



Alerte à la listériose

HERVÉ THIS

Les alertes alimentaires témoignent des progrès de la microbiologie.

Les cas de listériose sont dramatiques. Peuvent-ils être évités ? Les accidents, parfois mortels, sont d'autant plus choquants que l'hygiène publique n'a jamais été aussi bonne. Toutefois cette sécurité est trompeuse, et des accidents surviennent chez les personnes fragiles, constituant les groupes à risque : les femmes enceintes, les personnes âgées, les jeunes enfants et les personnes immunodéprimées. Tandis que les alertes sont déclenchées à la suite d'enquêtes épidémiologiques rétrospectives, par une comparaison de souches isolées des victimes et des produits incriminés, le travail de fond des microbiologistes débouche progressivement sur une meilleure connaissance des *Listeria* et des autres micro-organismes de l'alimentation.

La première étude, la plus urgente, est l'identification des souches pathogènes. C'est seulement quand on les connaît que l'on peut identifier les populations à risques, puis tester les aliments commercialisés. Au laboratoire INRA de pathologie infectieuse et immunologie de Nouzilly, Patrick Pardon et ses collègues étudient la virulence des *Listeria*. Les souches isolées dans les filières agro-alimentaires ont des pathogénicités variables. Comment distinguer les souches dangereuses de celles qui ne

le sont pas ? Ces dernières années, les microbiologistes avaient déjà appris à distinguer deux types de *Listeria* : les *Listeria monocytogenes*, considérées comme toujours pathogènes, et les *Listeria innocua*, inoffensives. Toutefois même cette classification affinée (qui a évité des alertes intempestives) restait insuffisante. Les techniques actuelles ne permettent pas de caractériser la virulence exacte des diverses souches.

De surcroît, la virulence des souches était naguère étudiée sur des animaux de laboratoire (principalement des souris) à qui on inoculait les micro-organismes que l'on voulait tester. Toutefois la méthode est longue, coûteuse (elle impose l'entretien d'animaleries) et son usage est injustifiable quand d'autres méthodes sont validées. Les microbiologistes de Nouzilly mettent aujourd'hui au point un test *in vitro*, qui utilise les cellules faisant office de porte d'entrée dans l'organisme : les cellules intestinales humaines. Pour tester la pathogénicité d'une souche bactérienne, on dépose une suspension de ces bactéries sur une culture de telles cellules, et l'on observe l'apparition de trous dans le tapis cellulaire, en fonction de la dose de bactéries utilisées.

Lors de la validation de ce test, les biologistes ont confirmé que le groupe *Listeria monocytogenes* n'est pas homogène : certaines souches sont peu ou pas virulentes (les résultats ont été confirmés sur des animaux de laboratoire), ce qui a conduit à une poursuite de l'étude par des analyses du génome et des protéines de ces bactéries. Un programme national sur trois ans est maintenant lancé : plusieurs équipes passent en revue une banque d'environ 400 souches de *Listeria monocytogenes*. Afin d'affiner ultérieurement la détection des souches pathogènes, les

gènes et les protéines des souches peu ou pas virulentes seront comparées à ceux de souches très virulentes.

Le travail s'accompagnera d'une recherche des diverses souches dans les filières alimentaires ; on veut identifier quels produits et quelles méthodes conduisent aux souches pathogènes, et quelles fabrications sont susceptibles de produire des *Listeria* dangereuses : on identifiera les taux d'humidité, les températures, les acidités, les durées de conservation qui sont associées à un risque de contamination, afin de perfectionner les autocontrôles industriels (obligatoires et d'une fréquence qui dépend des produits) ou les contrôles effectués par les services officiels.

La publication des informations parmi les fabricants et les consommateurs inquiète. Elle s'impose, parce qu'elle prévient des accidents, en conduisant au retrait d'aliments contaminés, mais il n'empêche que le choix du type de nourriture suscite une interrogation sociale. Certaines nourritures présentent plus de dangers que d'autres. Faut-il les interdire ? Selon P. Pardon, l'objectif n'est certainement pas d'interdire la vente de produits où des *Listeria* risquent d'apparaître – on ne privera pas la France de ses rillettes ni de ses fromages au lait cru – mais de mettre en garde les populations à risques : on ne laisse des enfants traverser seuls une rue que s'ils ont été avertis des risques et des précautions à prendre. De surcroît, le résultat serait dramatique pour l'industrie alimentaire, et aussi pour le goût du public, qui risquerait de s'approvisionner en produits interdits par des voies parallèles moins sûres.

