

La raison pour laquelle ces cigales ont adopté une périodicité de treize ou dix-sept ans reste inconnue. Selon une hypothèse, un cycle long à nombre premier d'années augmenterait les chances de survie en décalant l'émergence des cigales par rapport aux pics de populations de prédateurs, qui se produisent plus fréquemment, sur des cycles plus courts. Cependant, les deux autres cigales périodiques connues – l'une aux Fidji (*Raiateana knowlesi*) et l'autre en Inde (*Chremistica ribhoi*) – émergent respectivement à huit et quatre ans d'intervalle.

Des chercheurs ont proposé l'hypothèse selon laquelle les cigales périodiques ont évolué à partir de cigales non périodiques en remplaçant un calendrier d'émergence fondé sur la taille par un calendrier fondé sur l'âge. Cette modification se serait accompagnée d'un prolongement de la période de développement. Le changement climatique a probablement contribué à cette évolution. Les cigales périodiques sont sensibles à la température, qui détermine la durée de la saison de croissance. Durant le Pléistocène, la diminution des températures aurait ralenti en moyenne le développement des juvéniles, mais augmenté les variations de la période de croissance; cela aurait rendu, chez les cigales ancestrales, le moment de l'émergence encore plus variable qu'auparavant. Avec la réduction de la densité des cigales adultes émergeant lors d'une année donnée, les possibilités d'accouplement auraient diminué.

Dans de telles conditions, le passage d'une stratégie d'émergence fondée sur la taille à une stratégie fondée sur l'âge, dans laquelle les insectes restent longtemps sous terre puis remontent simultanément à la surface, augmenterait la densité de la population adulte à l'émergence et donc ses chances de trouver des partenaires et de se reproduire.

Émerger simultanément en très grand nombre submerge également les prédateurs: ainsi, même après que les oiseaux, les mammifères et les poissons se sont repus de ces insectes dodus et sans défense, il reste encore beaucoup de cigales susceptibles de s'accoupler pour assurer la génération suivante.

Le changement climatique a également façonné la répartition des groupes. Avec l'avancée et le recul des calottes glaciaires d'Amérique du Nord au cours des 20 000 dernières années, les forêts de feuillus dans lesquelles vivent les cigales ont vu leurs superficies soit diminuer, soit s'accroître. Les groupes de cigales ont évolué en réponse à ces cycles de refroidissement et de réchauffement.

Gene Kritsky, de l'université Mount St. Joseph à Cincinnati, dans l'Ohio, cite en exemple le Groupe X dans la partie occidentale de son État. Il y a 20 000 ans, la calotte glaciaire s'étendait jusqu'au nord de la ville actuelle de Cincinnati. Comme le sol était recouvert de

glace, il n'y avait pas de forêts, et donc pas de cigales, dans l'ouest de l'Ohio à cette époque. Cependant, il y a environ 14 000 ans, la calotte glaciaire s'est retirée vers le nord. «Les forêts ont fait leur apparition, et les cigales périodiques sont venues avec elles», explique Gene Kritsky. L'Ohio accueille trois autres groupes

Émerger simultanément en très grand nombre a aussi l'avantage de submerger les prédateurs

de cigales à cycle de dix-sept ans, chacun occupant sa propre région de l'État. «La répartition dans l'Ohio des cigales de dix-sept ans correspond aux régions physiographiques créées par les périodes glaciaires», fait-il observer.

Les cigales périodiques ont pu s'adapter au changement climatique en partie parce que la durée de leur cycle de vie présente une certaine plasticité: leur calendrier d'émergence peut accélérer ou décélérer par tranches de quatre ans. Mais cette flexibilité ne garantit pas leur survie à long terme. Ainsi, le Groupe XI s'est éteint vers 1954; d'autres sont en déclin. La principale menace est la perte des habitats, souligne Gene Kritsky. En 1919, le ministère américain de l'Agriculture avait même prédit la disparition du Groupe X en raison de la déforestation.

