

saine a exceptionnellement un test positif). Quand un résultat positif est obtenu par un test réalisé correctement, «on peut affirmer sans hésitation aucune que le malade souffre de syphilis soit acquise, soit héréditaire». Quand, au cours des années 1908-1910, la première période de la diffusion du test, certains médecins prétendent que la réaction n'est pas très spécifique, on leur rétorque que le test a été mal réalisé et qu'il doit être confié à des spécialistes.

La certitude que, dans de bonnes conditions d'exécution, un résultat positif de la réaction de Wassermann signifie toujours la présence d'une infection syphilitique est renforcée par la conviction que la maladie sévit dans les quartiers populaires des grandes villes. La maladie est tenue pour très fréquente chez les Noirs des États-Unis. Selon un médecin, «La séro-réaction de Wassermann permet de dépister les syphilis inavouées ou ignorées. [...] On doit appliquer la séro-réaction à tout individu présentant des symptômes de nature douteuse, même dans les cas où la syphilis semble improbable.» Le médecin ne doit accorder aucune valeur à l'affirmation d'un malade qui prétend ne pas avoir la syphilis et doit se fier entièrement au résultat du test de Wassermann. «Tout malade dont la réaction est positive doit être traité jusqu'à la disparition, et la disparition définitive, de la réaction de Wassermann.»

UNE ERREUR SOLIDEMENT ÉTAYÉE

Pendant les années 1920-1930, les efforts de standardisation du test se poursuivent. On distribue à des spécialistes et à des laboratoires de référence des échantillons de sérums positifs et négatifs, sans qu'ils en connaissent l'origine ; ils doivent déterminer si les sujets sont syphilitiques ou non. La méthode donne entre 10 et 30 pour cent de faux-négatifs, mais moins de un pour cent de faux-positifs. Au contraire, les laboratoires non spécialisés obtiennent près de 50 pour cent de faux-négatifs, mais surtout près de 9 pour cent de faux-positifs. On en conclut que les petits laboratoires non spécialisés doivent être étroitement contrôlés par les pouvoirs publics. La conviction que toute personne ayant un test de Wassermann positif est syphilitique reste profondément ancrée.



Ce dessin humoristique a été publié dans le journal *Les hommes du jour* du 24 septembre 1910. Des soldats s'apprêtent à entrer dans une maison close sise au n° 606. Le «606» était en fait un médicament, le salvarsan, un dérivé de l'arsenic qui a été mis au point par le médecin allemand Paul Ehrlich en 1909. Moins toxique que les dérivés du mercure, le 606 avait cependant des effets secondaires notables.

Un réseau de cliniques traitant les maladies vénériennes se constitue, et de vastes campagnes de dépistage de la maladie sont menées dans les années 1930. Entre 1937 et 1940, une campagne visant à l'éradication de la syphilis a lieu à Chicago. Ainsi, 31 pour cent de la population sont testés ; 56 000 personnes sont déclarées positives et reçoivent un traitement. On encourage toute la population à subir un test. Aux États-Unis, on adopte un texte de loi assurant le financement public des campagnes d'éradication de la syphilis ; des tests sont imposés aux futurs mariés et aux soldats (ils seront instaurés en France après la guerre).

Entre 1938 et 1948, le test de Wassermann devient un examen de routine aux États-Unis et en Europe. Les statistiques s'accumulent au fil des ans et finissent par semer le doute. Les tests réalisés sur un nombre croissant d'individus sains, tels les futurs mariés et les conscrits, révèlent une disparité entre la fréquence de la syphilis observée par les cliniciens et par les épidémiologistes, et les résultats du test de Wassermann. De plus en plus de personnes dont le test est positif affirment n'avoir jamais eu la syphilis et ne compter aucun antécédent familial. Les protestations ont d'autant plus de poids qu'elles proviennent de personnes des classes aisées. La spécificité du test est mise en cause.

