

tan, qui trouble même les partisans d'une cause volcanique des extinctions? Toutefois quelle que soit la cause des extinctions avérées, il me paraît facile de traiter par le mépris les hypothèses sur les possibles mécanismes d'extinction catastrophique, qualifiées de «fables», alors que les explications antérieures ou concurrentes ne se signalent guère par leur vraisemblance.

Il ne serait pas mauvais pour les paléontologues français de comprendre qu'une nouvelle révolution est en cours dans les sciences de la Terre. Il n'est plus possible, aujourd'hui, de comprendre l'histoire du monde vivant sans tenir compte de l'importance des extinctions en masse et de leurs probables causes catastrophiques.

Eric BUFFETAUT, Paris

J.-L. Hartenberger soulève un côté important de cette crise majeure dont l'explication n'a toujours pas été trouvée : la sélectivité dans les extinctions. La réponse, si on la saisit un jour, éclaircirait un point important et d'ordre général : le mécanisme intime des sauts évolutifs suivis de changements fauniques. L'exemple que G. Cuny donne est la crise Trias-Jurassique, qui a oblitéré l'avenir des Thécodontes, a gracié les mammifères, et mis les dinosaures sur la voie royale de l'épanouissement et de diversification. Mais c'est tout. En aucun cas, l'extinction sélective déchiffrée ne saurait être une nouvelle «base pour reformuler les questions», comme J.-L. Hartenberger l'insinue. D'ailleurs, quelles questions? Les grandes lignes du désastre Crétacé-Tertiaire sont d'ores et déjà établies, et ne souffrent plus les éternuements des chercheurs frileux.

M. DIMITROV, Nancy

Réponse de J.-L. Hartenberger

A en croire ces deux lecteurs, l'hypothèse de la météorite est devenue un dogme, et les sceptiques n'ont plus qu'à rengainer leurs doutes et critiques. Pourtant, comme il est sous-entendu dans le propos d'Eric Buffetaut, la limite Crétacé-Tertiaire n'est qu'une convention : au-dessus plus de dinosaures, et ce sont ces grands absents qui la définissent. Il est toutefois loin d'être établi que leur disparition est simultanée à l'échelle du Globe! Par ailleurs, définir une limite par une absence n'est pas la meilleure méthode en la matière. De son côté, M. Dimitrov reconnaît la sélectivité des extinctions. Dès lors, il conviendra que seule l'étude des communautés animales et végétales qui traversent la crise Crétacé-Tertiaire nous permettra de comprendre ce phénomène de sélectivité. Le but de mon billet était de plaider pour ce retour aux sources.

JEU-CONCOURS

N°21

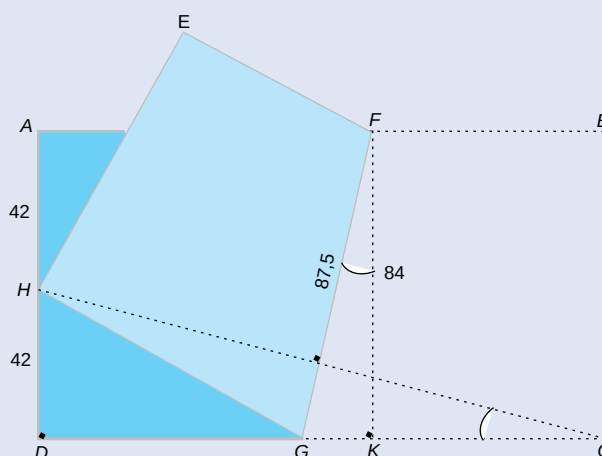
CODE D'ACCÈS

Le conservateur d'une bibliothèque de mathématiques a imaginé le dispositif suivant d'ouverture de la porte, afin de tester l'esprit logique de ses visiteurs. L'ouverture de la porte est commandée par quatre interrupteurs disposés en carré. Celle-ci ne s'ouvre automatiquement que si les quatre interrupteurs sont soit tous ouverts, soit tous fermés. Au départ, l'état des interrupteurs est tel que la porte est fermée. Pour agir sur ces interrupteurs, le visiteur, qui ne voit pas ces interrupteurs, dispose d'un clavier à quatre touches A, D, 1, 2. S'il appuie sur A, deux interrupteurs adjacents sont choisis au hasard, de même sur D, ce sont deux interrupteurs en diagonale choisis aléa-

toirement. Ce choix étant fait, s'il appuie sur le 1, un interrupteur parmi les deux choisis sera inversé, tandis que s'il appuie sur le 2, ce sont les deux interrupteurs choisis qui seront inversés. Saurez-vous trouver le code à taper pour ouvrir à coup sûr la porte? Naturellement la porte peut s'ouvrir avant que le visiteur ait terminé de taper le code.

