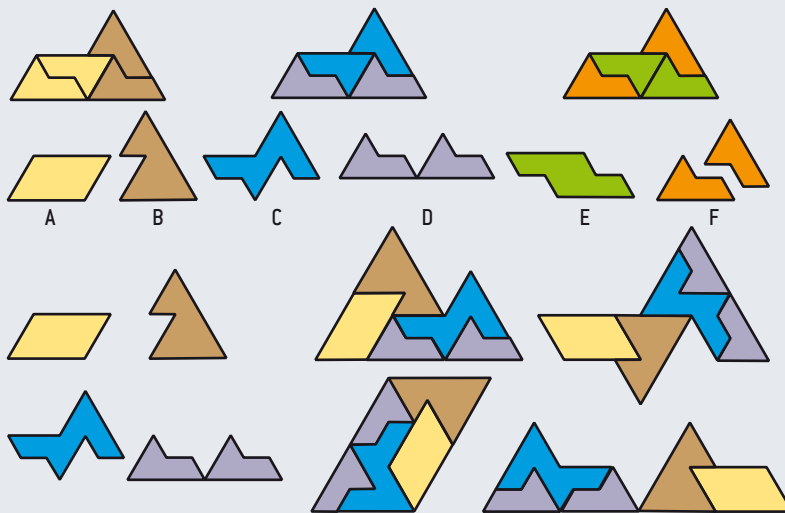


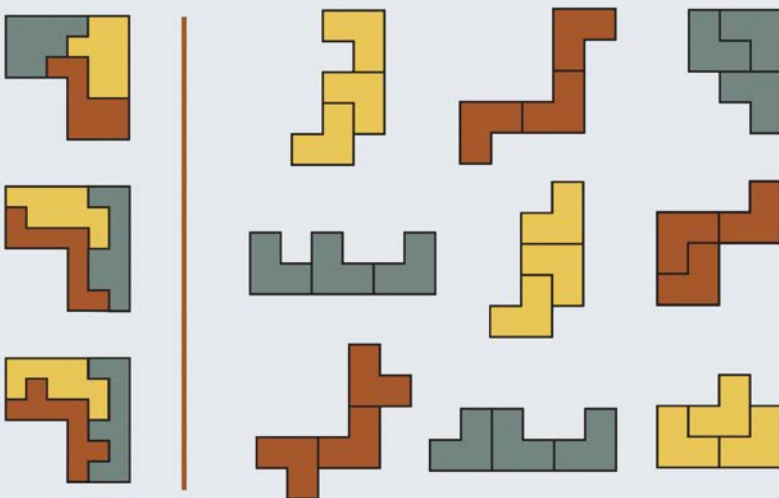
Construction à la main

Partant du sphinx qui se découpe en 4 sphinx, Lee Sallows regroupe les petits sphinx deux par deux de 3 façons différentes, obtenant 6 formes qui sont donc des « doubles sphinx ». Par construction, ces doubles sphinx peuvent être recouverts par 4 des 6 pièces A, B, C, D, E, F. En retenant A, B, C et D, on obtient l'ensemble de 4 formes autopavables illustré dans l'encadré page 80.



Un ensemble autopavable de 9 formes

La méthode de l'encadré ci-dessus se généralise en regroupant non plus 2, mais 3 formes à la fois. Elle a permis à Lee Sallows de découvrir des ensembles autopavables constitués de 9 formes différentes.



sphinx. $\{A, B, C, D\}$ est donc un ensemble autopavable à quatre éléments.

Le procédé est très efficace même si, dans l'exemple considéré, il ne donne pas quatre pièces d'un seul tenant. Le procédé permet d'obtenir des ensembles autopavables à 9 éléments (voir l'encadré ci-dessous).

Ordinateurs à la peine, humains glorieux

L'ordinateur donne accès à des vérités qu'on ne verrait pas sans lui. Par exemple, on ne connaît pas aujourd'hui de preuve autre que celle de l'ordinateur qu'il n'existe pas d'ensemble autopavable régulier composé de 4 heptominoes. Cependant, l'intelligence humaine ouvre souvent des voies qui se révèlent plus belles et fécondes que celles de la machine un peu trop tâche-ronne. L'exemple de Lee Sallows est remarquable et remet en mémoire une situation similaire récente.

En 2015, une équipe de l'université de Liverpool démontrait, à l'aide d'un calcul colossal réalisé par ordinateur, l'exactitude de la conjecture de la « discrédance » de Paul Erdős dans le cas $C=2$. Nous ne la rappelons pas, car c'est un peu compliqué, mais vous la trouverez détaillée sur Wikipedia ou dans l'article *Comment vérifier les longues démonstrations ?* de cette rubrique de juin 2015. La démonstration de l'ordinateur écrite explicitement était la plus longue démonstration mathématique jamais produite sur Terre. L'ordinateur triomphait !

Le mathématicien Terence Tao a cependant démontré quelques mois plus tard, sans ordinateur cette fois, la conjecture de la discrédance. Il ne s'est d'ailleurs pas contenté du cas $C=2$, mais a traité tous les cas à la fois, ce que les méthodes utilisées par l'ordinateur étaient très loin de pouvoir réaliser. La preuve humaine était plus courte, donc compréhensible par un humain, et plus générale !