La cartographie des émergences périodiques de cigales aide les scientifiques à évaluer l'état de santé des groupes. Depuis des décennies, les chercheurs demandent au public de signaler leurs observations – autrefois par carte postale, puis par téléphone et par courrier électronique. Aujourd'hui, ils utilisent une application développée par Gene Kritsky et ses collègues, appelée Cicada Safari, qui permet aux gens de soumettre des photos et des vidéos des cigales qu'ils rencontrent. On peut ainsi visualiser une carte de l'émergence du Groupe X en temps réel. «En 1902, l'USDA [le ministère américain de l'Agriculture] a dressé sa carte sur la base d'un peu moins de 1 000 cartes postales reçues», explique Gene Kritsky. Cette année, grâce à l'application, «nous espérons obtenir 50 000 photos». Un départ en beauté pour la promotion 2021 du Groupe X. ■

BIBLIOGRAPHIE

G. Kritsky, **Periodical Cicadas : The Brood X Edition**, Columbus, Ohio : Ohio Biological Survey, 2021.

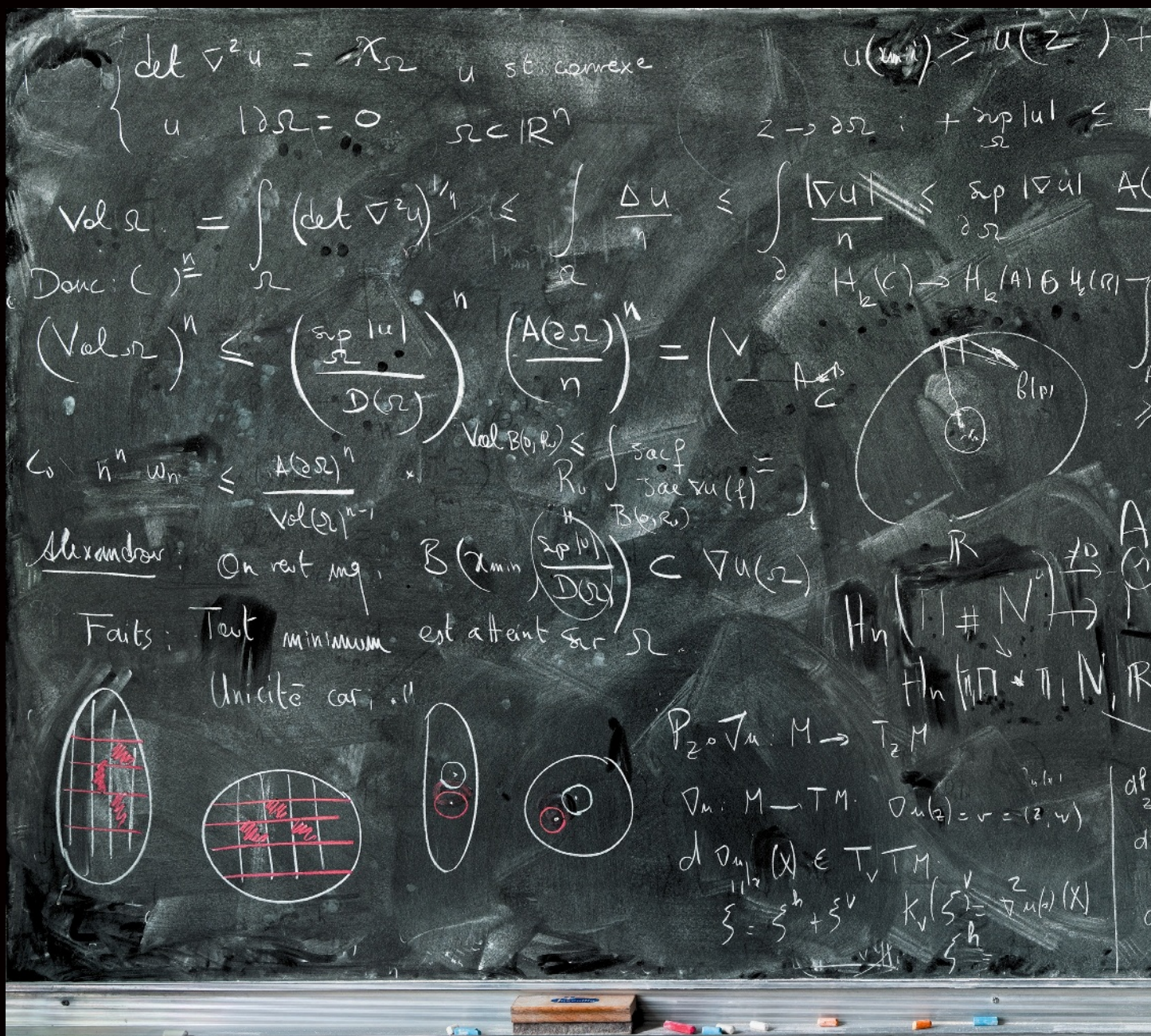
M. Boulard, **Les cigales n'ont ni larve, ni nymphe : «brève de bionomie» en huit diapositives (Homoptera Cicadidae)**, *L'Entomologiste*, tome 75(6), pp. 357-360, 2020.