Envoyez vos réponses aux questions sur carte postale à **Pour la Science**, 8, rue Férou, 75006 Paris. Parmi les réponses exactes reçues pendant le mois de mars 1995, dix gagnants tirés au sort recevront le livre *Le calcul intensif*, Bibliothèque Pour la Science.

RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N°19



La géométrie semble inspirer les lecteurs, car plus de 450 ont trouvé la bonne solution et ceci de bien des façons : théorème de Pythagore, trigonométrie etc. Voici celle qui me semble la plus simple parmi toutes celles proposées. La figure ci-dessus montre la feuille avant et après pliage ainsi que les longueurs connues en centimètres. Soit FK la perpendiculaire abaissée de F sur DC. Le théorème de Pythagore appliqué au triangle rectangle GKF donne $GK^2 =$

$GF^2 - FK^2 = (87,5)^2 - (84)^2$, soit $GK = 24,5$. D'autre part, le pliage autour de GF étant équivalent à une symétrie autour de GF, HC est perpendiculaire à FG. Dès lors les angles GFK et HCD sont égaux (angles à côtés perpendiculaires) et, par conséquent, les deux triangles rectangles HCD et GKF sont semblables. En écrivant que les côtés correspondant sont proportionnels, on a : $DC/FK = DC/84 = HD/GK = 42/24,5$, soit $DC = 144$ centimètres.

Les impossibles de la lutte antivirale

BERNARD LE GUENNO

Les virus ont évolué parallèlement aux organismes qu'ils parasitent. En dépit de la malignité de certains, il est impossible de les étudier tous.

Les virus, organismes frustes, sont souvent des hôtes indésirables. Ils pénètrent dans les cellules vivantes, lors d'un *Anschluss* biologique, et commandent la production des éléments indispensables à leur survie. Pour se multiplier dans les cellules, les virus détournent à leur profit les mécanismes de synthèse des protéines indispensables à la vie de ces cellules, aussi est-il difficile de lutter contre eux sans porter atteinte à leur hôte. Lorsque la cellule a fabriqué des constituants viraux en quantité suffisante, ceux-ci s'assemblent pour former de nouvelles particules virales qui quittent la cellule et propagent l'infection vers d'autres cellules.

Certains virus peuvent rester silencieux, sous forme de message intégré dans le patrimoine génétique de la cellule, et ne se «réveiller» que lors de stimulations spécifiques. Pour nombre de virus, on connaît un hôte naturel, animal ou plante, qui ne se ressent pas de cette intrusion : cette coexistence pacifique est le fruit d'une longue coévolution. La découverte des ribozymes, molécules d'ARN à propriétés enzymatiques, permet d'imaginer que les virus soient apparus avant les cellules, qu'ils continueront à évoluer parallèlement à celles-ci, et qu'on en découvrira toujours de nouveaux à mesure que l'on élimine certains par les vaccinations ou par la destruction des animaux porteurs. Hélas, les virus sont généralement maléfiques... pour l'homme, puisque nous raisonnons toujours de façon anthropocentrique. Hélas encore, il semble impossible qu'on puisse éliminer de l'organisme tous ces virus protéiformes, même avec toute l'armada des moyens de la biologie moléculaire.

La virologie est née il y a 100 ans, quand les biologistes ont observé que certains organismes, «les virus filtrants», traversaient des filtres que les bactéries ne pouvaient franchir. Au début, il a fallu utiliser des êtres vivants (souris, œufs) pour les étudier ; dès que l'on a pu

faire pousser des cellules dans des boîtes, cellules de mammifères, de plantes ou d'insectes, la virologie a fait un bond. Aujourd'hui les virus les plus pathogènes sont connus, ceux qui le sont moins sont plus énigmatiques, et il est certain que nombre de virus non pathogènes sont inconnus.

