

CARTE
BLANCHERésolutions 2019
et amusettes
mathématiques

Par ÉTIENNE GHYS

Il y a de nombreuses manières d'entrer dans le monde des mathématiques. En ce début d'année, je vous propose le *Calendrier mathématique 2019*. Un défi quotidien, publié par les Presses universitaires de Grenoble. Chaque jour, sauf les week-ends, on vous présente une énigme, une petite amusette qui peut être résolue avec un peu d'astuce et qui demande peu de connaissances mathématiques. De quoi faire travailler ses méninges!

Voici par exemple le défi du 9 janvier: «Pierre et Louis montent en marchant un escalier mécanique en mouvement. Lorsque Pierre arrive en haut de l'escalier, il a monté 21 marches alors que Louis, avec une vitesse double de celle de Pierre, en a monté 28. Combien de marches l'escalier possède-t-il au repos?» D'autres défis sont de nature géométrique, comme celui-ci: «Combien de points d'intersection obtient-on après avoir tracé toutes les diagonales d'un polygone régulier à 7 côtés?» Rassurez-vous: la dernière page du calendrier contient les réponses, et un petit livret d'une centaine de pages explique les solutions en détail et contient même, en annexe, quelques rappels très élémentaires, niveau collège.

L'ensemble est complété par douze illustrations et douze petits textes autour du thème du «monde de l'aléatoire». On y apprend des tas de choses utiles, comme par exemple le paradoxe du temps d'attente à l'arrêt de bus (qui nous semble toujours trop long), ou comment on gère le bruit dans une image numérique, ou encore comment un statisticien teste des hypothèses. Ces douze textes sont autant de clin d'œil à la recherche actuelle dans la théorie des probabilités, qui joue un rôle de plus en plus important dans les mathématiques. Ces calendriers existent depuis 2014 et sont les héritiers d'une série analogue publiée au Mexique depuis 2002. Ils sont préparés par une équipe de jeunes mathématicien(ne)s enthousiastes, bien évidemment sans but lucratif, et sont vendus «dans les meilleures librairies».

Problèmes plaisants et délectables

On pourrait penser que cette approche des mathématiques n'est pas très sérieuse mais ce serait une erreur. Ce type de récréation existe depuis très longtemps et a sans aucun doute engendré un grand nombre de vocations scientifiques. Alors que j'étais adolescent, je me souviens par exemple avoir lu avec passion l'un des premiers livres de ce genre, qui n'avait pas pris une ride bien qu'il datât de 1612. Il s'agit des *Problèmes plaisants et délectables, qui se font par les nombres, avec leur démonstration*. Très utiles pour toutes sortes de personnes curieuses qui se servent d'arithmétique.

Son auteur, Claude-Gaspard Bachet de Méziriac, a publié par ailleurs des textes très sérieux, dont une traduction du livre d'arithmétique de Diophante, certainement inaccessible aux néophytes. Dans la préface de ses *Problèmes plaisants...*, il explique pourquoi il s'est «amusé à des choses de si petite conséquence et de si peu d'utilité». Selon lui, «bien que ce ne soient que des jeux dont le but principal est de donner une honnête récréation (...) il faut bien de la subtilité d'esprit pour les pratiquer parfaitement», et il assure que «tout homme de bon esprit en pourra comprendre la plus grande part». Bachet de Méziriac a bien raison et il ne faut jamais négliger l'aspect ludique de la science, même s'il s'agit de choses toutes simples. Il suffit de voir la joie qui illumine le visage d'un enfant (ou d'un adulte) lorsqu'il trouve la solution d'un de ces défis mathématiques.

Pour ne pas laisser mes lecteurs malheureux de ne pas avoir trouvé les solutions des deux énigmes, je vous les propose ci-dessous. Prenez peut-être le temps de la réflexion avant de les découvrir. ■

L'escalier mécanique a 42 marches, et les diagonales de l'heptagone se coupent en 35 points.