H. Bennet-Clark, **Le chant sexuel des cigales**, *Dossier Pour la Science*, n° 34, janvier 2002.

C. Simon, **Evolution of 13- and 17-year periodical cicadas**, *Bulletin of the Entomological Society of America*, vol. 34, pp. 163-176, 1988.

Les maths au tableau!

Couchés à la craie sur des tableaux noirs, les raisonnements des mathématiciens expriment la beauté de leur discipline. La preuve en images.

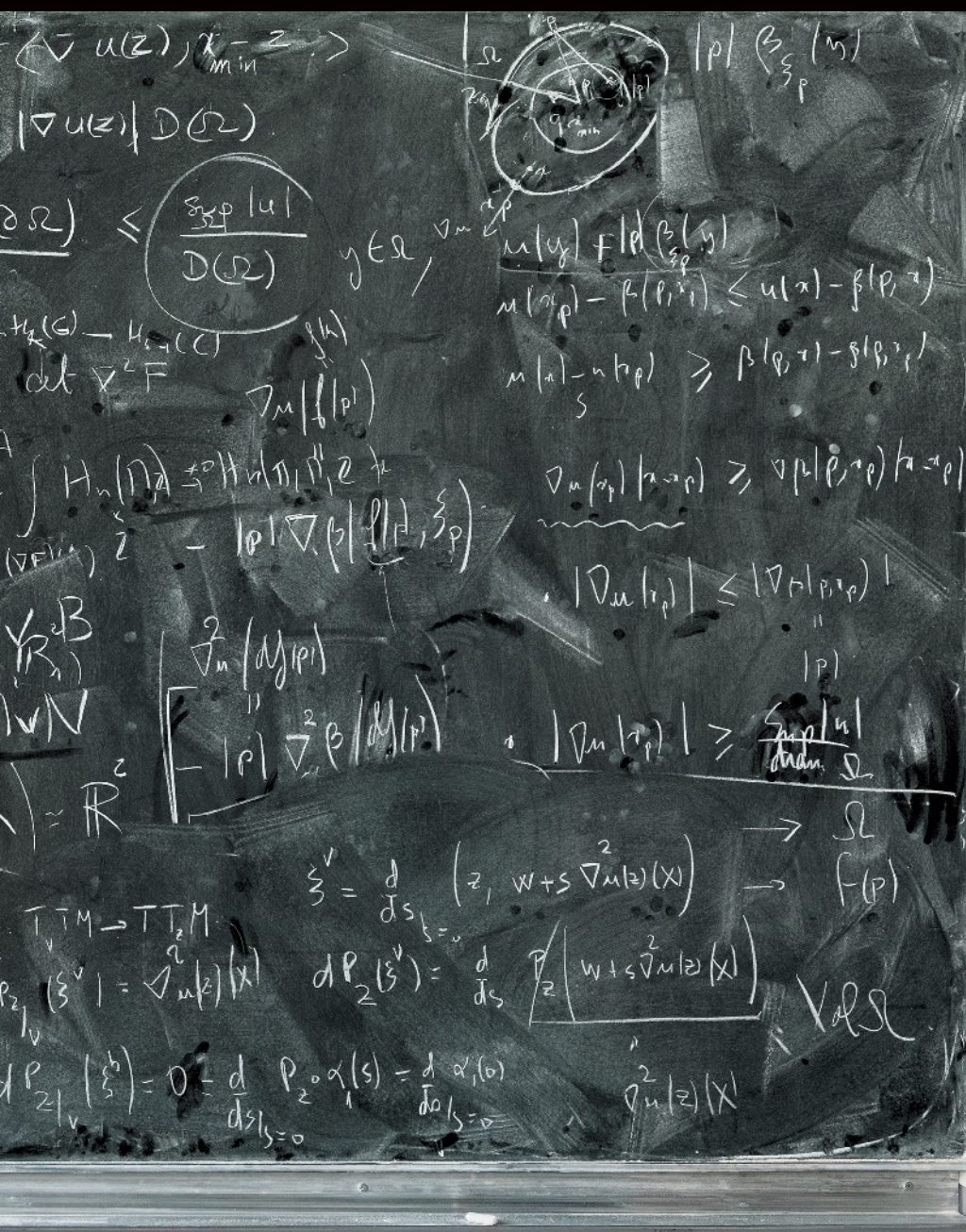


L'AUTRICE



CLARA MOSKOWITZ
cheffe des rubriques
espace et physique
à *Scientific American*

Photographies de JESSICA WYNNE



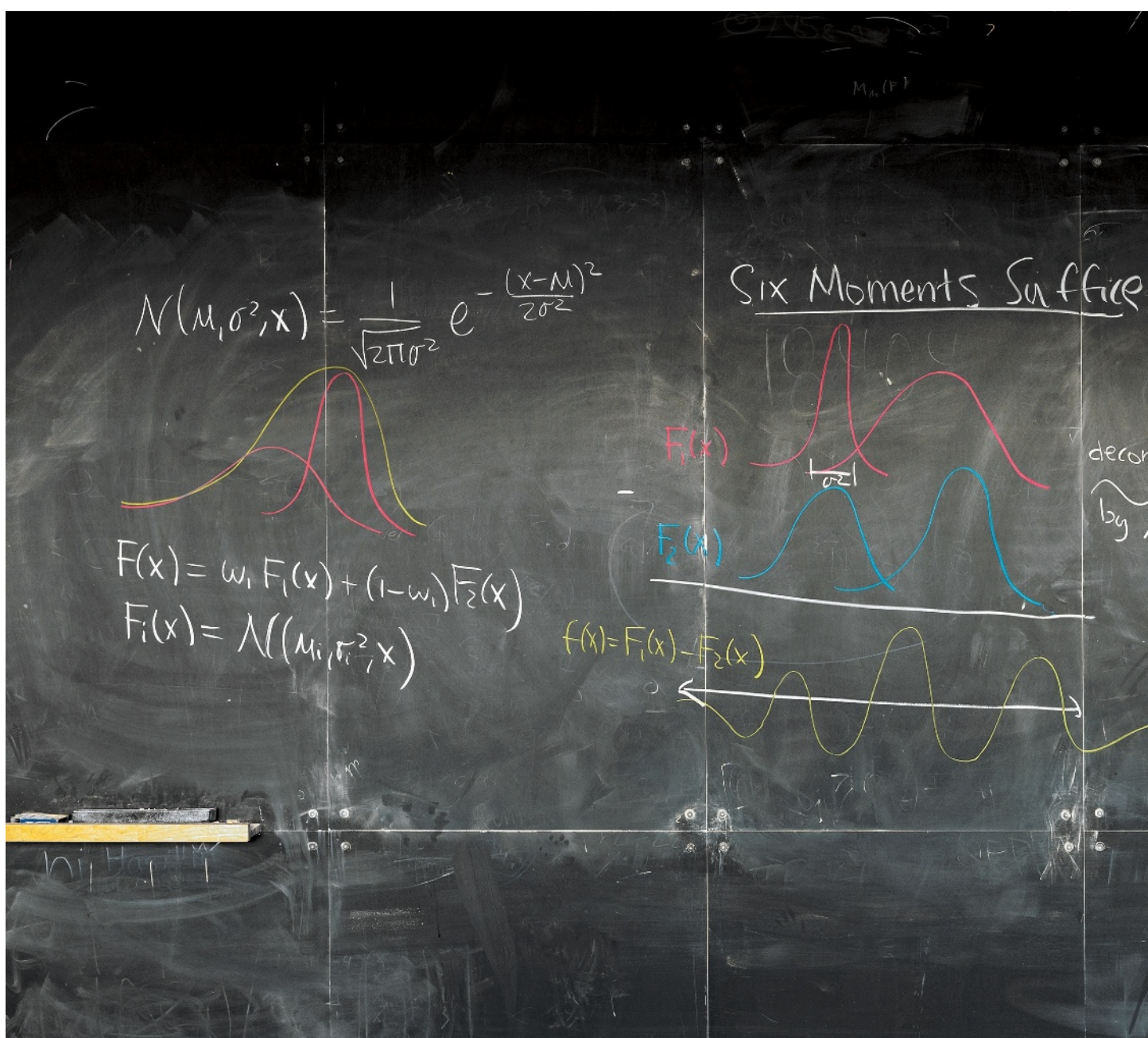
ISOPÉRIMÉTRIE

Une énigme remontant à l'Antiquité, le « problème de Didon », est la suivante : parmi toutes les figures planes ayant le même périmètre, laquelle entoure la plus grande superficie ? Comme les Grecs le savaient, la