Prochain rendez-vous France Info et Pour la Science le lundi 28 février 2000, avec la chronique Info Sciences de Marie-Odile Monchicourt.



Les bactéries *Listeria* ne sont pas toutes dangereuses.

Un nouveau Maglev

Des aimants permanents pour faire léviter un train.

L'avatar moderne du tapis volant est le *Maglev*, le train qui lévite grâce à des forces magnétiques. Dans les années 1970 et 1980, l'Allemagne et le Japon en ont construit des prototypes, mais ces systèmes sont restés beaucoup plus coûteux que les trains à grande vitesse français. Au Laboratoire Lawrence Livermore, le physicien Richard Post et ses collègues relancent l'idée, avec un nouveau principe de sustentation magnétique plus stable et meilleur marché.

Le *Maglev* japonais utilisait un équipement cryogénique coûteux, embarqué, pour refroidir les aimants supraconducteurs à la température de cinq kelvins (-268°C). Le *Maglev* allemand utilisait des électro-aimants classiques, mais le système était instable, parce qu'il était fondé sur une attraction constante des rails et du train. De surcroît, chaque wagon devait être équipé de capteurs et de circuits de rétroactions, qui détectaient en temps réel la distance entre les électro-aimants des wagons et les rails, afin d'ajuster les forces magnétiques nécessaires à la sustentation.

Au Laboratoire Lawrence Livermore, le nouveau dispositif provient de recherches sur des batteries pour voitures et pour camions : les physiciens avaient étudié le stockage de l'énergie sous forme cinétique de rotation dans un volant d'inertie, dont ils réduisaient les frottements en remplaçant les classiques roulements à billes par des paliers magnétiques en sustentation. Ils ont compris qu'on pourrait dérouler leurs systèmes afin de créer un nouveau type de sustentation pour train.

Le dispositif obtenu, nommé *Indutrack*, ne comporte ni aimant supraconducteur, ni électroaimant : les patins des wagons sont une enfilade d'aimants permanents classiques, disposés alternativement dans la direction des rails et dans la direction perpendiculaire (voir la figure). Quand les aimants sont ainsi disposés en «réseaux de Hallbach» (du nom de leur inventeur, Klaus Hallbach), les lignes de champ magnétique se renforcent sous le réseau, tandis qu'elles s'annulent, au-dessus.

Les rails, d'autre part, sont composées d'une série de bobines de fil conducteur ; chaque



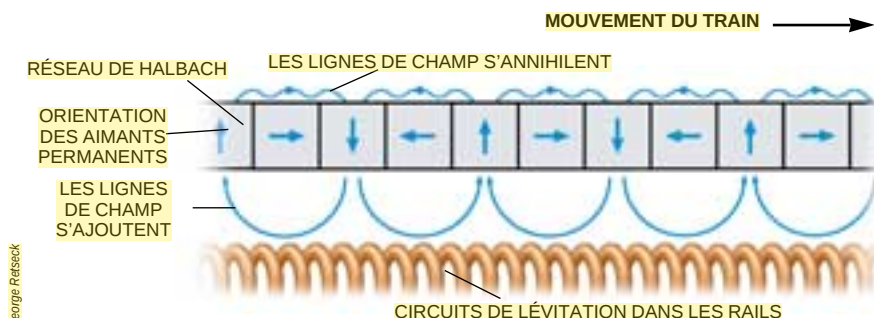
Le prototype du train à sustentation magnétique américain.

bobine est fermée. L'*Indutrack*, comme son nom l'indique (*track* signifie «rail», en anglais) exerce une force de lévitation parce que les aimants permanents embarqués, quand ils sont en translation au-dessus des bobines des rails, y «induisent» des courants électriques ; ces courants induits engendrent alors un champ magnétique qui repousse le réseau d'aimants. Le champ magnétique agit ainsi comme un ressort comprimé : la force de lévitation augmente exponentiellement quand la distance diminue, de sorte que l'*Indutrack* est stable, sans

circuits de contrôle. Les physiciens ont calculé que l'*Indutrack* serait suffisant pour repousser le train à quelques centimètres au-dessus des rails dès les vitesses supérieures à la vitesse d'un homme qui marche.