Etienne Ghys

Mathématicien, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, directeur de recherche (CNRS) à l'ENS de Lyon. etienne.ghys@ens-lyon.fr

Exposition aux écrans : qui défend-on, les enfants ou l'industrie du numérique ?

TRIBUNE - Un collectif de professionnels de la santé infantile s'inquiète de l'explosion des troubles intellectuels et cognitifs et estime urgent de lutter contre la surexposition précoce aux écrans

Comme chaque année, l'éducation nationale publie le nombre d'enfants scolarisés souffrant de handicap (repères et références statistiques 2018 de la Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance). Les chiffres ont progressé de façon extrêmement importante. Les résultats sont frappants: le nombre de nos enfants scolarisés entre 2 et 11 ans souffrant de troubles intellectuels et cognitifs, de troubles du psychisme ou de troubles du langage est en très forte augmentation alors que les chiffres des troubles visuels, auditifs, viscéraux et moteurs n'ont pas bougé.

La comparaison avec les chiffres publiés par les mêmes instances les années précédentes révèle l'importance de cette épidémie. Depuis 2010, les troubles ont progressé respectivement de 24% pour les troubles intellectuels et cognitifs, de 54% pour les troubles psychiques et de 94% pour les troubles de la parole et du langage.

Affirmer que ces chiffres sont le seul fait de l'amélioration du dépistage ou de l'inclusion des enfants souffrant de handicap (loi datant de 2005) n'est plus tenable. Un facteur environnemental ne pourrait-il pas expliquer de telles progressions des troubles graves chez nos enfants? Parmi d'autres, quelle pourrait être la responsabilité de la surexposition aux écrans?

Le 31 mai 2017, les professionnels du Collectif surexposition écrans (CoSE), qui travaillent auprès d'enfants, lançaient une alerte de santé publique dans une tribune parue dans *Le Monde*. Dix-huit mois plus tard, le

collectif recense les études et renouvelle son message.

De nombreux travaux confirment depuis vingt ans l'effet délétère sur le langage, le sommeil et le comportement, d'une exposition à la télévision des enfants de moins de 2 ans soit en direct soit en arrière-plan permanent. Aucune étude à ce jour ne montre un effet bénéfique de l'exposition aux écrans. On relève les mêmes inquiétudes pour les autres écrans numériques sur le sommeil, le langage, le contrôle des émotions.

Pour les grands enfants, les études confirment le lien entre l'exposition aux écrans et les troubles du sommeil, les troubles de l'attention, l'hyperactivité et la baisse des résultats scolaires. Il existe aussi un retentissement sur les activités physiques, le poids, la vision, l'humeur (anxiété, isolement, dépression) et des attitudes hypersexualisées ou violentes dues à l'exposition à la pornographie et à la violence.

En France, l'étude ELFE (étude longitudinale française depuis l'enfance) analyse de multiples aspects de la vie des enfants nés en 2011. En décembre 2018, les résultats sur l'exposition aux écrans de 13 276 enfants sont publiés: deux tiers des enfants âgés de 2 ans regardent la télévision tous les jours. Ces résultats sont ceux de l'année 2013. Qu'en est-il en 2019 des enfants de 2 ans toujours exposés à la télévision mais aussi aux écrans nomades?

Souvenons-nous: les ordinateurs apparaissent en 1990, les smartphones en 2007, les tablettes en 2010; l'envahissement de nos vies par les tech-

POURQUOI NE PAS APPLIQUER UN PRINCIPE DE PRÉCAUTION? POURQUOI NE VEUT-ON PAS ENTENDRE LES MESSAGES D'ALERTE?

nologies numériques est récent, massif et inédit. Nos enfants sont inévitablement exposés.