réponse est le cercle. Cela a été prouvé au XIX^e siècle. Mais un problème apparenté persiste en géométrie non euclidienne. Gilles Courtois, directeur de recherche à l'Institut de mathématiques de Jussieu, à Paris, étudiait cette question. « Nous pensions avoir trouvé une voie vers une solution, dit-il. Le schéma était si simple que nous avons pu l'écrire au tableau. » Malheureusement, l'idée n'a pas fonctionné, et le projet « reste un travail en cours ».

Même lorsqu'elles sont impénétrables, les mathématiques sont belles. La photographe américaine Jessica Wynne a entrepris de saisir cet attrait et a commencé en 2018 à photographier les tableaux noirs des mathématiciens à travers le monde. «Pénétrer dans des mondes qui sont en dehors de mon champ de connaissances m'a toujours intéressée», explique Jessica Wynne. Sans comprendre ce que représentaient les mathématiques figurant sur les tableaux noirs, elle a pu les apprécier sur un plan purement esthétique. «C'est un sentiment similaire à

celui que j'éprouve lorsque je contemple une peinture abstraite. Mais il s'y ajoute un intérêt du fait que, sous la surface, il y a beaucoup de signification et de profondeur, et que les mathématiques s'efforcent de révéler une vérité universelle.»

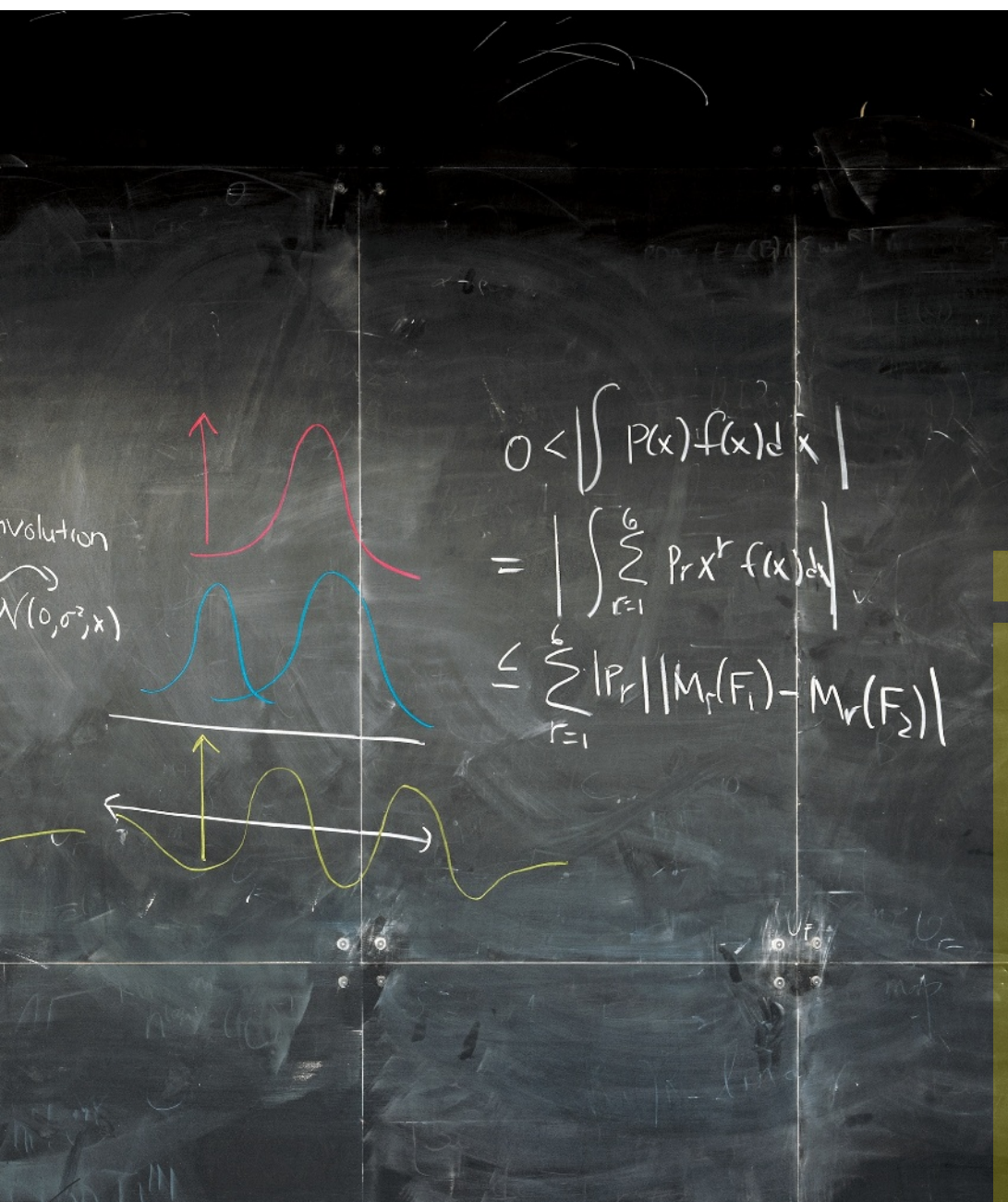
Jessica Wynne a été attirée par l'univers des maths lorsqu'elle s'est liée d'amitié avec deux mathématiciens qui étaient en vacances près de l'endroit où elle passait ses étés à Cape Cod, dans le Massachusetts. En découvrant leurs recherches, elle a remarqué de nombreux parallèles entre l'activité mathématique et l'activité artistique. «J'ai été vraiment surprise de voir comment ils travaillent et à quel



