

Problème d'instant

Les mathématiciens sont attentifs au sens des mots. La différence des nombres de mathématiciens rapportée par Didier Nordon (*Décomptes mathématiques, Bloc-Notes, Pour la Science*, juillet 1999) est donc parfaitement explicable. Jean-Pierre Kahane, qui écrit «en 1999», fait état de 100 000 mathématiciens en activité dans l'année. Jean-Pierre Bourguignon, quant à lui, écrit «aujourd'hui» : il ne compte que les 50 000 mathématiciens qui, ce jour-là, ne sont pas en congés.

Jean-Louis BERNOU, Fresnes

Pluie nécessaire

Les difficultés de mise au point des techniques de pluie provoquée expliquent les réticences de certains scientifiques à s'y intéresser, mais le choix d'aider ou non, dans les prochaines décennies, *Les faiseurs de pluie* (voir *Pour la Science*, août 1999) a des enjeux considérables. Des régions telles que le Maghreb, le Moyen-Orient ou le Sahel sont les plus menacées par les pénuries d'eau, prévisibles d'ici une ou deux décennies, en raison de l'accroissement démographique, des effets de la désertification et de l'accentuation probable des grandes sécheresses, consécutive au réchauffement planétaire.

En particulier, l'alimentation en eau potable des villes à forte croissance deviendra une préoccupation prioritaire. Ainsi, la ville de Ouagadougou est passée de 60 000 à un million d'habitants entre 1961 et 1999. Au printemps 1998, devant la menace d'une pénurie d'eau exceptionnelle, ses responsables ont appelé à l'aide les services météorologiques du Maroc, un des rares pays africains à poursuivre depuis 1984 un programme de recherches sur la pluie provoquée. La pluie est finalement tombée, mais, avec l'augmentation rapide des populations urbaines, de telles situations se reproduiront, là comme ailleurs (voir *Sécheresse*, septembre 1999).

Les villes côtières pourraient recourir au dessalement (coûteux) de l'eau de mer. Pour les autres, ne pourrait-on envisager de combiner la pluie provoquée, pratiquée pendant la période de formation des nuages convectifs, et la recharge artificielle des aquifères peu profonds, pour mettre cette eau supplémentaire à l'abri d'une intense évaporation ? L'article de *Pour la Science* traduit bien la prudence d'un grand nombre de physiciens de l'atmosphère à propos des essais entrepris depuis une trentaine d'an-

nées en régions tempérées à l'aide de produits cryogéniques. Outre des résultats parfois catastrophiques (grêle, inondations), ces expériences ont été assez décevantes au regard des faibles accroissements de pluviosité obtenus au bout de 10 ou 15 ans. Pourtant, depuis quelques années, l'utilisation de cristaux de sels hygroscopiques en régions tropicales sèches (Afrique du Sud et Mexique) suscite bien des espoirs, même si cette nouvelle méthode nécessite des recherches complémentaires.

Pierre ROGNON, Paris

Collision sur Vénus ?

Dans *Le climat variable de Vénus* (voir *Pour la Science*, mai 1999), Mark Bullock et David Grinspoon discutent de l'événement géologique qui a effacé tous les cratères d'impact météoritiques de plus de 800 millions d'années à la surface de Vénus : on ne connaît pas, sur Terre, de phénomène capable d'un tel remodelage de la surface planétaire. Pourquoi, toutefois, ne pas envisager l'impact d'une comète de plusieurs centaines de kilomètres de diamètre ? Le résultat ne serait pas nécessairement un cratère géant, mais la croûte superficielle aurait été rompue, déclenchant du volcanisme. L'absence d'un anneau de débris autour de Vénus suffit-elle à récuser cette hypothèse ?

Michael PAINE, Camberra

Réponse de Mark Bullock et David Grinspoon

Cette hypothèse d'une collision avec une comète est intéressante. Les statistiques concernant ces objets célestes nous ont permis de calculer que la plus grosse comète qui aurait pu heurter Vénus, au cours du dernier milliard d'années, aurait eu un diamètre d'environ 40 kilomètres seulement. Elle aurait toutefois profondément brisé la lithosphère. La quantité d'eau contenue dans l'atmosphère de Vénus aurait été multipliée par 10 ou 100. Une comète de 40 kilomètres de diamètre n'aurait pas mis en orbite un anneau de débris, mais aurait effectivement pu déclencher du volcanisme, à l'origine des changements climatiques.

Trous noirs en laboratoire ?

Dans les années 1970, Stephen Hawking proposa que des trous noirs miniatures avaient existé dans les premiers instants après le Big Bang. Bien qu'ils aient disparu de la région de l'Uni-

vers où nous nous trouvons, de tels trous noirs miniatures pourraient être créés par la collision très énergétique d'un proton et d'un anti-proton. Si un trou noir était créé près d'une grande accumulation de masse et qu'il commençait à absorber de la masse avant d'exploser, il pourrait se stabiliser et continuer à grossir. Si cela arrivait sur Terre, le trou noir miniature serait tiré au centre de notre planète par la gravité, absorbant de la matière au passage et dévorant toute la planète en quelques minutes.