Quand une maladie humaine apparaît, on cherche son responsable : c'est parfois un virus. Toutefois on sait qu'il y a, par exemple chez la souris, animal de laboratoire extrêmement étudié, beaucoup de virus non pathogènes. Si l'on étudiait *Homo sapiens* avec autant de soins, ce qui est presque impossible, on trouverait l'équivalent dans cette espèce.

Les virus ne sont pas une totale malédiction ; ils sont aussi utiles en tant qu'outils. Ainsi les phages, qui sont des virus de bactéries, ont été les premiers outils de la biologie moléculaire ; aujourd'hui les virus servent de vecteurs pour introduire, dans les cellules, des gènes dont l'expression supplée à certains déficits génétiques. Comme le virus n'infecte spécifiquement que certaines cellules, on peut cibler son action de vecteur thérapeutique.

LES MUTATIONS IMPOSSIBLES

Il est très difficile, sinon impossible, d'imaginer que certains virus se transmettent de façon très différente de leur transmission actuelle.

Le film *Alerte* repose sur l'apparition d'un mutant d'*Ebola*, virus responsable d'une fièvre hémorragique transmis par le sang, devenu transmissible d'homme à homme, par voie aérienne, comme la grippe ou la rougeole. Il faudrait, d'une part, que les cellules du tractus respiratoire, de la gorge et du pharynx, répliquent le virus pour que le malade l'excrète et, d'autre part, que les personnes saines aient des récepteurs appropriés dans le

nez ou la gorge. Ces mutations ne sont pas dans la logique de l'évolution des virus ni dans celle de l'homme. Les virus mutent, mais pas de façon telle qu'ils puissent brusquement changer de récepteur. Si les mutations des virus apparaissent très vite, c'est que leur génération est courte, de quelques minutes à un jour (environ 20 ans chez l'homme).

LES IMPOSSIBLES DE LA PRÉVENTION

On sait que des flambées de maladies virales ont résulté d'une modification de l'environnement favorable à la multiplication du réservoir. Ainsi, dans la Vallée du Rift, ce sont des moustiques. Si vous créez des zones où les gîtes larvaires peuvent être abondants, les moustiques vont se multiplier ; de plus, dans les pays secs, l'eau attire hommes et animaux. Si, par malheur, vous introduisez le virus dans ce système, toutes les conditions sont remplies pour une épidémie. En Amérique du Sud, une épidémie due à un virus nouveau, *Guanarito*, résultait de la déforestation. Là c'est l'homme qui est allé au contact du réservoir, des rongeurs qui étaient sans doute infectés par le virus depuis des millénaires. L'homme, en perturbant l'écologie, soit favorise la transmission du réservoir naturel à l'homme, soit favorise la multiplication de ce réservoir.

Il est difficile de lutter contre le virus *Ebola*, car c'est l'un des rares dont on ne connaît pas le réservoir. L'OMS vient de monter un programme sur la Côte-d'Ivoire pour essayer de répondre à cette question. Toujours est-il qu'à partir d'un cas unique, une épidémie de fièvres hémorragiques due à *Ebola* s'est déclenchée à l'Hôpital de Kikwit, en 1995, après celles de Maridi et Yambuku, en 1976. L'hôpital est une zone artificielle à risques où l'on injecte et où l'on suture du sang. La transfusion sanguine et les injections ont propagé des maladies à transmission sanguine : hépatite B, SIDA, hépatite C. La connaissance du cycle naturel du virus permet de lutter contre lui avec des moyens extrêmement simples quand l'hôte naturel n'est pas l'homme. Hélas l'homme semble le seul réservoir du virus du SIDA, des herpès virus, des virus des hépatites B et C, de la poliomyélite.

LA VACCINATION ET LES MÉDICAMENTS

La grande question reste évidemment la thérapeutique. Il est difficile d'attaquer le virus sans détruire la cellule, et la plupart des médicaments antiviraux utilisés il y a encore dix ans étaient extrê-