question qui subsiste est : peut-on savoir si ce scénario est correct ? Une des possibilités est d'étudier les détails du rayonnement du fond diffus cosmologique. À l'extérieur de notre brane, l'espace complet contient de la matière, qui serait attirée dans le voisinage du trou noir du fait de l'attraction gravitationnelle. Nous pouvons montrer que ce supplément de matière crée des fluctuations sur la brane qui vont à leur tour déformer le fond diffus dans des proportions faibles, mais mesurables. Nos calculs dans le cadre de ce scénario diffèrent d'environ quatre pour cent par rapport aux dernières données du satellite *Planck*. Mais cette variation peut aussi être la conséquence d'effets secondaires que nous n'avons pas encore correctement modélisés.

De plus, si le trou noir quadridimensionnel est en rotation (beaucoup de trous

noirs tournent sur eux-mêmes), alors notre brane pourrait ne pas être identique dans toutes les directions. La structure à grande échelle de notre Univers présenterait de petites différences selon les directions d'observation. Les astronomes pourraient aussi détecter cette anomalie en étudiant les variations subtiles dans le fond diffus cosmologique.

Bien sûr, en même temps qu'il résout la question de l'origine de notre Univers, notre scénario soulève toute une série de nouvelles questions. En premier lieu : d'où est issu l'univers qui a donné naissance au nôtre ?

Pour résoudre cette énigme, nous pouvons nous tourner une fois de plus vers Platon. Quand ses prisonniers émergent de leur caverne, la lumière du Soleil les éblouit et ils ne comprennent pas ce qui les entoure. Ils mettent longtemps à s'habituer à la luminosité. Au début, les prisonniers sont juste capables de distinguer les ombres et les reflets. Mais bientôt ils voient aussi la Lune et les étoiles. Enfin, ils arrivent à voir le Soleil et faire sens du jour, de la nuit et des saisons. Ils comprennent aussi la nature des ombres qu'ils voyaient, mais sans savoir d'où vient la puissance du Soleil, tout comme nous ne comprenons pas l'univers complet quadridimensionnel. Mais au moins ils savent où chercher les réponses. ■

■ BIBLIOGRAPHIE

R. Pourhasan *et al.*, **Out of the white hole : a holographic origin for the Big Bang**, *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, vol. 2014, article 04(2014)005, 2014 (en accès libre).

J. Maldacena, **La gravité est-elle illusion ?**, *Pour la Science* n° 339, janvier 2006.

G. Veneziano, **L'Univers avant le Big Bang**, *Pour la Science*, n° 320, juin 2004.

MARTIN GARDNER, le jeu se poursuit

Colm Mulcahy et Dana Richards

Avec la rubrique mensuelle qu'il a tenue pendant près de 25 ans dans le magazine *Scientific American*, Martin Gardner a marqué le monde des mathématiques récréatives et a inspiré de nombreuses personnes.

Comme un bon tour de magie, un casse-tête astucieux peut impressionner, révéler des vérités mathématiques et susciter des questions importantes. C'est en tout cas ce que pensait Martin Gardner. Son nom est indissociable de la rubrique mensuelle *Mathematical Games* qu'il rédigea pendant un quart de siècle dans *Scientific American* (et de 1977 à 1981 dans *Pour la Science*). Gardner, qui aurait eu 100 ans en octobre 2014, présentait chaque mois des sujets mathématiques intéressants sous un angle presque magique et, ce faisant, passionnait un vaste lectorat. Nombreux sont ceux qui ont cité la rubrique de Gardner comme ayant joué un rôle décisif dans leur choix de faire carrière en mathématiques ou dans un domaine connexe.

C'était un homme modeste. Gardner n'a jamais recherché les honneurs ni la célébrité. Mais la centaine d'ouvrages qu'il a laissés (reflétant des connaissances très étendues, qui englobaient sciences et humanités) lui ont valu l'attention et le respect de nombreuses personnalités, tels le paléontologue Stephen Jay Gould ou le linguiste Noam Chomsky.

Bien que Gardner ait arrêté sa rubrique régulière au début des années 1980, son influence est toujours présente aujourd'hui.

