

Sciences de la vie

Vient de paraître



LA SYMBIOSE
Structures et
fonctions,
rôle écologique
et évolutif

M.-A. Selosse
160 p., 139 FF
ISBN 2 7117 5283 6

Également aux Éditions VUIBERT :

NOUVEAU MÉMENTO DE BIOLOGIE

M. Dupont, J. Sou-
chon
et J.-P. Veillat
272 p., 160 FF
ISBN 2 7117 5252 6



COMMENT RÉSOLURE UN PROBLÈME DE BIOLOGIE

J. Souchon, Cl. Treilhou
176 p., 140 FF, ISBN 2 7117 5251 8

BIOLOGIE & PHYSIOLOGIE HUMAINES

C. Robert, P. Vincent
704 p., 230 FF, ISBN 2 7117 5234 8



**DICTIONNAIRES
ENCYCLOPÉDIQUES**
Ouvrages collectifs
dirigés par
Nicole Aimé-Genty

LE SANG
240 p., 159 FF
ISBN 2 7117 5250 X

LE CERVEAU
208 p., 159 FF, ISBN 2 7117 5249 6

LA CELLULE
256 p., 159 FF, ISBN 2 7117 5248 8

de la Terre & de l'univers

PROBLÈMES RÉSOLUS DE SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Ouvrage collectif
Coordination :
Ch. Aubourg,
J.-Y. Daniel et
P. De Wever
392 p., 199 FF
ISBN 2 7117 5281 X



SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

A. Brahic, M. Hoffert, A. Schaaf, M. Tardy.
Coordination J.-Y. Daniel
672 p., 255 FF, ISBN 2 7117 5280 1

En vente en librairie. Catalogue sur demande :
Vuibert, 12 rue des Cordelières 75013 Paris
Tél : 01 44 08 49 12
www.vuibert.fr



5. Opération de consolidation du tunnel de Lötschberg, en 1914.



6. Sur le chantier du tunnel du Simplon, les mineurs ont percé les premiers trous de mine, accrochés à la paroi rocheuse par des cordes.

minent les angles avec des théodolites (des instruments de visée munis d'une lunette) et des mires (des jalons pour repérer les directions lors des visées). Ils réalisent «une performance remarquable», comme l'indique le journal local, car le tunnel, une fois terminé, est conforme aux plans ainsi établis : l'erreur sur la longueur se limite à 41 centimètres et sur la hauteur à 10 centimètres.

Au début des années 1950, le développement du tourisme conduit à l'amélioration des routes, que l'on raccourcit en perçant des tunnels routiers. Des tunneliers, mis au point aux États-Unis, en Suède et en Allemagne, remplacent le percement aux explosifs : ces engins gigantesques «rongent» les couches de roches, grâce à une tête de forage rotative appliquée sous pression sur le front de taille. Pour le tunnel routier du Saint-Gothard,

qui relie Göschen à Airolo, comme le tunnel ferroviaire, mais qui suit le tracé du col, on utilise à Göschen des tunneliers équipés de onze bras de forage et montés sur des camions. Ils assurent aux mineurs une protection contre les chutes de roches de la voûte, mais après deux accidents mortels, les ingénieurs renoncent à percer la totalité de la section du tunnel (comprise entre 65 et 80 mètres carrés) en une seule fois : ils procèdent d'abord la moitié supérieure du tunnel et la voûte qu'ils consolident à l'aide d'ancrages, de filets et de béton projeté, avant de dégager la moitié inférieure. À Airolo, les tunneliers sont montés sur un plancher mobile, constitué d'éléments coulisants actionnés par des presses hydrauliques, sur une longueur de 240 mètres. La plate-forme est équipée d'un auvent de protection sous lequel se déroulent les travaux de renforcement et de consolidation, ainsi que le chargement des wagons pour évacuer les débris.

Aujourd'hui, l'action combinée de tré-pans de plus en plus résistants et de vitesses de rotation supérieures ainsi que le renfort du tunnel par des éléments de béton préfabriqués, consolidés par du béton projeté, autorisent une progression de 20 à 30 mètres par jour. Les tunneliers assurent l'essentiel du gros œuvre. Les explosifs ne sont plus guère utilisés et l'homme n'intervient plus qu'aux endroits les plus délicats.

Mario SINTZEL est ingénieur à l'École polytechnique fédérale de Zurich. Gerhard GIRMSCHEID y enseigne le génie civil.

Vagues scélérates

On commence à comprendre pourquoi des vagues géantes surgissent en pleine mer, même quand la tempête ne fait pas rage.