L'intelligence artificielle (et la démonstration automatique) réalise des exploits remarquables. Elle fait des progrès réguliers, mais ne jetons pas trop vite l'éponge : l'humain a encore quelques beaux restes ! ■

OFFRE DÉCOUVERTE

ABONNEZ-VOUS À POUR LA SCIENCE



1 AN - 12 N^{OS}

59€

24%
d'économie

2 ANS - 24 N^{OS}

110€

29%
d'économie

3 ANS - 36 N^{OS}

159€

32%
d'économie

BULLETIN D'ABONNEMENT

POUR LA SCIENCE

À renvoyer accompagné de votre règlement à : Pour la Science - Service abonnements - 19 rue de l'Industrie - BP 90 053 - 67 402 Illkirch cedex

☐ **OUI, je m'abonne à Pour la Science en formule Découverte :**

- ☐ 1 an • 12 numéros • 59€ au lieu de 78,50€ (D1A59E)
- ☐ 2 ans • 24 numéros • 110€ au lieu de 157€ (D2A110E)
- ☐ 3 ans • 36 numéros • 159€ au lieu de 235,50€ (D3A159E)

MES COORDONNÉES

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____

Ville : _____

Tél. : _____

Pour le suivi client (facultatif)

MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science

☐ Par carte bancaire

N° _____

Date d'expiration _____ Clé _____

Signature obligatoire



PAS470B

Mon e-mail pour recevoir la newsletter Pour la Science (à remplir en majuscule). _____@_____

Grâce à votre email nous pourrions vous contacter si besoin pour le suivi de votre abonnement. À réception de votre bulletin, comptez 5 semaines pour recevoir votre n° d'abonné. Passé ce délai, merci d'en faire la demande à pourlascience@abopress.fr

J'accepte de recevoir les informations de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON et de ses partenaires ☐ OUI ☐ NON

Délai de livraison: dans le mois suivant l'enregistrement de votre règlement. Offre réservée aux nouveaux abonnés, valable jusqu'au 31/12/16 en France métropolitaine uniquement. Pour un abonnement à l'étranger, merci de consulter notre site www.pourlascience.fr. Conformément à la loi "Informatique et libertés" du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux données vous concernant en adressant un courrier à Pour la Science.

SCIENCE & FICTION

Peut-on estimer la biodiversité extraterrestre ?

Pour l'écrivain Arthur C. Clarke, l'Univers héberge de nombreuses vies intelligentes, mais celles-ci le sont bien trop pour venir sur Terre. Si tel est le cas, d'intrépides naturalistes partiront peut-être un jour recenser ces espèces d'un autre monde.

Jean-Sébastien STEYER et Roland LEHOUCQ

Illustration : Marc BOULAY

Un jour d'été 1950, à la cafétéria du laboratoire américain de Los Alamos, des physiciens plaisaient à propos d'une caricature d'extraterrestres publiée dans le *New Yorker* du 20 mai. Un débat plus sérieux s'ensuit alors sur l'existence ou non des « petits hommes verts », jusqu'à ce qu'un sceptique du nom d'Enrico Fermi lance à ses collègues « Where is everybody ? » (« Où est passé tout le monde ? »). Selon les historiens des sciences, cette question serait à l'origine du fameux « paradoxe de Fermi » stipulant que si des civilisations extraterrestres existent quelque part dans l'Univers, elles seraient déjà entrées en contact avec nous par un moyen ou un autre. Plusieurs scientifiques ont avancé des hypothèses pour résoudre le paradoxe de Fermi. Selon l'une d'elles, l'Univers serait trop jeune pour avoir permis à la vie, intelligente ou non, d'apparaître ailleurs que sur Terre.

D'autres chercheurs, plus optimistes, préfèrent mettre en avant les découvertes les plus récentes en astrophysique : la multitude d'exoplanètes découvertes et la présence de nombreuses molécules organiques dans des nuages interstellaires géants et d'acides aminés dans les comètes. Pour eux, la question n'est pas de savoir si les extraterrestres existent, mais plutôt comment détecter leur présence.

Afin de quantifier ce grand écart des possibles entre une vie terrienne unique et un Univers où foisonne la vie, l'astronome américain Frank Drake, fondateur du pro-



DANS LE FILM STAR TREK : SANS LIMITES, le spectateur suit les aventures de l'équipage de l'*USS Enterprise* dont la mission principale est, tels des naturalistes galactiques, d'explorer et de découvrir de nouveaux mondes et de nouvelles espèces.

gramme SETI (*Search for Extra-Terrestrial Intelligence*), a proposé en 1961 une formulation mathématique devenue célèbre. La « formule de Drake » estime le nombre de civilisations extraterrestres présentes dans la Voie lactée en fonction de différents paramètres allant du taux de formation d'étoiles dans la galaxie à la durée de vie moyenne d'une civilisation. Drake lui-même faisait une estimation de dix civilisations en mesure de communiquer dans la Voie lactée, une valeur qui peut être multipliée ou divisée par plusieurs ordres de grandeurs selon les hypothèses adoptées. Une version modifiée de cette formule a été proposée en 2013 par l'astronome et planétologue canadienne Sara Seager afin d'estimer le nombre de planètes habitables de notre galaxie.

Un autre moyen, plus humoristique, d'estimer le nombre de formes de vie présentes dans l'Univers consiste à se tourner vers la science-fiction ! Imaginons un naturaliste galactique dont la mission serait de recenser un maximum d'espèces extraterrestres en un minimum de temps.

L'album *L'Ambassadeur des Ombres* (en cours d'adaptation par Luc Besson), de la série de bandes dessinées « Valérian et Laureline » de Pierre Christin et Jean-Claude Mézières, donne une telle occasion à notre naturaliste. L'action se déroule sur Point Central, station spatiale géante et labyrinthique, ainsi décrite par les auteurs : « Immense construction artificielle où se multiplient sans cesse les ports d'attache,