L'ESSENTIEL

- Martin Gardner aurait eu 100 ans en octobre de cette année. Il a tenu durant un quart de siècle une rubrique intitulée *Mathematical Games* (jeux mathématiques) qui a fait sa célébrité.
- Des centres d'intérêt très divers, de nombreuses amitiés et une intelligence remarquable lui ont permis de faire découvrir à un vaste lectorat maints sujets importants : chiffrement RSA, jeu de la vie, fractales, pavages de Penrose, etc.
- Sa rubrique a inspiré des générations de mathématiciens professionnels et amateurs, dont certains perpétuent l'héritage.

Il a publié des écrits jusqu'à sa mort en 2010, et l'ensemble de ses admirateurs s'étend sur plusieurs générations. Ses lecteurs organisent encore des réunions en son honneur et en celui des jeux mathématiques, et ils produisent aussi de nouveaux résultats. La meilleure façon d'apprécier ses rubriques pionnières est peut-être de les relire, ou de les lire pour la première fois, selon les cas. Peut-être le présent hommage à ses travaux et aux graines qu'ils ont semées incitera-t-il une nouvelle génération à réfléchir aux raisons pour lesquelles les mathématiques récréatives ont encore une importance en 2014.

De la logique aux hexafléxagones

Célèbre dans les milieux mathématiques, Gardner n'était pas pour autant un mathématicien de métier. À l'Université de Chicago, au milieu des années 1930, il se spécialisa en philosophie et excella en logique, mais négligea les mathématiques (il assista cependant à un cours d'« Analyse mathématique élémentaire »). Mais il était bien versé dans le domaine des casse-tête numériques et logiques. Son père, géologue, lui fit découvrir Sam Loyd et Henry



Dudeney, grands innovateurs en matière de casse-tête du début du XX^e siècle.

Dès l'âge de 15 ans, il publia régulièrement des articles dans des journaux de magie, où il explorait souvent des questions relevant à la fois de la magie et de la topologie, ce domaine mathématique où l'on analyse les propriétés qui restent inchangées quand on étire, tord ou déforme des figures sans les déchirer.

En 1948, Gardner s'installa à New York, où il se lia d'amitié avec Jekuthiel Ginsburg, professeur de mathématiques à l'Université Yeshiva et éditeur de *Scripta Mathematica*, revue trimestrielle qui cherchait à mettre les mathématiques à la portée du lecteur moyen. Gardner écrivit pour cette revue une série d'articles sur la magie mathématique, et il semble qu'il fut finalement convaincu par la théorie de Ginsburg qu'« il n'est pas besoin d'être peintre pour apprécier l'art, ni d'être musicien pour apprécier la bonne musique. Nous voulons prouver que l'on n'a pas besoin d'être mathématicien professionnel pour apprécier les figures mathématiques, et même certaines idées abstraites ».

Gardner publia en 1952 son premier article dans *Scientific American*, sur des machines capables de résoudre des problèmes logiques élémentaires. En 1956, il soumit un article sur les hexaflexagones, structures construites à partir de bandes de papier pliées dont les magiciens et les topologistes commençaient à étudier les propriétés. L'article fut immédiatement accepté et, avant même sa parution dans

les kiosques en décembre, on lui demanda de tenir une rubrique mensuelle dans la même veine.

Les premiers articles étaient assez élémentaires, mais les mathématiques présentées se sont approfondies à mesure qu'a augmenté la compréhension de Gardner (et celle de ses lecteurs). D'une certaine manière, Gardner s'est créé une sorte de réseau social à lui, mais à la vitesse de la poste américaine. Il échangeait des informations avec des personnes qui, sinon, auraient travaillé dans leur coin. Depuis ses années d'université, il avait constitué des dossiers très complets et soigneusement organisés. Son réseau l'aida à étoffer ces dossiers et à créer un vaste cercle d'amis patients d'apporter des idées. Pratiquement tous ceux qui lui écrivaient recevaient une réponse détaillée. Parmi ses correspondants et associés figuraient les mathématiciens John Conway et Persi Diaconis, les artistes M. C. Escher et Salvador Dali, le magicien et sceptique James Randi, l'écrivain Isaac Asimov.

■ LES AUTEURS



Colm MULCAHY est professeur de mathématiques au *Spelman College*, à Atlanta en Géorgie (États-Unis).