Ayant perfectionné ce principe, les physiciens américains ont fabriqué un petit prototype et, sur 20 mètres de rails, ils ont fait léviter un chariot pesant 22 kilogrammes. Au départ, le chariot roulait sur des roues rétractables, qui l'ont accéléré jusqu'à une vitesse de 40 kilomètres à l'heure ; puis, à cette vitesse, le chariot a lévité et fait la preuve de ses performances.

Un train équipé de ce système coûterait un tiers de moins que le *Maglev* allemand ; il resterait de construction plus coûteuse qu'un train à grande vitesse, mais l'énergie consommée pour le propulser serait bien inférieure à celle d'un train classique. Tandis que des équipes étudient ce projet de train, la NASA envisage d'utiliser l'*Indutrack* pour accélérer des fusées sur une rampe inclinée, jusqu'à 0,8 fois la vitesse du son ; les moteurs des fusées prendraient alors le relais, ayant économisé leur carburant.



Dispositif de lévitation mis au point au Laboratoire Lawrence Livermore.

Les plus anciens vertébrés connus...

... sont des poissons chinois datant de 540 millions d'années.

L'histoire des principaux groupes d'animaux est suivie au travers des découvertes fossiles jusqu'au début de l'ère primaire, au Cambrien (de 480 à 550 millions d'années). Hélas, les gisements fossilifères aussi anciens sont rares. L'un des plus connus est celui du schiste de Burgess, au Canada, qui a livré les restes pétrifiés d'éponges, d'arthropodes, d'échinodermes, de possibles céphalocordés, etc. Ce gisement, ainsi que celui de Chengjiang, en Chine, que nous évoquons ici, montrent qu'il existait déjà une grande diversité d'animaux pluricellulaires au Cambrien inférieur et moyen.

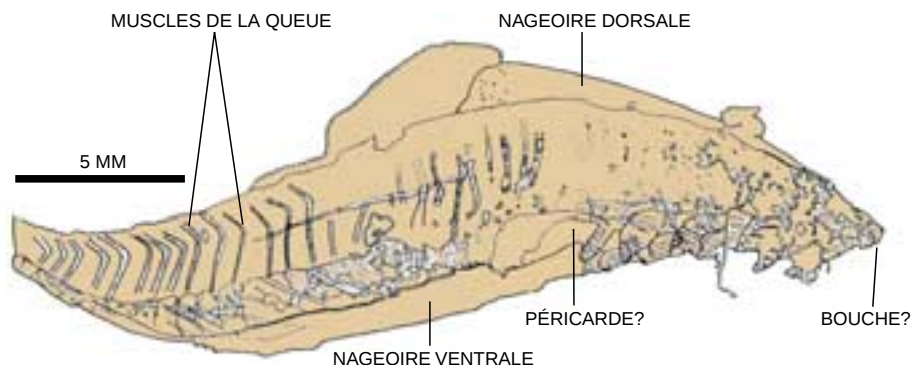
Jusqu'en 1999, un des grands groupes semblait pourtant absent de cette «explosion cambrienne» : les vertébrés. Cet embranchement, dont l'espèce humaine fait partie, était connu avec certitude depuis l'Ordovicien (de 435 à 480 millions d'années). Quelques restes, parmi lesquels des euconodontes, petits fossiles en forme de denticules, dont la parenté est longtemps restée mystérieuse et qui sont aujourd'hui rapprochés des vertébrés, et de petits fragments de carapaces ont été trouvés dans des roches du Cambrien supérieur. Toutefois, les relations de parenté entre ces organismes et les vertébrés sont objet de controverses et ne nous donnent pas d'image précise des premiers poissons.