point ce qu'ils font est créatif», dit-elle. Lorsqu'elle a commencé à se rendre dans différentes universités pour rencontrer d'autres mathématiciens, elle a constaté que leurs tableaux noirs sont de styles très divers. «Certains étaient très propres, soignés et très bien réfléchis, se souvient-elle. Et d'autres n'étaient qu'explosion et chaos. Les tableaux noirs constituaient presque des portraits de la personne, tant ils dépendaient de la personnalité du mathématicien.»

Un grand nombre de ses photographies sont rassemblées dans un livre intitulé *Do Not Erase. Mathematicians and Their Chalkboards* («Ne pas effacer. Les mathématiciens et leurs

tableaux noirs»), publié en juin 2021 par Princeton University Press. Jessica Wynne a l'intention de poursuivre le projet, d'autant que ses voyages ont été écourtés par la pandémie de Covid-19. Elle avait prévu de visiter le département de mathématiques de l'université de Cambridge, jusqu'à ce qu'elle apprenne que les tableaux noirs y avaient tous été remplacés par des tableaux effaçables à sec et par des tableaux numériques. «Je suis très attirée par la nature analogique du travail sur un tableau noir, explique-t-elle. J'ai remarqué que, dans beaucoup d'endroits, on se débarrassait de ces types de tableaux, et j'ai ressenti une urgence à documenter cela.» ■



GAUSSIENNES MÉLANGÉES

Les mesures physiques (telles que la taille de femmes choisies au hasard dans une population) produisent généralement une distribution appelée «gaussienne», un tracé ayant l'allure d'une cloche. Les algorithmes d'apprentissage automatique sont souvent nourris avec des données hétérogènes (par exemple, les hauteurs de femmes et d'hommes choisis au hasard), et l'un des défis consiste à séparer les mesures relatives à un mélange en deux composantes ou davantage. Ankur Moitra, du MIT (l'institut de technologie du Massachusetts), et ses collègues ont découvert un moyen de séparer les courbes qui ne nécessite que les six premiers «moments», des grandeurs caractéristiques de la distribution observée. «Ce que j'ai dessiné sur le tableau noir est la preuve clé de notre article, explique Ankur Moitra. Il s'avère que c'est équivalent à pouvoir prendre deux mélanges différents, les soustraire, et montrer que la fonction résultante croise l'axe des zéros six fois au plus.»