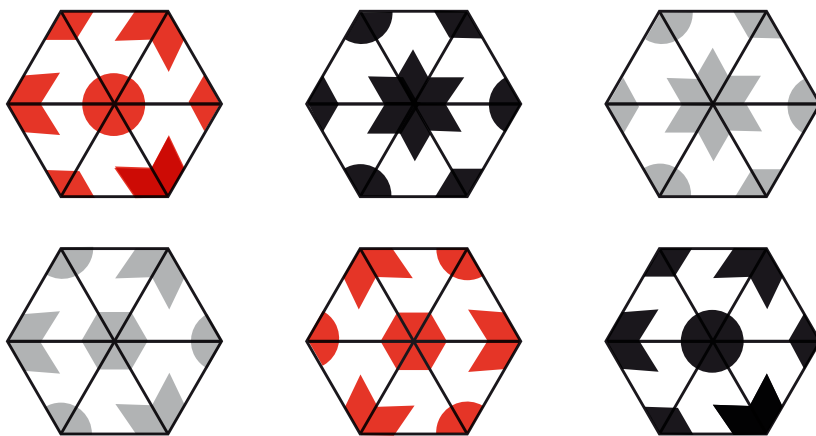
Dana RICHARDS est professeur d'informatique à l'Université George Mason, à Fairfax près de Washington. Il est auteur d'une biographie de Martin Gardner à paraître.

Un esprit universel

Les relations diverses de Gardner reflétaient l'éclectisme de ses propres centres d'intérêt – littérature, prestidigitation, rationalisme, physique, science-fiction, philosophie, théologie... C'était un esprit universel à l'ère des spécialistes. Dans chaque texte, semble-t-il, il trouvait un lien entre son sujet principal et les humanités. Ces références ont aidé de nombreux lecteurs à s'intéresser à des idées qui, sinon, ne les auraient pas accrochés. Par exemple, dans son essai sur « Rien », Gardner alla bien au-delà des concepts mathématiques de zéro et d'ensemble vide (un ensemble dépourvu d'élément) et explora l'idée du rien dans l'histoire, la littérature et la philosophie.

Pour d'autres lecteurs, la rubrique de Gardner était incontournable en raison de son talent de conteur. Il préparait rarement un article sur la base d'un seul résultat ; il attendait plutôt d'avoir assez de matière pour tisser une riche trame d'idées apparentées et de pistes de recherche futures. Il n'était pas rare qu'il passât une vingtaine de jours à faire ses recherches et à rédiger ; il lui semblait que s'il avait du mal à apprendre quelque chose, il était mieux placé qu'un expert pour l'expliquer au grand public.

Gardner traduisait si bien les mathématiques que ses rubriques incitaient



1. SIX DESSINS DIFFÉRENTS PEUVENT ÊTRE OBTENUS à partir d'une même bande de papier décorée, en la pliant en une structure hexagonale plane appelée hexahexaflexagone, puis en la tordant et en la réaplatissant plusieurs fois, comme le montrait Gardner dans le numéro de décembre 1956 de *Scientific American* (voir aussi www.ScientificAmerican.com/oct2014/gardner).

souvent ses lecteurs à aller plus loin. Par exemple, Marjory Rice, une femme au foyer ayant pour tout bagage un certificat de fin d'études secondaires, utilisa ce qu'elle avait appris dans un article de Gardner pour découvrir plusieurs types nouveaux de pavages pentagonaux réguliers, c'est-à-dire des polygones à cinq côtés qui s'agencent parfaitement, sans laisser de vides. Elle écrivit à Gardner, qui transmit le résultat à la mathématicienne Doris Schattschneider pour le vérifier.

Polyominos, jeu de la vie, pavages de Penrose...

La rubrique de Gardner fut le point de départ d'un grand nombre de résultats nouveaux. En 1993, Gardner lui-même identifia les cinq articles qui avaient suscité le plus de réponses des lecteurs : ceux sur les polyominos de Solomon Golomb, sur le jeu de la vie de J. Conway, sur les pavages non périodiques du plan découverts par Roger Penrose, sur la cryptographie RSA et sur le paradoxe de Newcomb (voir l'encadré page 36).

Si certains de ces sujets ont eu tant de succès, c'est peut-être parce qu'il est facile de jouer avec chez soi, en utilisant des objets familiers tels qu'échiquiers, allumettes, cartes et bouts de papier. C'était certainement le cas quand, en mai 1957, Gardner décrivit le travail de S. Golomb, qui venait d'étudier les polyominos, objets formés en mettant côte à côte plusieurs carrés. Un domino est un polyomino constitué de deux carrés, un triomino en a trois, un tétramino quatre, etc. Ils apparaissent dans toutes sortes de problèmes de logique, pavages et jeux populaires, jusqu'aux jeux vidéo modernes tels que *Tetris*.

