

La facture de la Nature

Des étudiants de l'Université Cornell aux États-Unis ont évalué le coût des services que Dame Nature nous prodigue gracieusement chaque année.

	MILLIARDS DE FRANCS
Élimination de déchets	4560
Fixation de l'azote	540
Pollinisation	1200
Tourisme	3000
Fixation du gaz carbonique	810

Le véhicule du prion

On contamine aisément des souris en injectant dans leur cerveau des extraits de tissu cérébral contenant des prions, responsables d'encéphalopathie spongiforme. Toutefois la contamination est aussi possible quand le prion anormal est administré en dehors du cerveau, à condition que les prions finissent par y parvenir. Une équipe suisse a montré que les lymphocytes B différenciés seraient les véhicules des prions vers le cerveau : les souris dépourvues de telles cellules matures seraient protégées.

Virus marqueurs de migrations

Certains virus ont coévolué avec l'homme. Lorsque deux populations sont issues d'une même population ancestrale infectée par un virus, on déduit de la

divergence des génomes des virus qui continuent à infecter ces deux populations, la date où elles se sont séparées. Ainsi l'étude du polyomavirus chez les Amérindiens, notamment chez les

Navajos, a confirmé que ces derniers descendent de groupes venus du Nord-Est de l'Asie par le détroit de Béring, il y a 12 000 à 30 000 ans. Par ailleurs, le polyomavirus aurait commencé à infecter l'homme il y a 100 000 à 50 000 ans.

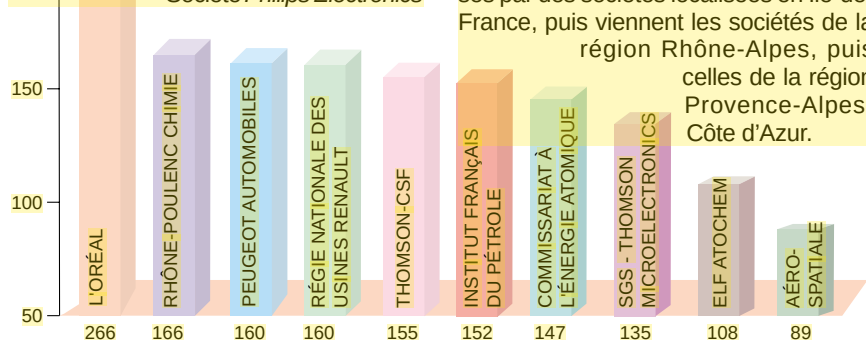
Un détecteur d'odeurs à la caisse

Vous êtes dans la file d'attente à la caisse du supermarché. La personne devant vous achète dix kiwis, deux mangues, trois bananes, etc. La caissière ne trouve pas les bons codes. Un détecteur d'odeurs qui vient d'être breveté aux États-Unis devrait vous éviter l'impatience de l'attente. Un courant d'air passe sur le fruit ou sur le légume et le détecteur l'analyse, le reconnaît, et le code de caisse, donc le prix, s'affiche automatiquement.

Brevets en 1996

La première société française par le nombre de brevets déposés en 1996 est au 14^e rang mondial.

Le nombre de brevets déposés par un pays indique sa santé économique. Où se situe la France par rapport aux autres pays ? D'après l'Institut national de la propriété industrielle (INPI), qui enregistre tous les brevets déposés par les Français et les étrangers, 29 entreprises françaises figurent parmi les 100 premiers déposants de brevets en France ; en 1995, elles n'étaient que 25. Toutes nationalités confondues, la Société *Philips Electronics*



Nombre de brevets déposés, en France, en 1996 par les dix premières sociétés françaises.

est l'entreprise qui a déposé le plus de brevets en 1996 (774), puis viennent *Canon* (717), *Siemens* (588), *Eastman Kodak* (445) et *IBM* (428 brevets). Sur les 98 487 brevets en vigueur sur le territoire français en 1996, les États-Unis viennent en tête avec 29 481 brevets, suivis de la France (17 155), de l'Allemagne (14 786), du Japon (12 392) et de la Grande-Bretagne (4 863). Jusqu'en 1987, la France déposait le plus grand nombre de brevets. Parmi ces cinq plus grands déposants en France, la part de l'Allemagne et de la Grande-Bretagne a peu évolué depuis 20 ans, celle du Japon a doublé (passant de 6 pour cent en 1976 à 13 pour cent en 1996), celle des États-Unis a augmenté de 22 à 30 pour cent, tandis que celle de la France a diminué de 29 à 17 pour cent.