La situation a évolué grâce à une publication récente, dans la revue *Nature*, de deux chercheurs, chinois et anglais, où sont décrites deux nouvelles espèces de vertébrés provenant du Cambrien inférieur de Chine (~540 millions d'années). La localité fossilifère, Chengjiang, dans le

Yunnan, avait déjà livré d'exceptionnels fossiles dont les tissus mous avaient été partiellement préservés. De probables chordés primitifs, un large groupe qui comprend les vertébrés et l'amphioxus, un petit animal en forme de ver, avaient été signalés dans ce gisement. Cette fois, les nouveaux fossiles découverts se sont révélés être ceux de véritables vertébrés ; il s'agit de deux petites empreintes de moins de trois centimètres de long, où les structures anatomiques apparaissent sous forme de légères traces dans le sédiment. On y observe les muscles de la queue constituant des ensembles en forme de zigzag, un crâne apparemment cartilagineux, des arcs branchiaux, un cœur de grande taille, peut-être enfermé dans un péricarde, et, sur un des deux spécimens au moins, des rayons soutenant les nageoires, autant de caractères typiques des vertébrés.

Comme c'est souvent le cas quand on découvre des fossiles d'espèces très primitives, certains des détails observés sur les deux nouveaux poissons soulèvent des questions inopinées. La première des deux espèces, *Mylokunmingia fengjiao*, ou «le joli poisson de Kunming», montre apparemment une double nageoire ventrale en forme de ruban, alors que les paléontologues supposaient jusqu'alors que cet organe était apparu bien plus tard dans l'évolution des poissons. La seconde espèce, *Haikouichthys ercaicunensis* (son nom fait référence à deux localités proches du lieu de la découverte) présente des rayons soutenant sa nageoire dorsale qui sont étrangement orientés vers l'avant, alors qu'ils sont généralement orientés vers l'arrière chez les autres poissons (voir les deux figures). Est-ce une spécialisation propre à cette espèce, un caractère primitif des vertébrés ou une déformation *post mortem*?

L'extrême rareté des fossiles de vertébrés dans le gisement de Changjiang par rapport aux autres organismes indique que ces petits poissons étaient probablement capables de nager pour échapper aux coulées de boue qui ont recouvert les organismes avant leur fossilisation.



BRÈVES

Une pléiade de pommes de terre

À la fin du mois de juin, les villageois du Pérou et de Bolivie scrutent le ciel, et particulièrement l'amas des Pléiades, dans la constellation du Taureau.

Plus la luminosité de ces étoiles est faible, plus la plantation des pommes de terre, sensibles à la sécheresse, est retardée. Superstition? Non, empirisme que des climatologues de l'Université de Columbia ont confirmé en



comparant la couverture nuageuse au-dessus des Andes, l'abondance des récoltes, les précipitations et les oscillations climatiques dues au phénomène El Niño : pendant les années de sécheresse, les nuages d'altitude sont plus nombreux : presque invisibles, ils diminuent néanmoins la visibilité des Pléiades.

La solitude du trou noir

À l'aide du télescope spatial *Hubble*, enfin réparé, les astronomes ont découvert le premier trou noir isolé. Jusqu'ici, tous les trous noirs connus étaient dans des systèmes doubles. Ainsi, conformément aux théories stellaires, les trous noirs n'auraient pas besoin d'interaction avec un compagnon pour se former. Lors de leur formation, ces trous noirs solitaires sont éjectés à grande vitesse et passent devant quantité d'étoiles. C'est un effet de microlentille gravitationnelle due au passage du trou noir devant une étoile, qui se trouve alors momentanément plus lumineuse, qui a permis cette découverte. La chasse aux trous noirs solitaires est ouverte. Dans quelle mesure contribuent-ils à la matière noire de notre Galaxie?

Les hormones du père

Au cours des neuf mois que dure sa grossesse, une future mère subit des transformations hormonales notables, mais... le futur père aussi. Chez la future mère, les concentrations sanguines en prolactine, qui déclenchera la lactation, en cortisol, qui favorise l'instinct maternel, et en œstradiol, hormone femelle, augmentent, pour diminuer après la naissance. L'étude de prélèvements sanguins de futurs pères a révélé que les concentrations hormonales évoluent aussi au cours de la grossesse de leur compagne : moins, mais dans le même sens. La testostérone chute notablement après la naissance. Est-ce un signe du renforcement du comportement paternel?