Mes calculs indiquent que le collisionneur de Brookhaven (voir *Un Big Bang miniature*, par Madhusree Mukerjee, *Pour la Science*, mai 1999) ne produira pas de collisions à des énergies suffisantes pour créer un tel trou noir. Mais je peux me tromper. La seule façon de connaître précisément le seuil d'énergie auquel un trou noir apparaîtrait est de construire un collisionneur et de faire l'expérience. Le collisionneur de Brookhaven est-il vraiment au-dessous de ce seuil ?

Walter WAGNER

Réponse de Frank Wilczek

Chaque fois qu'ils explorent de nouveaux phénomènes physiques ou chimiques, les chercheurs doivent s'interroger sur les conséquences de leurs expériences, même lorsque les risques semblent faibles : les conséquences d'une erreur pourraient être catastrophiques. Ainsi, au début du Projet Manhattan, qui mit au point la bombe atomique américaine, Enrico Fermi et les autres physiciens vérifièrent qu'une explosion nucléaire n'enflammerait pas l'atmosphère.

Dans le cas de l'accélérateur de Brookhaven, une mauvaise surprise est peu probable. D'abord, des collisions nucléaires à plus hautes énergies se produisent régulièrement près de nous, lorsque des rayons cosmiques atteignent l'atmosphère terrestre. Ensuite, la théorie de ces collisions a été validée par de nombreuses expériences à des énergies proches de celles qui seront explorées à Brookhaven : nous ne savons pas exactement ce qui se produira, mais nous distinguons les scénarios possibles et impossibles. La formation d'un trou noir miniature tombe sans équivoque dans la seconde catégorie.

Écrivez à *Pour la Science* vos réactions, vos commentaires et vos réflexions sur l'actualité scientifique et vos relations avec la science. L'adresse de *Pour la Science* sur Internet est : tribune@pouirlascience.fr. Découvrez d'autres contributions de lecteurs sur le site Web www.pouirlascience.com.

JEU-CONCOURS N° 63

PIERRE TOUGNE

Promenade à bicyclette

Deux cyclistes partent d'une ville *A* à une ville *B*. En route, une des deux bicyclettes se casse. Ils décident alors de partager la bicyclette restante. Ils partent simultanément l'un à bicyclette, l'autre à pied. À une certaine distance, le cycliste s'arrête, pose la bicyclette sur le bas côté et continue à pied. Son ami, momentanément marcheur, quand il atteint la bicyclette, la prend et roule



jusqu'à ce qu'il rattrape son partenaire qui prend la bicyclette et ainsi de suite.

À quelle distance de la ville *B* doit être laissée pour la dernière fois la bicyclette de telle façon que les deux amis arrivent en *B* en même temps? La distance de la panne de la bicyclette à la ville *B* est de 60 kilomètres et ils marchent à 5 kilomètres par heure et roulent à 15 kilomètres par heure.

Envoyez vos réponses aux questions à Pour la Science, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les réponses exactes reçues pendant le mois de septembre 1999, dix gagnants tirés au sort recevront un livre.

RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N° 61

La figure ci-dessous montre une disposition de huit points non alignés trois par trois de telle sorte qu'aucune combinaison de cinq points ne forme un pentagone convexe. Si l'on ajoute un neuvième point dans les régions bleu, rouge ou blanche, on formera un pentagone convexe avec respectivement le rectangle *ABCD*, le rectangle *EFGH* et l'un des quatre trapèzes *AEHD*, *AEFB*, *FBCG* et *GCDH*. Ce contre-exemple montre qu'au moins neuf points sont nécessaires pour que l'on soit certain de former un pentagone convexe. L'origine de ce problème remonte à 1932 où quatre jeunes Hongrois Esther Klein, Györy Szekeres, Endre Makai et Paul Erdős (prononcez *erdesh*) se lançaient des défis mathématiques. Klein démontra qu'avec cinq points (trois points n'étant jamais alignés), il y a toujours un quadrilatère convexe. Peu après,

Makai démontra qu'avec neuf points, il existe toujours un pentagone convexe. Enfin Erdős et Szekeres à partir de ces deux résultats firent la conjecture que pour obtenir un polygone convexe de n côtés, il fallait $2^{n-2} + 1$ points. Szekeres a démontré qu'il existait nécessairement un polygone convexe à n côtés, mais pour un nombre de points gigantesque bien au-delà des $2^{n-2} + 1$ conjecturés. Quatre ans plus tard, Klein et Szekeres se marièrent, ce qui donna l'idée à Erdős de baptiser ce problème *The Happy End Problem*, nom qui est resté dans la littérature mathématique. Pour un hexagone convexe, Erdős avait montré que 71 points étaient nécessaires, 60 ans après Graham abaissa d'un point ce résultat et en 1997 Daniel Kleitman et Lior Pachter le réduisirent à 37 points. On est encore loin de la conjecture en 17 points de Erdős et Szekeres!

