

Krachs et physique

L'article *Peut-on prévoir les krachs?* (voir *Pour la Science*, juin 1998) discute essentiellement le débat franco-français entre mathématiciens et économistes qui a émergé suite au krach boursier d'octobre 1997. Les travaux de nombreux physiciens hors de l'hexagone éclairent ce débat. Dès août 1997, avec M. Ausloos, nous avons prédit un «krach» pour l'automne 1997, avec une précision de trois semaines. Au vu de l'euphorie que l'on observait depuis 1994 sur les marchés boursiers, nous avons repris l'hypothèse du point critique avancé par Didier Sornette, de l'Université de Nice, pour étudier l'évolution d'indices boursiers classiques. La seule variante au modèle provient du type ou classe de transition de phase qui a été utilisé. Techniquement, nous avons recouru à une transition du type Kosterlitz-Thouless, c'est-à-dire une transition où l'on observe des comportements de foule ou des structures en vortex. La réussite de cette prévision n'est certes pas suffisante pour lever complètement le débat de prédictibilité d'un krach boursier, mais elle conforte l'idée de D. Sornette.

Faudra-t-il attendre 100 krachs pour clore ce débat? D'autant plus que le marché réagit toujours face à des modèles prédictifs, les rendant moins efficaces, parfois inutiles. En fait, le débat scientifique ne se situe pas vraiment sur la prédictibilité du krach, mais sur l'universalité de comportements physiques dans la nature. Benoît Mandelbrot suggère (voir *Pour la Science*, décembre 1997) l'existence de tels comportements «universels» dans l'évolution des cours de bourse. Cela permet alors aux physiciens d'imaginer et de rêver à des modèles boursiers.

Nicolas VANDEWALLE, Liège

Érosion côtière

Roland Paskoff soulève le débat du coût et de l'efficacité d'équipements destinés à s'opposer à l'érosion marine (voir *La mer envahit la Petite Camargue...*, *Pour la Science*, mai 1998). Ce problème débouche sur des choix de gestion à fortes implications sociales et économiques. D'où la nécessité d'émettre un diagnostic précis et d'en étudier les implications dans l'espace et dans le temps. D'abord, le repli de la côte de 2,5 kilomètres en 200 ans est exagéré. D'autres calculs, à partir du traitement numérique de photos aériennes, montrent que le littoral a reculé de 300 mètres depuis 1944. Comme le retrait s'est accéléré depuis les grands aménagements

hydroélectriques de l'après-guerre, il n'a pu excéder 1,5 kilomètre depuis 200 ans.

Ensuite, la Petite Camargue ne peut pas être isolée du delta occidental du Rhône. Ainsi, reculer localement la côte sur 1,5 kilomètre modifierait profondément les dynamiques côtières. Piégeant les sédiments, le golfe formé priverait de toute défense l'exploitation salinière d'Aigues-Mortes et ouvrirait un nouveau front sensible sur sa face Est. Le cours inférieur du Petit Rhône serait aussi touché, et la ville des Saintes-Maries-de-la-Mer serait plus isolée et vulnérable.

Les épis et la digue frontale, construits depuis 10 à 15 ans, ont stabilisé la côte pendant sept à dix ans et l'érosion, qui reprend aujourd'hui, est plus lente, avec des «coups d'accélérateur» localisés pendant des tempêtes exceptionnelles. Les équipements de défense ont probablement été mal conçus et dégradent le paysage, mais ils n'aggravent pas la situation. En outre, la côte n'est composée que de pâturages et, surtout, de riches terrains de chasse. Ses utilisateurs considèrent que la beauté du paysage est secondaire.

Les 20 dernières années ont montré qu'il est vain de s'opposer de front à la puissance de la mer. Mais le maintien de l'activité salinière, du paysage et des traditions qu'elle a créées mérite qu'on réfléchisse. On pourrait par exemple reculer la côte en prenant appui sur d'anciens cordons littoraux, quelques centaines de mètres en arrière, que l'on renforcerait par la création d'un nouveau profil de plage en pente douce.

M. PROVANSAL et F. SABATIER,
Université Aix-Marseille 1

Réponse de Roland Paskoff

Pour la mesure du repli du littoral de la Petite Camargue, tout dépend de l'endroit où l'on se trouve. Immédiatement au droit de l'embouchure du Petit Rhône, le recul a probablement bien été de l'ordre de 2,5 kilomètres comme on peut le déduire sur la carte de Cassini, levée à la fin du XVIII^e siècle, qui fait apparaître une large protubérance aujourd'hui disparue. Plus à l'Ouest, il a en effet été moindre.