Certains polyominos apparaissent également comme motifs dans le jeu de la vie de J. Conway. Ce jeu fait intervenir des « cellules », c'est-à-dire des cases d'un réseau carré marquées « vivante » ou « morte », qui vivent (et peuvent ainsi proliférer) ou meurent en obéissant à certaines règles (par exemple, les cellules vivantes ayant deux ou trois voisines survivent, alors que celles qui en ont zéro, une, ou quatre ou plus, meurent). On lance chaque « partie » du jeu à partir d'une configuration initiale, puis les cellules évoluent en respectant les règles. Le jeu de la vie s'inscrivait dans le domaine naissant des « automates cellulaires » qui simulent des systèmes complexes, souvent de manière très détaillée. L'intuition de

J. Conway était qu'un automate trivial à deux états, conçu à la main, avait le potentiel de modéliser un comportement complexe et sujet à évolution.

Après la parution de l'article de Gardner, en octobre 1970, le jeu de la vie acquit rapidement un grand nombre d'adeptes, qui produisirent bientôt des résultats étonnants. Les mathématiciens savaient depuis longtemps qu'une petite liste d'axiomes peut conduire à des vérités profondes, mais la communauté du jeu de la vie du

début des années 1970 en a fait l'expérience directe. Une bonne quarantaine d'années plus tard, ce jeu continue de donner lieu à des découvertes : un nouveau motif auto-constructeur nommé *Gemini* (qui se réplique et détruit le motif parent, tout en se déplaçant obliquement selon un angle différent de 45 degrés, une première) a été présenté en mai 2010, et le premier réplicateur du jeu de la vie qui se clone (lui-même et ses instructions) a été construit en novembre 2013.

Testez-vous

Les énigmes de mathématiques récréatives s'inscrivent dans diverses catégories. Pour les résoudre, il faut faire appel à des dons variés, comme l'illustrent les exemples ci-dessous, dont certains sont des classiques (pour les réponses, voir <http://bit.ly/pls-446-gardner>).

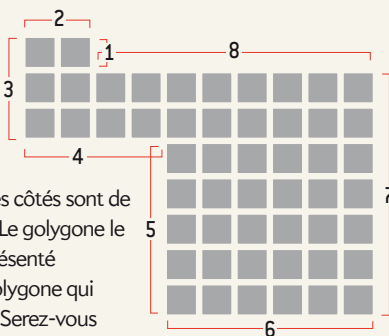
Certains casse-tête ne demandent pas beaucoup plus qu'un raisonnement élémentaire. Voici un exemple. On a trois interrupteurs marche/arrêt au rez-de-chaussée d'un bâtiment. Un seul d'entre eux commande l'ampoule du troisième étage (et rien d'autre). Les deux autres interrupteurs ne sont connectés à rien. Mettez les interrupteurs dans les états que vous voulez. Puis montez au troisième vérifier l'ampoule. Sans quitter le troisième étage, pouvez-vous déterminer quel est l'interrupteur qui commande cette ampoule ? Vous n'avez droit qu'à une tentative.

Les cryptarithmes mettent un peu plus à l'épreuve les capacités des amateurs de casse-tête. Dans ces problèmes, chaque lettre correspond à un unique chiffre. Par exemple, pouvez-vous déterminer quel chiffre doit représenter chaque lettre pour que l'addition de droite soit juste ?

$$\begin{array}{r} \text{CINQ} \\ + \text{CINQ} \\ + \text{VINGT} \\ \hline \text{TRENTÉ} \end{array}$$

Un don pour la visualisation est utile pour résoudre les « colles » géométriques. Essayez de vous représenter une pyramide ayant une base carrée et quatre faces en forme de triangles équilatéraux, à côté d'un tétraèdre dont les quatre faces sont identiques aux triangles de la pyramide. Maintenant, collez une face triangulaire de la pyramide à un triangle du tétraèdre. Combien de faces le polyèdre résultant possède-t-il ? La réponse n'est pas sept !