En 2018, on commence à informer. Ainsi, le carnet de santé stipule depuis avril que les écrans sont déconseillés avant 3 ans. En octobre, le Conseil supérieur de l'audiovisuel lance une campagne: pas d'écran avant 3 ans. Agnès Buzyn, ministre de la santé, exprime son inquiétude sur les conséquences de l'exposition aux écrans sur les apprentissages. En novembre, la sénatrice (Union centriste) Catherine Morin-Desailly propose une loi visant à lutter contre une exposition précoce aux écrans. Cette proposition, votée au Sénat à la quasi-unanimité, est rejetée par la secrétaire d'Etat auprès de la ministre des solidarités et de la santé, Christelle Dubos, sous prétexte d'un manque d'études. Pourtant, les études donnent des résultats inquiétants et on imagine mal des études randomisées où des nourrissons seraient massivement exposés, et d'autres préservés des écrans...

Pourquoi ne pas appliquer un principe de précaution? Pourquoi ne veut-on pas entendre les messages d'alerte concernant la surexposition des enfants aux écrans? Des conférences de membres du collectif sont annulées, leur participation à des émissions écartée. Que craint-on? Qui défend-on? L'enfant ou l'industrie du numérique?

Nous demandons aux responsables politiques de soutenir les équipes de recherche, sans conflit d'intérêts, pour que nous disposions en France d'études qui lèvent tous les doutes sur ce sujet, et d'élaborer une stratégie nationale de prévention des risques liés à la surexposition aux écrans (en informant au plus juste toutes les familles, en informant tous les professionnels de l'enfance et en créant des soutiens à la parentalité).

En attendant cette prise de conscience, nous demandons que CoSE puisse poursuivre ses messages de prévention et d'information au vu de ses observations de terrain et de son travail pour la seule cause qui compte: protéger les enfants et leurs familles! ■

Pour le collectif CoSE :

Sylvie Dieu Osika, pédiatre ; Eric Osika, pédiatre ; Marie-Claude Bossiere, pédopsychiatre, praticien hospitalier ; Sabine Duflo, psychologue et thérapeute familiale en pédopsychiatrie ; Anne-Lise Ducanda, médecin de PMI ; Bruno Harlé, praticien hospitalier en psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent ; Lise Barthélémy, pédopsychiatre ; Morgane Baland, psychomotricienne. www.surexpositioneécran.org

Le supplément «Science & médecine» publie chaque semaine une tribune libre. Si vous souhaitez soumettre un texte, prière de l'adresser à sciences@lemonde.fr

COLLECTION « ATLAS DU COSMOS »

Incursion dans
la couronne solaire

C'est un cliché d'enfer. Il montre le disque de la planète Mercure diffusant sa lumière à travers les nuées d'une sorte de geyser brillant, presque éblouissant: rien de moins qu'un «jet coronal», l'une des bouffées de plasma hoquetées par notre étoile, le Soleil!

Réalisée le 8 novembre 2018 exactement, cette extraordinaire image des régions les plus internes du système solaire est la première à avoir été diffusée par la mission Parker Solar Probe après son passage au plus près du Soleil. Deux jours plus tôt, cette sonde de la NASA avait battu plusieurs records en survolant à 343 000 km/h la surface de l'astre à une altitude d'à peine 25 millions de kilomètres.

L'exploit est de taille. «Il était attendu depuis plus de soixante ans par les spécialistes de l'hélio-physique», a rappelé, un mois plus tard, Nicola Fox de la NASA, au moment de l'arrivée sur Terre des premières données. De fait, les astrophysiciens espéraient depuis longtemps pouvoir plonger leurs instruments dans la couronne solaire, la partie supérieure de l'atmosphère de notre étoile. Mais devant la complexité et le coût d'un tel projet, ils avaient chaque fois renoncé. Seules exceptions ou presque: les sondes germano-américaines Helios 1 et Helios 2, avaient, entre 1974 et 1986, réalisé des observations à partir d'orbites qui les faisaient passer, au-delà de Mercure, à 46,5 et 43,5 millions de kilomètres du Soleil (0,31 et 0,29 unité astronomique, 1 unité astronomique correspondant à une fois la distance Soleil-Terre).