Il est vrai qu'il convient de ne pas isoler la Petite Camargue de la partie occidentale du delta du Rhône et de la replacer dans son compartiment sédimentaire qui va de l'embouchure du Petit Rhône à la pointe de l'Espiguette. Mais il est sans aucun doute exagéré de dire que, si on renonçait à défendre contre l'érosion marine le secteur du Grand Radeau et des Quatre-Maries, il se formerait un golfe qui piégerait des sédiments. On observerait plutôt, au moins dans un premier temps, une augmentation du transfert sédimentaire côtier qui ralentirait peut-être l'érosion le long des marais salants d'Aigues-Mortes,

mais qui accélérerait à coup sûr l'ensablement à la pointe de l'Espiguette. Quant aux Saintes-Maries-de-la-Mer, situées à peu de chose près en tête d'un autre compartiment sédimentaire où le transit littoral se fait vers l'Est, elles ne devraient pas être affectées par l'érosion plus qu'elles ne le sont aujourd'hui.

Écrans et projecteurs

L'article d'Alan Sobel sur *Les écrans plats* (voir *Pour la Science*, juillet 1998) indique que les projecteurs seraient «de résolution si médiocre qu'on n'envisage pas leur utilisation pour la télévision haute définition». Il existe pourtant plusieurs modèles qui admettent la TVHD avec des couleurs naturelles que ne possèdent pas les écrans à plasma. Et que dire des projecteurs à valves de lumière de la Société JVC-Hugues, qui possèdent au minimum quatre millions de pixels pour une luminosité de 1 000 lumens, avec 2 à 6 mètres de diagonale?

Pascal BOUSSARD, Augy

Réponse d'Alan Sobel

On trouve effectivement des projecteurs dont les images ont une résolution compatible avec la TVHD et dont les couleurs sont aussi bonnes, voire meilleures. En outre, plusieurs modèles projettent des images de taille variable. Enfin, ces appareils, accompagnés d'un écran roulé, sont plus facilement transportables qu'un grand écran plat (bien que le poids d'un projecteur de bonne qualité puisse excéder celui d'un grand écran à plasma). Toutefois, tous les projecteurs rencontrent des problèmes de luminosité de l'image : une image de haute résolution de 1,5 mètre de diagonale est généralement beaucoup plus pâle lorsqu'elle est projetée que la même image affichée sur un écran à plasma. On doit donc utiliser ces appareils dans des locaux au moins partiellement obscurcis. L'utilisation d'un écran directionnel augmente la brillance de l'image, mais réduit considérablement l'angle de vue. Dans les projecteurs à valves de lumière, on résout ce problème par l'utilisation de sources lumineuses plus puissantes et plus coûteuses, mais l'accroissement de la brillance des images projetées se fait généralement au détriment de leur résolution.

Une nouvelle tendance émerge : des projecteurs pour les ordinateurs de bureau. À l'aide de valves de lumière réfléchissantes de 1,2 à 3,6 centimètres de diagonale, ces projecteurs, moins épais que les projecteurs tri-tubes équivalents et moins coûteux que les écrans à cristaux liquides, produisent des images de 48 à 72 centimètres de diagonale.

JEU-CONCOURS N° 50

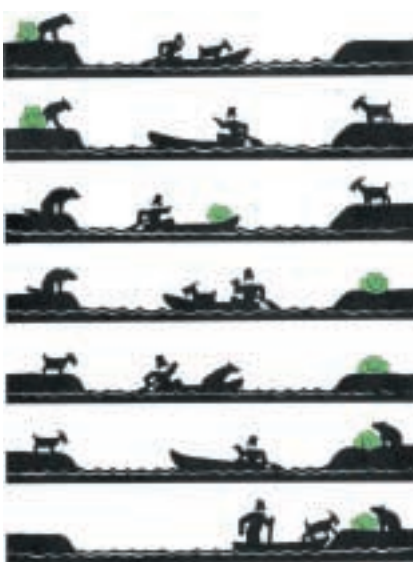
PIERRE TOUGNE

Gestion de ressources

Les problèmes de traversées sont des classiques des jeux mathématiques qui remontent à l'Antiquité. En voici deux variantes modernes qui ne font pas appel aux mathématiques proprement dites, mais où la logique permet d'éviter de se fourvoyer dans des impasses. La première variante met en scène trois ouvriers Émile, Firmin, Gérard et une caisse à outils au sommet d'un immeuble en construction. Il n'y a pas d'escalier pour redescendre et ils ne disposent que d'un monte-charge rudimentaire formé de deux paniers reliés par un câble passant sur une poulie. Un panier ne peut contenir qu'au plus deux personnes ou une personne et la caisse à outils. La descente se fait naturellement, le panier le plus lourd l'emportant sans qu'il soit possible ni à ceux qui sont dans le panier ni aux autres d'aider cette descente. Enfin si le panier qui descend a sur l'autre un excédent de poids de plus de dix kilogrammes, toute personne qui s'y trouverait se blesserait à l'arrivée, en revanche la caisse supporte sans dommages l'atterrissage. Si Émile pèse 85 kilogrammes, Firmin 50, Gérard 40 et la caisse à outils 30, au départ un panier étant au sommet et l'autre au sol, combien de manœuvres au minimum des

paniers devront effectuer les trois ouvriers pour rejoindre sains et saufs le sol avec la caisse à outils et comment ?

