

La murphodynamique de la tartine

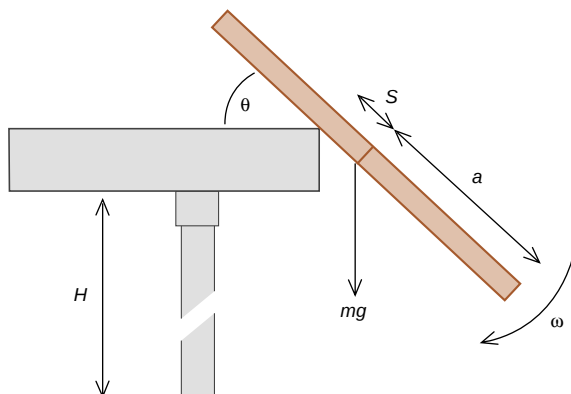
Définissons le paramètre «surplomb critique» – le quotient de la distance de la tartine entre son centre et le bord de la table à sa demi-longueur, juste avant qu'elle se ne détache – et notons-le η . Les lois de Newton du mouvement conduisent à la relation :

$\omega^2 = (6g/a)(\eta/(1 + 3\eta^2))\sin \theta$, aussi longtemps que la tartine pivote sur le rebord de la table. La tartine commence à glisser lorsque son poids dépasse la force de friction sur le bord de la table. La vitesse de rotation à cet instant est celle que la tartine conservera tout au long de sa chute.

Les estimations montrent que la tartine va pivoter d'au

moins 180° avant d'atteindre le sol. Pour atterrir «beurre en haut», elle doit tourner d'au moins 360°. Nous connaissons la vitesse de rotation de la tartine et H et g nous indiquent le temps qu'elle mettra pour atteindre le sol. R. Matthews montre qu'elle ne tourne de plus de 360° que lorsque le

surplomb critique dépasse 0,06, ce qui est rarissime.



g = accélération de la pesanteur
 m = masse de la tartine
 a = demi-longueur de la tartine
 S = surplus initial
 θ = angle de rotation
 H = hauteur de la table
 ω = vitesse angulaire de rotation

que la verticale de leur centre de gravité soit extérieure à la surface de sustentation pour qu'ils basculent. Les quadrupèdes aussi, mais leur polygone de sustentation est plus grand : les girafes sont plus grandes que les humains.

La hauteur maximale pour un bipède est celle au-delà de laquelle une chute sur la tête causerait sa mort. Il est raisonnable de supposer qu'une table utilisée par un tel bipède intelligent doit avoir une hauteur proche de la moitié de sa propre hauteur. Sur la Terre, une table doit avoir au moins trois mètres de haut pour que la loi de Murphy soit violée, et donc nous devrions mesurer au moins six mètres pour espérer échapper aux infortunes de la résonance murphyque. Une bonne question est : une race extraterrestre lointaine peut-elle être murphyquement immune ?

Pour répondre à cela, R. Matthews modélise un extraterrestre par un cylindre de polymère surmonté d'une sphère en guise de tête. Je propose d'appeler cet organisme un polymurphe. La mort se pro-

duit lorsque les liens chimiques d'une couche du polymère sont brisés. R. Matthews en déduit que la hauteur d'un polymurphe viable est au plus de $(3nq/h)^{1/2} \mu^2 A^{-1/6} (\alpha/\alpha_0)^{1/4} a_0$, expression où n est le nombre d'atomes dans le plan où les fractures doivent se produire (typiquement : environ 100) ; $q = 3 \cdot 10^{-3}$, une constante liée aux polymères ; f , la fraction d'énergie cinétique absorbée par la rupture des liens du polymère ; μ , le rayon des atomes du polymère exprimé en rayons de Bohr ; A , la masse atomique du polymère ; α , la constante de structure fine électronique $e^2/2h\epsilon_0 c$, où e est la charge de l'électron, h , la constante de Planck, ϵ_0 , la permittivité de l'espace libre et c la vitesse de la lumière ; α_0 , la constante de structure fine gravitationnelle $2\pi G m_p^2 / hc$, où G est la constante de la gravitation et m_p la masse du proton ; a_0 est le rayon de Bohr.

En reportant les valeurs de ces variables dans notre Univers, nous trouvons que la hauteur de sécurité maximale pour un polymurphe est de 295 centimètres

(le plus grand être humain mesuré, un certain Robert Wadlow, atteignait 272 centimètres). C'est très en deçà des six mètres requis pour espérer éviter les atterrissages «côté beurre». Il est intéressant de noter que cette limite supérieure aux tailles des polymurphes ne dépend pas de la planète qu'ils habitent. La raison en est que l'équilibre entre les forces de gravitation, les forces électrostatiques et les forces quantiques requises pour empêcher le polymurphe de tomber en morceaux relie la gravité de la planète à des constantes plus fondamentales. Il en résulte donc que la loi de Murphy n'est pas du tout une coïncidence, mais la conséquence d'un principe «anthropomurphyque» : tout univers de type conventionnel contenant des polymurphes intelligents obéira à la loi de Murphy. R. Matthews conclut «si l'on en croit Einstein, Dieu est subtil, mais Il n'est pas malicieux. C'est sans doute vrai, mais Son influence sur la chute des tartines laisse planer le doute.» Le problème du mal est posé.