Les amateurs de casse-tête, comme les mathématiciens, doivent parfois résoudre des défis qui reflètent des problèmes généraux ou qui nécessitent la construction de preuves logiques. Prenons les polygones de la classe des « golygones ». Tous les côtés adjacents forment un angle de 90 degrés, et les côtés sont de longueur croissante : 1, 2, 3, 4, et ainsi de suite. Le golygone le plus simple, dont les côtés vont de 1 à 8, est présenté ci-contre. C'est à notre connaissance le seul golygone qui pave le plan. Mais il existe d'autres golygones. Serez-vous capables de prouver que le nombre de leurs côtés est toujours un multiple de 8 ? (voir l'article de J.-P. Delahaye, *Pour la Science*, septembre 2014).



Les règles des échecs jouent un rôle dans de nombreux défis, par exemple dans le groupe de problèmes des « reines non attaquées ». Imaginez trois reines blanches et cinq noires sur un échiquier 5×5 . Saurez-vous les disposer de telle façon qu'aucune reine d'une couleur ne puisse attaquer une reine de l'autre couleur ? Il n'y a qu'une solution (en excluant les symétries et rotations).

J. Conway introduisit aussi Gardner aux pavages découverts par le mathématicien et physicien britannique Roger Penrose, ce qui donna lieu à un autre article très populaire où figurent deux formes de pavés, nommées respectivement cerfs-volants et fléchettes en raison de leur ressemblance avec ces jouets (voir la figure 2). Avec une réserve inépuisable de pavés des deux types, on peut paver un plan infini sans laisser le moindre interstice et avec une propriété remarquable : l'apériodicité. Les pavés de forme ordinaire (carrés, triangles, hexagones) recouvrent un plan en formant des motifs qui se répètent périodiquement. Mais quand on dispose les cerfs-volants et les fléchettes (ou d'autres combinaisons de deux pavés de Penrose ou plus) en respectant certaines règles, paver périodiquement devient impossible.

Ceux qui explorent les propriétés des pavages de Penrose ont, depuis, progressé. Ils ont notamment découvert que les motifs présentent une propriété nommée auto-similarité, qu'ont aussi les fractales, ces structures qui se répètent à différentes échelles (les

fractales ont elles aussi connu une grande popularité en partie grâce à l'article de Gardner sur le sujet en décembre 1976). Et les pavés de Penrose ont aussi contribué à la découverte des quasi-cristaux, qui ont une structure ordonnée mais apériodique. Gardner en était tout réjoui et commenta : « Ce sont de magnifiques illustrations de la façon dont une découverte mathématique, faite sans la moindre idée de ses applications, peut se révéler présente de longue date chez Dame Nature ! »

Cryptage à clef publique

En août 1977, Gardner anticipa un autre développement moderne : l'utilisation du courrier électronique pour les communications personnelles « d'ici quelques décennies ». Cette prédiction ouvrait un article qui présentait la cryptographie RSA, un système de chiffrement à clef publique fondé sur les fonctions à sens unique (des fonctions faciles à calculer, mais pas à inverser). Ces systèmes n'étaient pas une nouveauté au milieu des années 1970, mais

■ BIBLIOGRAPHIE

J.-P. Delahaye, *Flexagones*, Pour la Science n° 333, juillet 2005.

M. Gardner, *Les jeux mathématiques*, Pour la Science n° 252, octobre 1998.

M. Gardner, « Haha » ou l'éclair de la compréhension mathématique, Belin-Pour la Science, 1992.

Le monde mathématique de Martin Gardner, Belin-Pour la Science, 1986.

Site Internet consacré au centenaire de la naissance de Martin Gardner : www.martin-gardner.org

Le paradoxe de Newcomb : qui veut gagner des millions ?

Martin Gardner entend parler d'un problème connu sous le nom de paradoxe de Newcomb dans un article publié en 1969 par le philosophe Robert Nozick, et en fait le sujet de ses rubriques de juillet 1973 et mars 1974. Cette expérience de pensée, créée par le physicien théoricien William Newcomb, s'inspire du mystère de la déterminabilité et du libre arbitre, et elle est toujours activement débattue chez les philosophes.

Un joueur est opposé à un Prédicteur (extra-terrestre superintelligent, voyant ou divinité omnisciente) qui a le don de prédire les actions du joueur. On présente au joueur, ignorant des prédictions, deux boîtes : l'une (A) qui contient toujours 1000 euros, et l'autre (B) qui peut contenir 1 000 000 euros. Il a le choix entre prendre juste la boîte B, ou les deux. Avant que le jeu ne commence, le Prédicteur anticipe ce que va faire le joueur. Si le Prédicteur pense que le joueur ne prendra que la

boîte B, alors il y met la récompense d'un million d'euros. Si le Prédicteur pense que le joueur va prendre les deux boîtes, la boîte B ne contiendra rien.