Le 1^{er} Janvier 1995, au cours d'une tempête modérée où la hauteur des vagues atteignait une dizaine de mètres, une vague s'éleva soudain à plus de 18 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer et endommagea le matériel entreposé sur le pont de la plate-forme pétrolière *Draupner*, en Mer du Nord, bien que toutes les études aient prévu que ce pont était à une hauteur qui garantissait sa sécurité. Les rapports d'accidents mentionnent souvent de telles «vagues scélérates», des vagues géantes qui surviennent même quand la mer n'est pas déchaînée. En 1982, la plate-forme *Ocean Ranger*, au large de Terre-Neuve, a disparu, avec 84 de ses membres, à cause d'une vague scélérate qui a déferlé dans la salle de contrôle ; le navire *Derbyshire*, long de 300 mètres et qui transportait du minerai, a coulé en 1980, à proximité d'un typhon, dans la mer du Japon, probablement à cause d'une vague monstrueuse ; en 1943, une vague brisa les vitres de la passerelle, située à 27 mètres au-dessus de la ligne de flotaison, du paquebot *Queen Elizabeth*.

Certaines vagues géantes ont des origines connues. Ainsi, les raz-de-marée, ou tsunamis, résultent souvent de glissements de terrain sous-marins ; les «rouleaux du Cap», en Afrique du Sud, sont créés par la houle issue des quarantièmes rugissants qui se dirige vers le Nord-Est et qui se heurte au courant des Aiguilles, lequel longe vers le Sud-Ouest la côte Est de l'Afrique du Sud. Les vagues scélérates ne sont pas dues à ces phénomènes, et leur fréquence dépasse les prévisions des théories classiques, selon

lesquelles une vague, comme celle qui a touché la plate-forme *Draupner* en 1995, a une probabilité de l'ordre de trois pour 10 000 de se produire en une année. Toutefois, d'après l'examen des accidents survenus aux plates-formes pétrolières du monde entier, la probabilité serait supérieure à un pour cent.

Ces vagues sont dangereuses et font l'objet d'études, afin que nous puissions, à terme, prévoir les situations à risques pour alerter les professionnels. D'après des observations en mer, des reconstitutions en bassin et des simulations numériques, nous commençons à mieux comprendre leur formation. Les vagues «classiques» sont créées par la friction du vent sur la surface de la mer. Elles se propagent ensuite pendant quatre à cinq jours, avant de rencontrer une côte ou de s'atténuer et de disparaître. Elles se combinent aussi avec des vagues qui proviennent d'autres zones. La répartition de l'énergie est alors assez uniforme dans le temps et dans l'espace. Au contraire, les vagues scélérates concentrent énormément d'énergie vraisemblablement selon un des trois scénarios que nous proposons.

Certaines vagues scélérates se produisent plus fréquemment dans des mers fortes, où les vagues sont déjà formées. Elles proviendraient de vagues jeunes, qui naissent dans une mer en croissance. Ces vagues, de plus en plus hautes, se propagent toujours plus vite, et rattrapent celles que la tempête a déjà produites : les vagues finissent par «s'empiler» au même endroit.

D'autres vagues scélérates résultent de la présence de vents particulièrement violents, mais surviennent pendant les accalmies. Le vent, très fort, dissiperait l'énergie des vagues, un peu comme la soupape de sécurité d'une cocotte-minute et empêcherait les vagues de s'élever pendant la tempête ; au moment où le vent se calme, cette «soupape» serait enlevée et l'énergie emmagasinée serait



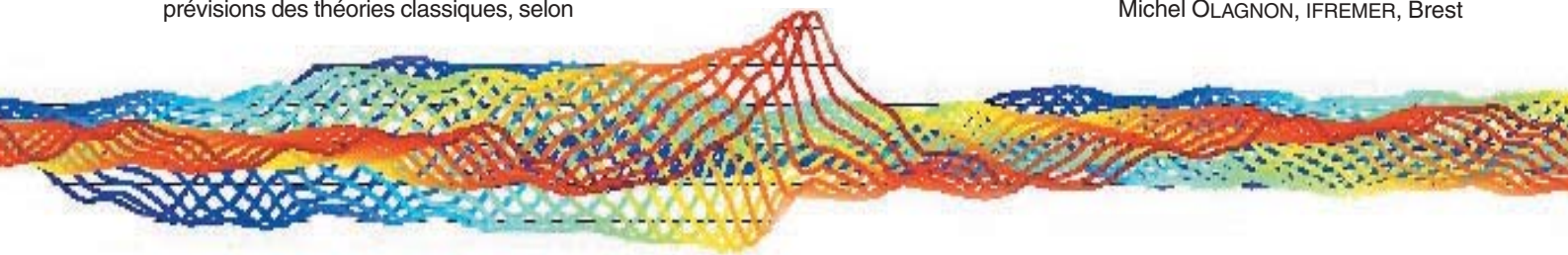
Cette vague géante, ou scélérate, se propage tel un mur d'eau. Cette photographie a été prise dans le Golfe de Gascogne, probablement dans les années 1940 ou 1950.

libérée d'un seul coup, donnant naissance à une immense vague.