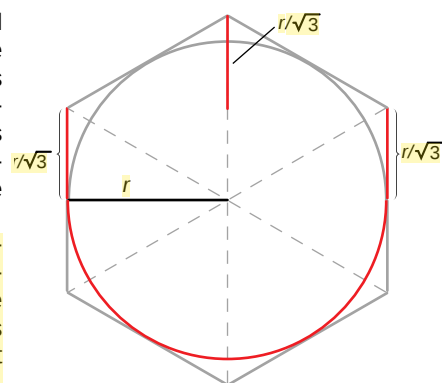
Réaction

Plusieurs lecteurs m'ont écrit pour faire remarquer que Sherlock Holmes aurait pu économiser encore plus de temps dans sa recherche de la chèvre de Ghastleigh (*Un drain peut en cacher un autre, Pour la Science* n° 216) en creusant des fossés séparés. Geoffrey Phillips de Briarcliff Manor, N.Y., le précise éloquemment.

«La question n'est pas de trouver la tranchée unique la plus courte, mais de minimiser le travail de terrassement. Au lieu de creuser sur les dis-

tances AB et CD – soit 200 mètres –, il suffit de se limiter à 57,75 mètres de B vers A , à la même distance de C vers D et encore à cette distance à mi-chemin entre les deux premières, mais plus éloignée du centre ; un creusement total de $(\sqrt{3} + \pi)r$ si on adjoint le demi-cercle.

Ma solution conduisait à une tranchée de $(2 + \pi)r$. L'approche de G. Phillips ouvre tout un nouvel ensemble de questions. En particulier : pouvez-vous faire mieux avec deux tranchées ? Et avec trois ou plus ?



Le patient parasite de la mante religieuse

Texte et photographies de Bernard Chaubet.



Mantibaria mantis fixée sous les ailes de la mante.



Ponte de *Mantibaria mantis* dans l'oothèque en formation.

Les phénomènes de parasitisme étonnent par la finesse des adaptations du parasite à l'hôte. Le talon d'Achille de la mante religieuse (*Mantis religiosa*), redoutable prédateur, est sa progéniture, malgré le soin qu'elle met à la protéger. La femelle pond ses œufs dans une oothèque qu'elle confectionne en sécrétant une matière liquide qui durcit au contact de l'air (à droite). Toutefois, cette coque protectrice ne sèche pas assez vite pour mettre les œufs de la mante à l'abri de tout danger, car certains hyménoptères parviennent à pondre dans les œufs après l'enrobage !

L'un de ces parasites, *Mantibaria mantis*, a une stratégie toute de patience. La femelle, mesurant 2,5 millimètres, part à la recherche d'une mante adulte et s'installe à l'abri, sous les ailes de l'insecte géant (en haut à gauche). Commence alors pour ce passager clandestin une vie sédentaire qui va durer plusieurs mois. Ses ailes désormais inutiles se détachent.

Cette attente opiniâtre cesse dès les premières contractions abdominales de la mante sur le point de pondre. L'hyménoptère descend alors le long de son hôte et accède à la matière enrobant les œufs, encore semi-liquide (en bas à gauche). Elle dispose d'une à deux heures pour pondre avant le durcissement de l'oothèque. Au risque d'être engloutie, elle traîne son abdomen jusqu'à ce qu'elle découvre un œuf, puis y dépose le sien. La larve de *Mantibaria* se développera jusqu'au stade adulte aux dépens de l'œuf de mante. Plusieurs œufs sont parasités. Le parasite court le risque d'être emprisonné dans l'enrobage, car les mouvements de l'abdomen de la mante sont amples et saccadés. S'il survit à cette entreprise, il remontera le long du corps de son hôte et retournera s'abriter... dans l'attente d'une nouvelle ponte.

Histoire des sciences

La défaite de Platon ou la science du xx^e siècle

Claude Allègre. Éditions Fayard, 1995.

Le livre a un double objet : c'est un voyage à grandes enjambées à travers les progrès de la science, du début du xix^e siècle à aujourd'hui, et c'est une critique alarmée de l'enseignement des sciences, du collège à l'université.

Le survol est envoûtant. Si les choix sont caractéristiques des intérêts de l'auteur, cette partialité est positive : les thèmes illustrent le point de vue d'un acteur de la science sur les contributions des différentes disciplines à la dynamique actuelle, sur les spécificités des créateurs, sur leur opportunisme inventif. Ce crible personnel est, aux yeux du lecteur, plus légitime et plus intéressant qu'une neutralité encyclopédique.