Parmi les brevets français déposés, les secteurs de la parfumerie et de l'agroalimentaire sont les mieux représentés. La majorité des brevets français sont déposés par des sociétés localisées en Île-de-France, puis viennent les sociétés de la région Rhône-Alpes, puis celles de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Turbulence nouvelle

L'apparition de vermisseaux dans la turbulence.

On a demandé au physicien Enrico Fermi quelle question il poserait à Dieu s'il en avait la possibilité. La solution au problème de Fermat, avait-il répondu. Pourquoi pas l'explication de la turbulence, s'étonna son interlocuteur ? Pour ne pas embarrasser Dieu, car la turbulence est l'un des problèmes les plus difficiles à résoudre, répondit-il.

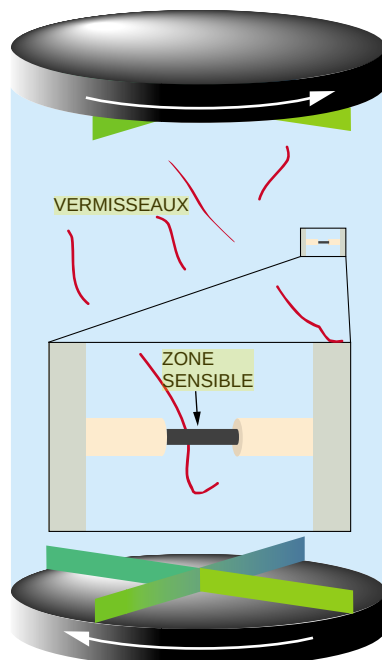
Devant les piles d'un pont, l'écoulement de la rivière est laminaire : les mouvements de l'eau sont à peu près parallèles. Derrière une pile, le mouvement est turbulent : l'eau s'écoule en volutes et tourbillons. Ce phénomène de turbulence est mal expliqué et le désordre du mouvement est imprévisible. À l'aide d'une expérience d'hydrodynamique qui utilise de l'hélium gazeux en rotation, nous

avons montré que la turbulence n'est pas un régime unique : nous avons découvert une transition dans la turbulence.

Les forces d'inertie transfèrent l'énergie du mouvement global aux mouvements à plus petite échelle : les grands tourbillons se divisent en tourbillons de plus en plus petits, jusqu'à ce que les forces dues à la viscosité l'emportent sur les forces d'inertie ; l'énergie est alors dissipée par échauffement du fluide. Le rapport des forces d'inertie par les forces de viscosité est le nombre de Reynolds, et la turbulence apparaît lorsque ce rapport est supérieur à dix. Dans le cours d'un torrent, par exemple, le nombre de Reynolds est de quelques centaines. Pour explorer les régimes d'écoulement très turbulents, nous avons utilisé l'hélium gazeux, dont la viscosité varie notablement avec la pression et la température. En ajustant ces paramètres, nous explorons une gamme de nombres de Reynolds compris entre 10^4 et 10^7 .

Dans un cylindre, nous entraînons de l'hélium gazeux à l'aide de deux disques munis d'ailettes et tournant en sens opposé. Le dispositif est refroidi dans un cryostat contenant de l'hélium liquide. La vitesse du gaz est mesurée à l'aide d'anémomètres, dont le refroidissement, résultant du courant de gaz, est fonction de la vitesse locale de l'hélium.

Nous nous sommes intéressés à l'étude des structures qui apparaissent dans les bouffées agitées de gaz. Lors de simulations numériques, on observe des structures tourbillonnaires (vermisseaux) analogues à de petites tornades. Comment détecter de telles structures ? Les simulations montrent que, lorsqu'elles passent dans l'anémomètre, ces structures créent une variation de vitesse mesurée caractéristique. Grâce à cette signature, observée sur nos enregistrements de vitesse, nous avons observé des vermisseaux pour la première fois. Leur rayon est égal à une dizaine de micromètres.



Entre deux disques munis de pales tournant en sens inverse, de l'hélium refroidi est mis en mouvement. Lorsque un vermisseau (en rouge) passe sur la partie sensible du détecteur, on enregistre un signal caractéristique. On compte ainsi le nombre de vermisseaux en fonction de la turbulence.

À partir des mesures, on calcule le nombre moyen de vermisseaux à chaque rotation des disques. Lorsque le nombre de Reynolds est inférieur à 10^5 , le nombre de vermisseaux est constant : nous en observons huit à chaque rotation des disques. Pour des nombres de Reynolds supérieurs, le nombre de vermisseaux augmente, puis sature lorsque le nombre de Reynolds dépasse 5×10^5 .