La mission Parker Solar Probe est allée beaucoup plus loin. Lancée le 12 août, depuis la base de cap Canaveral (Floride), la sonde s'est servie, début octobre 2018, de l'attraction gravitationnelle de Vénus pour resser-

rer son orbite et s'approcher du Soleil. Cessant comme prévu toutes communications avec la Terre, elle a fonctionné durant plusieurs jours sur un mode automatique avant d'envoyer, le 16 novembre, un signal indiquant que ses quatre ensembles d'instruments n'avaient pas été endommagés par ce passage à proximité de notre étoile.

Ces instruments sont chargés, par leurs mesures in situ, de répondre à diverses questions des astrophysiciens concernant la couronne solaire, qui s'étend sur des millions de kilomètres au-delà de la chromosphère. Pourquoi sa température – qui atteint par endroit les deux à trois millions de degrés – est-elle bien plus élevée que celle de la surface (6 000 °C)? Quel est son rôle exact dans la génération des «vents solaires» et la nature des particules de hautes énergies qui la traversent?

Températures jusqu'à 1400 °C

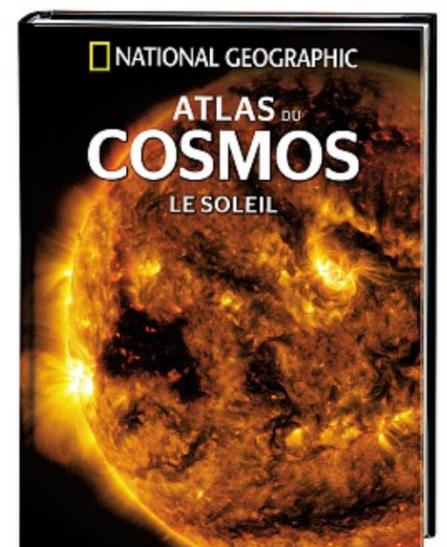
La crainte était qu'ils n'aient pas survécu aux fortes chaleurs. «En effet, sous l'effet du rayonnement solaire, la partie de la sonde côté jour subit, lors de ces traversées de la couronne, des températures pouvant atteindre 1400 °C», explique Thierry Dudok de Witt, chercheur CNRS au LPC2E (Laboratoire de physique et chimie de l'environnement et de l'espace) à Orléans, dont le laboratoire a conçu l'un des magnétomètres de Parker Solar Probe. Mais la NASA avait prévu d'équiper le vaisseau d'un bouclier qui l'a protégé efficacement. Au point qu'il a même fallu réchauffer, en tirant de l'énergie des batteries, les instruments exposés au seul vide spatial!

Malgré le tour de force qu'elle représente, cette incursion dans la couronne solaire n'est qu'une première étape. En effet, Parker Solar Probe doit, au cours des sept prochaines

années, se servir à nouveau et plusieurs fois de l'attraction gravitationnelle de Vénus pour se positionner sur des orbites de plus en plus rapprochées de notre étoile. La 24^e et dernière d'entre elles la verra survoler, en 2025, la surface du Soleil à une altitude de 6,2 millions de kilomètres seulement. «D'ici là, elle pourrait avoir couplé ses observations avec celles d'une sonde de l'ESA dont l'arrivée est prévue sur place avant cette date: Solar Orbiter dont le lancement est prévu pour février 2020», explique Kader Amsif, responsable du Programme «Soleil-Héliosphère-Magnétosphères» au CNES, qui est impliqué dans les deux missions. Surtout, elle aura envoyé des données. Celles, partielles, d'ores et déjà reçues sur Terre sont, paraît-il, «superbes»... ■

VAHÉ TER MINASSIAN

Pour accompagner la collection «Atlas du cosmos», chaque semaine, état des lieux d'une thématique de recherche.



9,99 €, en vente dès le mercredi 16 janvier