Pour qui ne connaît pas les sujets traités, les exposés ont la clarté nécessaire à une première approche ; pour qui connaît quelques portées de la musique, l'éclairage de l'auteur guide des démarches parallèles, voire des prolongements. C. Allègre incite à penser, et à repenser la genèse des découvertes. Les livres d'histoire des sciences sont asphyxiants d'académisme lorsqu'ils ne montrent pas, avec simplicité, la dynamique de la pensée. La thèse de C. Allègre est d'un énoncé bref : combinatoire et non-linéarité sont, actuellement, les deux moteurs du progrès scientifique.

La transition vers un examen de l'enseignement est naturelle : la gymnastique actuelle imposée aux lycéens et aux étudiants, affirme C. Allègre, ne nous prépare pas à une bonne assimilation des connaissances. La diatribe de l'auteur est vigoureuse : notre enseignement est figé dans une uniformité inadaptée. Prémisses : la sélection doit être juste. Corollaire égalitaire : tous les candidats à un examen doivent être jugés sur des connaissances acquises dans des domaines étroitement délimités, et sur leurs aptitudes au raisonnement logique. Conclusion : il n'existe pas de meilleur critère que les mathématiques. Ce raisonnement impeccable a, selon C. Allègre, des conséquences sociales et culturelles sclérosantes. Même quand l'auteur grossit le trait – si les mathématiques ne

sont pas bonnes pour tous les esprits, elles ne sont pas, non plus, universellement mauvaises – il reste convainquant. Ni la science, ni la technique, ni même les mathématiques, ne sont élaborées selon une logique linéaire. Les intuitions novatrices sont fondées sur des observations de détail, certainement pas sur la rigueur *ab initio*. Le livre illustre, par de multiples exemples, comment le hasard sourit aux esprits ouverts à l'imprévu. La spécialisation mathématique de l'enseignement, argumente C. Allègre, entraîne une monodimensionalité culturelle et une méconnaissance dramatique des grands thèmes de la science moderne. Si le complexe est la règle dans la nature, pourquoi ne pas en exposer les multiples facettes très tôt dans l'enseignement, avant de passer aux synthèses explicatives ? Pourquoi ne pas piquer la curiosité avant de la satisfaire ? Cette démarche favoriserait la souplesse d'esprit, la faculté inventive, le pragmatisme et la volonté d'explorer les problèmes tels qu'ils sont, au lieu d'en extraire une réduction, immédiatement mathématisable, mais détachée du réel.

Un diagnostic aussi clair n'impose-t-il pas une solution ? Hélas, les bouleversements qui sont la règle en science ne sont guère de mise dans notre enseignement : «Ce n'est pas parce que c'est difficile que nous n'osons pas», disait Sénèque, repris depuis. C. Allègre confirme la nécessité d'adapter nos méthodes éducatives, et témoigne de la difficulté de le faire.

Philippe BOULANGER

Jeunesse

Méga expériences

Éditions Nathan, 1995.

Quel beau livre ! Pas prétentieux, entraînant, suffisamment simple, moderne, illustré en couleur, consacré à des phénomènes essentiels, pratique, varié...

Je classe les livres qui proposent des expériences en deux groupes : ceux qui imposent l'emploi de matériel spécialisé – et je considère que ce sont plus des frustrations que des invitations à la science – et ceux qui, sans tambour ni trompettes, font découvrir les bases de la physique, de la chimie, de la botanique... Ces derniers, dans l'esprit de l'Association des Petits Débrouillards,

sont d'utilité publique. *Méga expériences* n'a pas de lien explicite avec de telles associations de «science en herbe», mais le document est si bon qu'on ne peut s'empêcher de faire le rapprochement entre les deux entreprises.

Un exemple ? Au hasard, les messages secrets : le livre propose d'écrire un message secret en humectant une feuille de papier, puis en écrivant au stylo, sur une seconde feuille qu'on interpose au-dessus de la première. Au séchage, le message disparaît, mais les fibres retiennent la mémoire des inscriptions, qui réapparaissent lorsqu'on mouille à nouveau le papier. La double page (c'est le concept éditorial retenu) n'omet pas de mentionner d'autres écri-

La Lumière solaire décomposée



Il te faut :

- un petit miroir,
- une assiette creuse,
- une feuille blanche.



1 Fixe la feuille blanche sur le mur, à côté d'une fenêtre ensoleillée. Place l'assiette remplie d'eau au soleil, le miroir incliné à moitié dans l'eau.



2 Oriente le miroir pour que les couleurs de l'arc-en-ciel apparaissent sur la feuille de papier. C'est le spectre de la lumière blanche.

Comment faire un prisme sans prisme.