Ainsi, nous avons mis en évidence des structures tourbillonnaires très petites, mais nous avons surtout montré l'existence d'une transition à nombre de Reynolds élevé. Bien que ce résultat n'ait pas encore été confirmé dans d'autres systèmes, il n'est nullement en désaccord avec les autres expériences de turbulence. Par ailleurs, ce résultat n'est toujours pas expliqué théoriquement et remet en cause l'idée de la continuité des mesures lorsque l'on augmente le degré de turbulence : on pourrait trouver une succession de telles transitions.

Hervé WILLAIME,
Lab. de physique statistique, ENS, Paris

Rétrovirus, diabète et sclérose en plaques

Quand ils sont activés, deux virus, normalement silencieux, déclencheraient ces maladies.

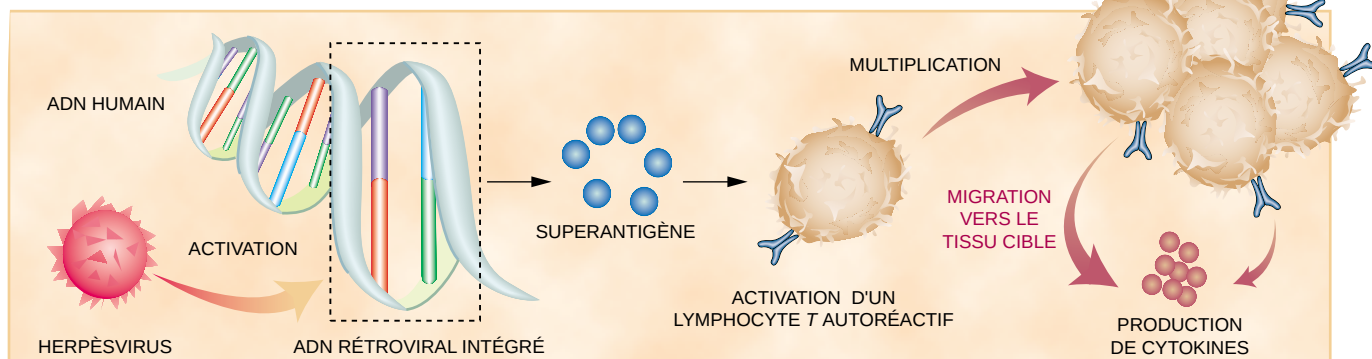
Les maladies auto-immunes restent mystérieuses. Pourquoi l'organisme se suicide-t-il ? Diverses hypothèses ont été proposées, mais les rétrovirus endogènes semblent être l'une des causes possibles.

Les rétrovirus, tel celui qui cause le SIDA, parviennent à intégrer leur génome dans celui des cellules des personnes qu'ils infectent. Lorsqu'ils ne sont pas trop patho-

gènes, ils épargnent les personnes contaminées ; quand, en outre, ils s'intègrent dans le génome des cellules de la reproduction, ils sont transmis de génération en génération et pérennisés. Au cours de l'évolution, nombre de rétrovirus se sont ainsi insérés dans le génome des mammifères. Certains de ces gènes viraux sont dormants, d'autres s'expriment partiellement (seuls des ARN messagers sont synthétisés), d'autres produisent des protéines, mais pas de particules virales, et une petite minorité produit des particules virales, généralement non infectieuses. Toutefois, la réémergence de virus infectieux n'est jamais exclue. Lorsque des rétrovirus endogènes s'expriment au cours du développement, leurs protéines sont considérées comme des

antigènes du soi : elles sont tolérées par le système immunitaire. En revanche, quand un rétrovirus était dormant, mais qu'un facteur environnemental ou endogène (des hormones sexuelles, par exemple) le réveille, il risque d'activer le système immunitaire et, éventuellement, des lymphocytes T spécifiques du soi.

Pourquoi peut-on accuser ces rétrovirus endogènes silencieux ou provirus d'être responsables de maladies auto-immunes ? Chez certains animaux, un rétrovirus déclenche une polyarthrite ; de plus, des particules rétrovirales ont été visualisées en microscopie électronique dans des prélèvements effectués sur des personnes atteintes de diverses maladies auto-immunes.



Lorsqu'un agent extérieur, par exemple un virus de la famille des herpesvirus, active la séquence d'un rétrovirus intégré dans le génome humain depuis des millénaires, la fabrication d'un superantigène est déclenchée. Ce dernier entraîne la prolifération de nombreux lympho-

cytes T, dont certains reconnaissent des éléments du soi. Ils se multiplient, migrent vers l'organe cible et y libèrent de grandes quantités de cytokines, qui endommagent les tissus. Dans le cas du diabète, ces dernières détruisent les cellules qui produisent l'insuline.