La deuxième variante concerne un quatuor qui doit donner un concert dans 17 minutes de l'autre côté d'un pont qu'ils doivent traverser. Vous devez les aider à traverser. Il fait nuit et ils n'ont qu'une



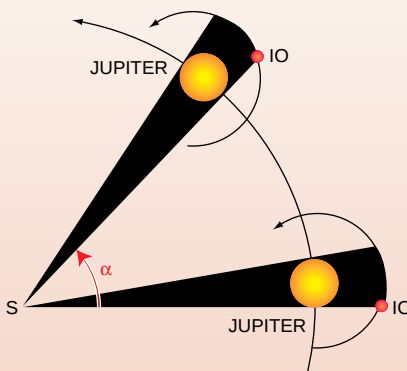
lampe torche. Un maximum de deux personnes peut traverser simultanément le pont. Toute personne ou couple traversant le pont doit avoir la lampe et celle-ci ne peut être lancée d'un bord à l'autre. Chaque membre du quatuor a une vitesse différente et lorsqu'ils traversent en couple, c'est le plus lent qui détermine le temps de passage. Si André met une minute pour traverser, Bertrand deux minutes, Claude cinq minutes et Daniel dix minutes, pouvez-vous trouver les deux façons de faire traverser le pont au quatuor pour commencer le concert à l'heure (c'est-à-dire au plus 17 minutes après) ? Ce problème bien que déroutant ne comporte aucune astuce et suppose seulement une gestion précise des possibilités. La rumeur dit que ce problème est posé à l'embauche chez Microsoft et qu'une réponse en moins de cinq minutes est attendue !

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 d'août 1998, dix gagnants tirés au sort recevront un livre.

RÉPONSE AU JEU-CONCOURS N° 48

Soit α l'angle dont a tourné Jupiter autour du Soleil entre deux éclipses successives, c'est-à-dire lorsque Io pénètre dans le cône d'ombre de Jupiter (voir la figure). Io a alors tourné d'un angle $2\pi + \alpha$ autour de Jupiter, car Io tourne autour de Jupiter dans le même sens que Jupiter autour du Soleil, ce que j'avais omis de préciser comme me l'ont fait remarquer de nombreux lecteurs. Si T est la période de l'éclipse et T_i , T_j les périodes de révolution d'Io autour de Jupiter et celle de Jupiter autour du Soleil, alors $\alpha = 2\pi T/T_j$ et $2\pi + \alpha = 2\pi T/T_i$ dont on déduit $1/T = 1/T_i - 1/T_j$. Le retard dans la date de l'éclipse au voisinage de la conjonction calculée par rapport à la date de l'éclipse au voisinage de l'opposition s'explique par le temps que met la lumière à parvenir à l'observateur, car sa vitesse de propagation est finie. La

distance supplémentaire à parcourir par la lumière entre l'opposition et la conjonction étant de 3.10^8 kilomètres, on en déduit que la vitesse de la lumière est de l'ordre de $3.10^8/(16.5 \times 60) \approx 303\,000$ kilomètres par seconde. De nombreux lecteurs ont reconnu dans ce jeu-concours l'observation faite en 1676 par



l'astronome danois Ole Roëmer à l'Observatoire de Paris qui est considérée dans les livres d'histoire de l'astronomie comme la première mesure de la vitesse de la lumière. En fait, comme me l'a fait remarquer un lecteur, historiquement Roëmer a annoncé en septembre 1676 à l'Académie des sciences que l'éclipse de Io prévue le 9 novembre se produirait avec dix minutes de retard (calculé entre la quadrature et la conjonction). Cette prédiction se révéla exacte et quelques semaines plus tard Roëmer donnait son explication théorique du phénomène : « la lumière ne s'établit pas instantanément dans tout l'espace comme de grands penseurs l'avaient prétendu, elle met un certain temps pour aller d'un point à un autre. » Il n'a jamais évalué cette vitesse, ce qui n'enlève rien à son extraordinaire découverte pour l'époque.