Le paradoxe surgit parce que les deux stratégies pour gagner le plus d'argent semblent toutes deux logiques. La première suppose que prendre les deux boîtes rapporte toujours plus d'argent, indépendamment de la prédiction du Prédicteur. Si ce dernier prédit que le joueur prendra les deux boîtes, alors le joueur qui choisit les deux

boîtes remporte 1000 euros ; en ne sélectionnant que la boîte B, il ne gagne rien (voir le tableau ci-dessous). Si le Prédicteur anticipe que le joueur ne prendra que la boîte B, le joueur qui choisit les deux boîtes reçoit 1001000 euros ; choisir la seule boîte B rapporte un peu moins (1000000 euros).

Mais selon un autre argument, les plus gros gains résulteront toujours du choix de la seule boîte B. Le raisonnement est que le joueur peut ignorer les cas dans lesquels le choix du joueur diffère de la prédiction parce que ces coups supposent que le Prédicteur se trompe, ce qui, par définition, ne peut arriver à cette

divinité. Il y a donc le choix entre prendre les deux boîtes pour 1000 euros, ou seulement la boîte B pour 1000000 euros.

Les lecteurs de Gardner ont produit des quantités énormes de commentaires, détaillant les différents résultats, mais on ne peut toujours pas dire si une stratégie vaut mieux que l'autre. Dans sa présentation initiale du problème, Nozick commentait : « Pour presque tout le monde, ce qu'il convient de faire est parfaitement clair et évident. La difficulté, c'est que ces gens se partagent en deux camps presque égaux, et que beaucoup pensent que l'autre moitié est tout simplement idiote. »

CHOIX PRÉDIT	CHOIX RÉEL	GAIN
À la fois A et B	Les deux	1 000 euros
À la fois A et B	Seulement B	0 euros
Seulement B	Les deux	1 001 000 euros
Seulement B	Seulement B	1 000 000 euros

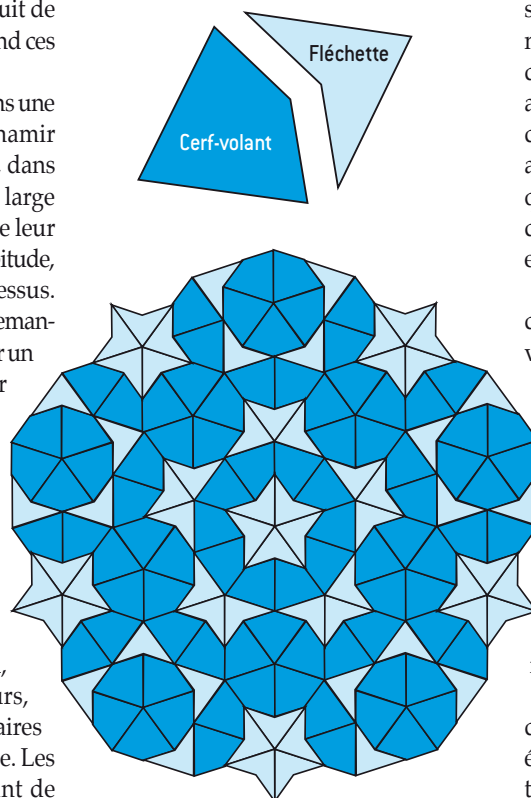
les informaticiens Ron Rivest, Adi Shamir et Leonard Adleman (qui ont donné leurs initiales au système RSA) ont introduit une fonction à sens unique d'un type différent, fondé sur les grands nombres premiers (entiers divisibles seulement par un et par eux-mêmes). La sécurité du chiffrement RSA découle ainsi de la difficulté à décomposer un entier égal au produit de deux grands nombres premiers, quand ces derniers ne sont pas connus.

Avant de publier leur résultat dans une revue scientifique, R. Rivest, A. Shamir et L. Adleman écrivirent à Gardner, dans l'espoir de toucher rapidement un large public. Gardner comprit la portée de leur innovation et, contrairement à son habitude, se dépêcha de publier un texte là-dessus. Dans son article, il présenta un défi, demandant aux lecteurs d'essayer de décoder un message, ce qui exigeait de factoriser un entier de 129 chiffres, une tâche impossible à l'époque. Gardner préfaça judicieusement ce défi par cette citation d'Edgar Allan Poe : « Il est vraiment douteux que l'ingéniosité humaine puisse créer un code secret dont l'ingéniosité humaine ne vienne à bout. » Et en effet, seulement 17 ans plus tard, une grosse équipe de collaborateurs, s'appuyant sur plus de 600 volontaires et 1 600 ordinateurs, déchiffra le code. Les défis RSA se poursuivirent pendant de nombreuses années, jusqu'en 2007.

