

Des plastiques extraits des plantes

66

par Tillman Gerngross
et Steven Slater

Techniquement, les ingénieurs savent faire des matières plastiques à partir de plantes chlorophylliennes plutôt qu'à partir de combustibles fossiles.



Les foraminifères

72

par J.-P. Debenay, E. Geslin
et V. Stouff

Avec plus de 50 000 espèces, les foraminifères forment un groupe d'une extrême diversité. Ils ont été longtemps négligés par les biologistes.



Oui, le réchauffement de la planète est dangereux

80

par Paul Epstein

Certains modèles indiquent que le réchauffement de notre atmosphère ouvrirait une boîte de Pandore. Des signes alarmants pour la santé apparaissent déjà.

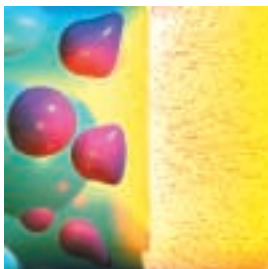


La synthèse par combustion

90

par Arvind Varma

Des réactions qui se propagent dans une poudre engendrent des matériaux aux propriétés inédites. Les chimistes maîtrisent aujourd'hui les phénomènes ultra-rapides qui ont lieu au cours de ces réactions.



Calculs sportifs

La flamme olympique s'éteint et nous savons que le Thrace a battu le Phrygien en courant plus vite ou en sautant plus haut. Quelle est la part de la science dans les réussites sportives? Quelles sont les retombées utiles des études scientifiques sur le sport?

Dans la Grèce antique, la valeur des performances était, avant tout, exemplaire : les performances sportives renforçaient, pensait-on, le pouvoir des Dieux amicaux, et l'entraînement, la valeur militaire. Pindare écrivait que les athlètes «trouvent leur plus grande récompense dans les louanges de leurs condisciples, voire dans ceux des étrangers». À Olympie, les statues des vainqueurs étaient érigées dans le temple à côté des Dieux. Ces valeurs ont disparu, ou sont transposées, et le dopage «scientifique» a embrumé l'exemplarité olympique. La mondialisation du sport a renforcé le chauvinisme : autant que des individus, les compétitions opposent des nations, des systèmes politiques, voire des systèmes de recherche scientifique.

Les propriétés des muscles, leur aptitude à réagir aux injonctions du cerveau (il serait, dans une certaine mesure, agréable que nos muscles obéissent aveuglément à notre cerveau!), seraient partiellement innées et dépendraient de la proportion des fibres lentes et des fibres rapides (voir les articles sur *Sport et muscle*, pages 31 à 46). Au crédit des études scientifiques sur le sport, une connaissance approfondie de la physiologie musculaire améliorera la conservation des muscles chez les personnes âgées, augmentera les possibilités de récupération des handicapés.

Dans quelle mesure les athlètes utilisent-ils, dans leur tactique, les résultats scientifiques? L'athlète possédant plus de fibres lentes saurait qu'il doit épuiser ses adversaires «au train», celui ayant une plus grande proportion de fibres rapides, attendra la fin de la course pour utiliser sa pointe de vitesse.

Il est certain qu'un athlète utilise ses atouts, au moins inconsciemment. Cela étant, les compétiteurs tentent d'exploiter les faiblesses connues de leurs adversaires. Une meilleure connaissance de ses qualités physiologiques et de celle de ses rivaux amènera-t-il un athlète à perfectionner sa tactique? Donc à utiliser la théorie des jeux? Intéressant.

Philippe BOULANGER



BLOC-NOTES

DIDIER NORDON

Les Anciens et les modernes

Les Anciens étaient-ils aussi intelligents que nous? Oui! Sommes-nous aussi bêtes qu'eux? Oui!

Quand on se renseigne sur une civilisation éloignée, dans le temps ou dans l'espace, le doute est impossible. «Ces gens-là» ont fait des observations précises et correctes sur la nature, sur les astres, les façons de se soigner, etc. Leurs découvertes étaient loin d'aller de soi. Certes, leurs explications des phénomènes ne sont plus recevables aujourd'hui, engluées qu'elles étaient dans des visions magiques ou dans des dogmatismes paralysants. Mais justement : qu'ils aient réussi à prospérer malgré ces freins ne prouve-t-il pas leur intelligence?