Selon divers témoignages, certaines vagues scélérates ressemblent à un mur d'eau s'étendant à perte de vue. Elles proviendraient d'une dépression, à l'image d'un raz-de-marée. Plus précisément, différentes vagues surgies du centre de la dépression se conjugueraient en phase et en amplitude pour former une vague unique, et se propager ensuite comme telle.

Les trois scénarios n'ont jamais été détectés simultanément. Ces vagues scélérates sont probablement de différents types, avec autant de mécanismes distincts pour les engendrer. Nous cherchons à prévoir ces vagues à l'avance pour prévenir les personnes concernées et nous essayons d'élaborer une théorie de ces mécanismes. Pour y parvenir plus rapidement, il nous faudra mettre en commun les observations réalisées au sein d'une coopération internationale (Europe, Japon, USA, Russie...), faire l'étude statistique des résultats et valider nos modèles grâce à toutes ces données.

Michel OLAGNON, IFREMER, Brest



La vague géante qui s'est abattue sur la plate-forme *Draupner* a été reconstituée par simulation à partir des signaux mesurés sur la plate-forme 20 minutes avant la vague. Une de ses composantes se trouvait

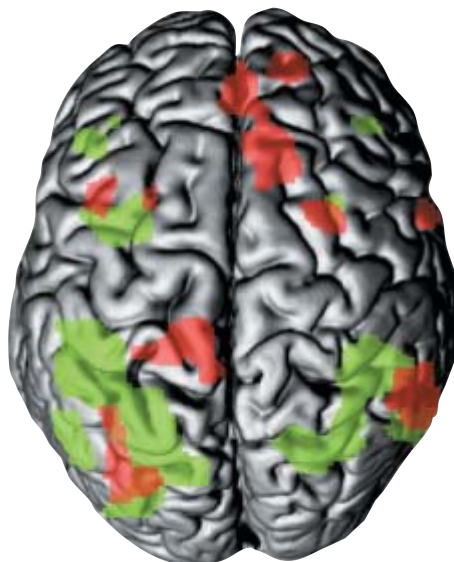
à 250 mètres en amont 30 secondes avant le drame, une autre à 280 mètres, une autre à 200 mètres, etc. On voit ainsi la vague se rapprocher et les composantes se concentrer jusqu'au maximum (en rouge).

Le calculateur prodige

En observant le fonctionnement de son cerveau, on a découvert, chez un as du calcul mental, un mode spécifique de traitement des nombres.

Petit exercice de calcul mental : $2 + 2$? Facile! Maintenant : 17×12 ? Plus difficile, mais calculable avec quelques trucs et les tables de multiplication durement acquises à l'école primaire. Pour finir : 62 à la puissance 6 ? Vous n'y arrivez pas? C'est que vous n'utilisez pas votre cerveau comme le fait Rüdiger Gamm, un jeune prodige allemand du calcul mental, âgé de 26 ans, qui détermine le résultat de cette opération en quelques secondes. L'équipe de Nathalie Tzourio-Mazoyer, du Groupe d'imagerie neurofonctionnelle du CNRS, à Caen, en collaboration avec celle du neuropsychologue Mauro Pesenti, de l'Université catholique de Louvain, a percé ses secrets.

À l'aide de la caméra d'un tomographe à émission de positons (un dispositif qui mesure le débit sanguin dans le cerveau, indiquant de cette façon les zones cérébrales qui participent à telle ou telle tâche mentale), ils ont visualisé les aires activées lors d'un calcul complexe, et ils les ont comparées avec celles qu'utilise un calculateur normal. Com-



Nathalie Tzourio-Mazoyer-Nature Neuroscience

Les aires du cerveau (ici, vu du dessus) activées lors d'un calcul complexe sont différentes selon que vous êtes un calculateur normal ou un prodige du calcul mental comme R. Gamm. Dans le premier cas, ce sont les aires en vert qui sont activées ; elles correspondent aux aires de la mémoire de travail des informations visuelles et spatiales. Dans le second cas, vous utilisez aussi votre mémoire épisodique (à long terme) localisée dans les aires rouges.

ment calcule-t-on? Depuis l'étude de personnes aphasiques (qui ont perdu la capacité de parler), on sait qu'il existe un rapport étroit entre le langage et le calcul, car des lésions de l'hémisphère gauche qui est dédié au langage entraînent des difficultés à calculer. De plus, des travaux récents effectués par Laure Zago, à Caen, ont mis en évidence, chez des calculateurs normaux, les aires du cerveau sollicitées par un calcul mental simple, et par un calcul complexe, par exemple, une multiplication de nombres à deux chiffres.