Perpétuer l'héritage

La capacité de Gardner à inspirer les autres n'était pas non plus sans lien avec son humour espiègle. Son article du 1^{er} avril 1975 présentait « six découvertes sensationnelles qui ont d'une façon ou d'une autre échappé à l'attention du grand public ». Toutes étaient plausibles... et fausses. Par exemple, il affirma que Léonard de Vinci avait inventé la chasse d'eau. Quelques noms glissés dans le texte étaient censés alerter sur la nature facétieuse de l'article, mais des centaines de lecteurs ne détectèrent pas la plaisanterie et adressèrent à Gardner des lettres au ton vif.

En 1980, Gardner décida d'arrêter sa rubrique, afin de se concentrer sur d'autres projets d'écriture. Plusieurs auteurs lui ont succédé à *Scientific American* : Douglas Hofstadter, A. K. Dewdney, Ian Stewart, Dennis Shasha... « Prendre la suite du tour de force de



2. LES PAVÉS DE PENROSE sont remarquables pour leur production de motifs aperiodiques : avec une réserve illimitée de pavés, on peut recouvrir le plan sans aucun vide et de telle sorte que la configuration initiale ne se répète jamais exactement. Gardner publia un article sur les pavages de Penrose de type « cerfs-volants et fléchettes » en janvier 1977. Pour garantir l'aperiodicité, les pavés doivent être disposés selon certaines règles.

Martin Gardner était impossible, commenta un jour I. Stewart. Ce que nous avons essayé de faire, c'était de reproduire l'esprit de la rubrique : présenter des idées mathématiques importantes sur un mode ludique. »

Depuis deux décennies, l'esprit de la rubrique se perpétue aux conférences biennales *Gathering 4 Gardner* (participation sur invitation seulement), qui réunissent mathématiciens, magiciens et spécialistes des casse-tête. Gardner lui-même a assisté aux deux premières éditions. Après la mort de Gardner en 2010, des *Celebration of Mind*, auxquelles tout le monde peut assister (et que chacun peut même organiser), ont lieu dans le monde entier tous les mois d'octobre en son honneur.

Même si Gardner nous a quittés, il y a de bonnes raisons de s'inspirer de ses travaux et de promouvoir les mathématiques récréatives aujourd'hui. Retourner en tous sens des casse-tête et autres problèmes débouche souvent sur des découvertes intéressantes. Un grand nombre de ses articles auraient pu être développés et fournir matière à des livres. Gardner n'a jamais envisagé les mathématiques récréatives comme de simples énigmes, mais comme un moyen d'accéder à un riche univers mathématique.

Dans un dernier article, rétrospectif, dans *Scientific American* en 1998, Gardner écrivit : « La frontière entre les mathématiques amusantes et les mathématiques sérieuses est floue [...]. Pendant 40 ans, j'ai fait de mon mieux pour convaincre les enseignants que les mathématiques récréatives devraient être intégrées aux programmes. Elles devraient être régulièrement introduites comme moyen d'intéresser les jeunes élèves à la magie des mathématiques. Mais jusqu'à présent, le mouvement dans cette direction est inexistant. »

Aujourd'hui, Internet regorge d'applications, de tutoriels et de blogs mathématiques, et les réseaux sociaux peuvent mettre en relation les amateurs beaucoup plus vite que Gardner n'en avait les moyens. Mais la vitesse a peut-être un inconvénient : si les expériences ancrées dans le Web sont parfaites pour éveiller l'intérêt, il faut prendre le temps d'une réflexion approfondie pour éprouver de vraies révélations. Le succès de la rubrique de Gardner est en partie dû au fait que lui et son public prenaient le temps d'échanger des idées détaillées et de composer des réponses mûrement réfléchies. ■

Une intelligence d' ÉLÉPHANT

Anna Smet, Catherine Hobaiter et Richard Byrne

Probablement en raison de leur organisation sociale complexe, les éléphants ont développé d'étonnantes capacités de mémorisation, de coopération, de compréhension des autres et de communication.