Inversement, nous sommes aussi intelligents qu'eux, nos prodigieuses réalisations en témoignent. Seulement, si nous sommes aussi intelligents, nous sommes également aussi bêtes – c'est une loi universelle! Hélas, autant il est facile de voir combien nous sommes intelligents, autant il est difficile de percevoir les dogmatismes et les visions du monde figées dans lesquels nous aussi sommes certainement pris, coincés, retardés dans notre marche.

À vrai dire, peu importe. La liberté de penser absolue est inatteignable, voire un handicap : un homme parfaitement libre se donnerait-il la peine de chercher à bouger? Nos réalisations sont peut-être le fruit de blocages intellectuels et psychologiques inconnus...



La question ne sera pas posée

La science a fait des progrès, la science a fait des progrès... C'est vrai, mais quand même. Elle ne sait toujours pas répondre aux questions que se posaient les scolastiques du Moyen

Âge. Par exemple : combien d'anges peut-on faire tenir sur la tête d'une épingle? Aucun savant actuel n'en a la moindre idée.

Peut-être les grandes questions qui agitent actuellement la science – comme l'unification de la physique ou l'hypothèse de Riemann – cesseront-elles un jour de hanter les esprits non parce qu'on les aura résolues, mais parce qu'elles auront disparu du champ intellectuel et paraîtront aussi dépourvues de sens et de pertinence que les questions des scolastiques...



Extraterrestre objectivité

L'objectivité commence à deux. Si j'arrive à convaincre un interlocuteur de telle ou telle de mes vues, cela augmente la probabilité qu'elle ne soit pas l'expression de ma seule subjectivité. Plus l'interlocuteur est éloigné par sa personnalité et par sa culture, plus grandes sont les chances d'objectivité. Quel est l'idéal, de ce point de vue? Qu'il soit extraterrestre! Un extraterrestre est l'être le plus différent de moi qui soit. S'il tombe d'accord avec moi, c'est que j'ai raison le plus objectivement qui soit.

Voilà pourquoi des scientifiques, normalement si soucieux de rigueur, prononcent si volontiers des phrases comme : «Je suis persuadé que les extraterrestres ont essentiellement la même science que nous.» Interpréter la pensée de gens dont ils ignorent tout n'est pas rigoureux, mais ce qu'ils perdent en rigueur, ils le gagnent en objectivité. Si vraiment les extraterrestres ont la même science que nous, quelle démonstration définitive de l'universalité de la science, donc de sa grande objectivité!

Tant que nous ne les avons pas rencontrés, la pensée des extraterrestres manifeste une souplesse merveilleuse. Ce n'est pas le cas des



êtres connus. Nous avons grande peine à imaginer comment les animaux perçoivent le monde. Et, lorsqu'une civilisation en découvre une autre, elle a plus vite fait de l'exterminer que d'essayer de comprendre son système de pensée. À coup sûr, si nous rencontrions effectivement des extraterrestres, les heurts avec eux seraient rudes. (C'est d'ailleurs cela qui prouve qu'ils existent et sont très intelligents : ils ont soigneusement évité d'entrer en contact avec cette espèce terrible qu'est l'espèce humaine.)

La tentative d'imaginer la pensée des extraterrestres est pathétique parce qu'elle est à la fois nécessaire et vouée à l'échec. Nécessaire comme moyen de cerner les limites de la pensée humaine, mais vouée à l'échec, car on ne s'évade pas de sa propre tête. Imaginer une pensée non humaine est toujours le fait d'un homme. Essayer, pour voir, de ne pas penser comme un humain? Rien n'est plus humain!

Em-pire-isme

Parfois, pour guider les candidats à un examen, les énoncés consacrent quelques lignes à exposer le but général du problème. Ainsi, une récente épreuve de mécanique, après avoir décrit le dispositif à étudier et avant de poser les questions, annonçait : «L'observation expérimentale du mouvement montre que le point décrit une trajectoire présentant des extrema situés sur deux cercles. On se propose de justifier cette observation.»