Chez les calculateurs normaux, le calcul complexe s'effectue dans les aires pariétales et frontales de l'hémisphère gauche. Il s'agit d'aires qui traitent les informations visuelles et spatiales et qui sont le siège de la mémoire dite de travail de ces mêmes informations : ces aires stockent des informations relatives à la tâche en cours, par exemple les résultats intermédiaires d'un calcul complexe. Lorsque la tâche est accomplie, ces «souvenirs fugaces» s'effacent, car la quantité d'informations que peut stocker cette mémoire et la durée de stockage sont limitées : une information chasse l'autre.

Lors d'une multiplication de deux nombres à deux chiffres, l'équipe d'imagerie fonctionnelle a montré que R. Gamm utilise en plus de ses aires pariétales et frontales, sa mémoire épisodique, dédiée à la mémorisation des événements vécus ; elle contient les éléments du passé individuel, c'est une sorte de mémoire autobiographique. R. Gamm mémorise les résultats intermédiaires d'un calcul complexe dans cette mémoire épisodique, et non dans sa mémoire de travail, comme le font les calculateurs normaux. Il a attribué à la zone cérébrale de la mémoire épisodique de nouvelles fonctions.

Cette mémoire épisodique, localisée dans des aires temporales et préfrontales de l'hémisphère droit, à des capacités illimitées. Par des séances d'entraînement intensives, dignes d'un violoniste virtuose (il s'entraîne plus de six heures par jour), il y a «emmagasiné» les tables de multiplication, mais aussi des tables de racines carrées, de carrés et de cubes, où il puise à volonté : pour R. Gamm, le calcul du carré d'un nombre à deux chiffres équivaut au rappel d'un résultat des tables de multiplication simples pour tout un chacun ; il lui faut environ une seconde.

Ainsi, de telles capacités de calcul ne résultent pas d'une augmentation de l'activité des régions activées par les calculateurs normaux, mais bien d'une stratégie différente à laquelle participent d'autres aires cérébrales.

Si vous n'avez pas encore trouvé, sachez que 62 à la puissance 6 font $56\,800\,235\,584$.

BRÈVES

Carnet rose

L'équipe de Gerald Schatten, de l'Université de Portland, est heureuse de vous annoncer la naissance, le 2 octobre 2000, d'Andi (pour ADNi, abréviation d'ADN inséré), le premier singe génétiquement modifié. Grâce à un virus non infectieux, le gène d'une protéine fluorescente a été inséré dans l'ovule d'un macaque Rhésus : grâce à cette propriété, on a vérifié que le gène inséré est bien présent dans tous les tissus d'Andi. Il est peut-être le précurseur de nouveaux modèles animaux des maladies humaines. Andi est très alerte et joue déjà avec les compagnons de son âge.



Les multiples évolutions de la vie

Un grain de zircon vieux de 4,4 milliards d'années vient d'être découvert en Australie. Il aurait 130 millions d'années de plus que n'importe quel autre minéral et 100 millions d'années de moins que la Terre. On estimait que la vie était apparue 700 millions d'années après la formation de notre planète. Or, la roche où le cristal de zircon s'est développé s'est formée à basse température, au contact de l'eau, près de la surface de la Terre : notre planète était assez froide pour porter déjà de l'eau, des continents et... des conditions favorables à la vie. La plus ancienne preuve de vie sur Terre remonte à 3,85 milliards d'années, mais la découverte du grain de zircon montre qu'elle aurait pu évoluer et s'éteindre plusieurs fois dans l'histoire de la Terre.

Empêcher les thromboses

Chez certains malades, les plaquettes (des cellules sanguines qui participent à la coagulation) s'agglutinent inopinément et entraînent des accidents cardiovasculaires, nommés thromboses. Les plaquettes s'agglutinent sous l'influence de différents facteurs sanguins, notamment de l'adénosine diphosphate, qui se lie à des récepteurs spécifiques de la membrane de ces cellules. L'équipe d'Alan Nurden, de l'Université de Bordeaux, a déterminé la structure du récepteur plaquettaire à l'adénosine diphosphate. Connaissant ce récepteur, on pourra mettre au point des molécules qui empêcheront la fixation de l'adénosine et, par conséquent, l'agglutination des plaquettes ; ils remplaceront l'aspirine, utilisée, notamment, à cette fin.