Et la dernière question était : «En déduire que p' et z s'annulent, comme le prévoit l'observation, pour deux valeurs de p .»

L'air de rien, voilà révélée toute une conception de la physique. Quel mépris pour l'empirisme est tapi dans ces indications! Elles sous-entendent que le calcul doit commander à l'observation. L'homme naïf se contente de croire ses yeux. Le savant prouve que ce qu'on voit est conforme au calcul, donc est vrai.

La raison d'être du monde physique est de confirmer les lois mathématiques...



TRIBUNE DES LECTEURS

La banque de l'espoir

Comme le rappelle Mohammad Yunus (voir *La banque de l'espoir*, *Pour la Science*, août 2000), la banque Grameen qu'il a fondée, a déjà servi de modèle à nombre d'initiatives de microcrédits dans de nombreux pays, notamment aux États-Unis. Dans les pays de l'OCDE, les agences de développement et beaucoup d'initiatives locales s'efforcent d'augmenter les revenus dans les communautés pauvres. L'OCDE suit toutes ces initiatives de très près, depuis qu'elle a lancé le Programme pour le développement de l'économie et de l'emploi au niveau local (acronyme anglais LEED). Son objectif est d'analyser les politiques et les projets innovants menés pour créer des emplois et faire croître les économies locales des pays membres. Nombre de ces efforts aboutissent à la création des programmes de micro-crédit.

Ainsi, le programme berlinois Frauennetzwerk, le réseau RACINES ou encore Génération Banlieue en France, soutiennent la création de micro-entreprises. Dans certains pays, des municipalités offrent aussi de petits appuis financiers. C'est le cas, par exemple, de la Fondation pour l'emploi de la ville néerlandaise de Leyde. Notons enfin que dans certains États membres, des initiatives similaires sont aussi soutenues par les entreprises. L'Irlande en fournit un exemple avec le programme *First Step*.

[...] Même dans les pays riches, l'existence de programmes de micro-crédits est bienvenue, car elle facilite la recherche d'objectifs pour les politiques sociales, ce qu'une banque commerciale n'a pas vocation à faire...

Alistair NOLAN
Programme LEED, OCDE

Où sont-ils ?

Ian Crawford s'interroge sur l'absence de signaux émis par les civilisations extraterrestres intelligentes (voir *Où sont-ils ?*, *Pour la Science*, septembre 2000). Parmi les raisons possibles, il en omet une qui me semble importante : il se pourrait que les civilisations extraterrestres soient volontairement silencieuses.

Il peut en effet sembler dangereux de signaler à des inconnus la présence d'un objet aussi précieux qu'une planète habitable. La principale raison pour cela est un phénomène de saturation que j'ai remarqué. Les besoins d'une population croissent de manière exponentielle, tandis que les ressources disponibles n'augmentent qu'en proportion de l'espace conquis : il est donc probable qu'une civilisation capable de coloniser l'espace, ait un comportement agressif face à une planète habitée par une société moins avancée.

Philippe GUGLIEMMETTI, Satigny, Suisse

La valse des espèces

J'ai trouvé très intéressant l'article de S. Steyer au sujet de la façon dont les «pattes des amphibiens» sont apparues bien avant la sortie des eaux» (voir *Les pattes des amphibiens, entre bricolage et innovation*, *Dossier Pour la Science* : *La valse des espèces*). Comme le dit ce chercheur au Muséum d'histoire naturelle de Paris : «On serait tenté de croire que les amphibiens étaient prédestinés à la vie terrestre.» Il conclut toutefois avec précaution : «Les causes de ce phénomène, si elles existent, sont encore à débattre.»

La sélection «naturelle» de Darwin semble ici quelque peu bousculée puisque ce ne sont pas les conditions externes, qui dans ce cas orienteraient l'adaptation, mais un facteur interne d'adaptation anticipée à un milieu futur. Et l'on pourrait évoquer l'existence de composantes internes d'un «certain finalisme» qui là, comme dans bien d'autres aspects du comportement des êtres vivants, semble définir la vie elle-même!

Quant à Darwin qui n'a fait que reprendre à son compte la plupart des, hypothèses de Lamarck (voir A. Langaney dans sa *Philosophie biologique*), il n'a d'ailleurs pas supprimé entièrement ce finalisme qui est quand même à la base de la «lutte pour la vie»!

Gérard MORIN

Réponse d'André Langaney

Ce courrier de M. Morin est l'occasion d'une mise au point sur deux sujets qui prêtent à confusion.

Tout d'abord, le fait que les principales idées sur l'évolution aient été écrites par Lamarck, bien avant la naissance de son confrère Anglais, n'implique pas qu'il faille négliger les trois contributions majeures (et originales) de Charles Darwin. C'est lui, qui a réfuté le finalisme. C'est encore lui, qui a compris l'importance de l'évolution des comportements dans l'histoire de la vie. Finalement, c'est Darwin aussi, qui a réalisé la synthèse nécessaire à l'avancement de l'idée de sélection naturelle. Pas plus que les biologistes actuels, Darwin ne s'est dégagé du langage finaliste qui était et reste celui de nos cultures. Je ne crois pas juste de lui en faire le reproche alors qu'il était le premier à tenter de s'en débarrasser.

Il importe ensuite de ne pas tomber dans le piège de «l'illusion finaliste», laquelle consiste à voir de la préadaptation partout. Si les poissons et amphibiens ont développé des pattes avant de sortir de l'eau, par suite de mutation de gènes organisateurs, c'est bien parce que ces nageoires modifiées leur ont conféré des avantages en matière de survie et/ou de fécondité dans leur milieu aquatique. En tout cas, elles

ne les ont pas désavantagés. Cela n'a rien à voir avec un «projet» de sortie des eaux de leur lignée ou d'un improbable créateur. Les pattes et les poumons que certains ont développés par «bricolage génétique» dans l'eau, ont permis la conquête du milieu terrestre. Ce n'est pas le milieu terrestre, qui a fait pousser des pattes ou des poumons. La sélection naturelle ne fait que trier les «bricolages fonctionnels»!

Les problèmes du XXI^e siècle

Le centenaire des problèmes posés par le mathématicien David Hilbert au Congrès des mathématiciens de Paris, a fait l'objet d'un article dans le numéro de juillet 2000 (voir pages 20 et 21). La phrase suivante s'y trouve : «La commémoration était solennelle et les participants étaient émus d'entendre la profession de foi de Hilbert : «Il n'y a pas d'*ignorabimus* en mathématiques, nous devons savoir, nous saurons.» Hilbert... se trompait, car il a été démontré qu'il existe des propositions indécidables en mathématiques.»

Il est en effet très possible qu'il existe des «*ignorabimus*» en mathématiques. Toutefois, les propositions dites indécidables, mises en exergue par Gödel, ne peuvent pas être retenues comme argument contre l'assertion de Hilbert. Celui-ci précise, en effet, que de telles propositions ne sont indécidables que dans les théories axiomatiques «assez complexes» pour contenir au moins l'arithmétique. En d'autres termes, il existe des propositions qui ne peuvent pas être démontrées à partir des axiomes de ces théories (parce qu'elles sont incomplètes), mais qui, cependant, sont vraies. Pour les démontrer, il est nécessaire, soit d'ajouter l'axiome «manquant» (auquel cas on modifie la théorie), soit d'exhiber un exemple (une «structure») pour lequel la proposition est vraie ou fausse.

Il ne s'agit pas là de détails sans importance. Les considérer comme tels revient à légitimer un état d'esprit nuisible à la recherche mathématique. J'en veux pour preuve l'ostracisme qui a frappé l'Hypothèse du Continu – le premier problème dont la résolution était souhaitée par Hilbert en 1900 – depuis qu'en 1963, Paul Cohen a démontré qu'elle était indécidable.

Francis COLLOT, membre de la Société mathématique de France

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.