En 1949, le premier test capable de détecter la présence d'anticorps spécifiques du tréponème est mis au point. Pour la première fois, le test de la syphilis est fondé sur un savoir immunologique incontesté. Les médecins s'interrogent : que mesure le test de Wassermann ? Il mesure bien des modifications du sang syphilitique, mais elles ne sont pas spécifiques de la syphilis. Un nombre élevé de personnes qui ont un test Wassermann positif n'ont pas d'anticorps anti-tréponème : elles ne sont pas et n'ont jamais été infectées par la bactérie. Les faux-positifs techniques avaient été notablement réduits par l'amélioration du savoir-faire des laboratoires qualifiés, mais quelle était la proportion des faux-positifs biologiques, c'est-à-dire des personnes saines qui avaient un test positif ? Combien parmi les 56 000 personnes dont le test de Wassermann était positif, dénoncées comme syphilitiques et traitées à Chicago entre 1937 et 1940, étaient en

fait des faux-positifs biologiques traitées à tort ? On l'ignore, mais d'après divers tests effectués dans les années 1960 la proportion des faux-positifs biologiques dans les populations saines oscillait alors entre 30 et 70 pour cent.

Ultérieurement, les biologistes ont montré qu'une réaction de Wassermann positive persistante apparaît dans de nombreux états pathologiques ou non, qui déclenchent des «modifications dans le sang». C'est le cas des grossesses, de diverses maladies auto-immunes, de maladies de foie, de maladies vasculaires ou de rhumatismes (on sait aujourd'hui que l'antigène reconnu n'est pas une protéine propre à la bactérie, mais un lipide peu spécifique).

Avant la Seconde Guerre mondiale, les concepts de race et les préjugés de classe des médecins les ont conduits à la conviction que la syphilis était partout, ce qui a renforcé la croyance en la spécificité de la réaction de Wassermann. Après la guerre, les nouvelles méthodes de dépistage ont modifié l'interprétation de cet examen biologique, et l'avènement des antibiotiques a bouleversé le traitement et le statut de la syphilis.

Ilana Löwy étudie l'histoire de la médecine à l'unité INSERM U 158, à l'Hôpital Necker- Enfants malades.

Cyanobactéries et riziculture

L'enfouissement des engrais chimiques favorise la prolifération de ces organismes microscopiques, qui servent d'engrais naturel.

Le riz est la nourriture de base de près de la moitié des habitants de la planète. Pour continuer à assurer ce rôle, la production mondiale devra augmenter de 300 millions de tonnes (60 pour cent de la production actuelle), d'ici l'an 2020. La majorité des écosystèmes favorables à la riziculture étant déjà cultivés, les riziculteurs devront accroître les rendements, sans augmenter l'utilisation des engrais et pesticides, coûteux et polluants. En étudiant les cyanobactéries des rizières, des microbiologistes de l'ORSTOM, l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération, et de l'IRRI, l'Institut international de recherche sur le riz, ont trouvé comment réduire notablement la consommation des engrais azotés en riziculture.

Les cyanobactéries sont des micro-organismes photosynthétiques, qui ressemblent à des algues microscopiques et vivent notamment dans les eaux douces et à la surface des sols. Certaines de ces bactéries assimilent l'azote de l'air. À leur mort, l'azote incorporé est libéré dans le sol sous une forme assimilable par les plantes. Les cyanobactéries des rizières accumulent entre 10 et 30 kilogrammes d'azote par hectare et par cycle de culture (entre 100 et 120 jours). À titre de comparaison, les riziculteurs asiatiques épandent entre 30 et 90 kilogrammes d'azote sous forme d'engrais chimique par hectare de rizière et par cycle cultural. Outre leur apport d'azote, les cyanobactéries solubilisent le phosphore et améliorent sa biodisponibilité pour le riz. Ces biofertilisants semblaient être une alternative ou un complément peu coûteux aux engrais chimiques. Dans les années 1980, des agronomes de l'Inde, d'Égypte et du Myanmar (l'ancienne Birmanie) ont tenté d'accroître la production du riz en introduisant dans les rizières des cyanobactéries fixatrices d'azote sélectionnées en laboratoire. Or, les résultats en champs ont été décevants, car les souches introduites ne se développaient pas.

Au cours d'études menées dans une dizaine de pays rizicoles, les chercheurs ont observé que les cyanobactéries fixa-



Pierre Roger

Cyanobactéries isolées d'une rizière des Philippines.

trices d'azote sont naturellement présentes dans toutes les rizières et que l'introduction de souches étrangères est généralement inutile. Ils ont identifié les principaux facteurs qui limitent le développement des cyanobactéries : l'acidité du sol et sa carence en phosphore, la prédation par des invertébrés aquatiques et l'épandage d'engrais azotés dans l'eau de la rizière. Diverses expériences *in situ* ont confirmé que le chaulage des sols acides, l'apport de phosphore, l'élimination des prédateurs avec des insecticides et l'absence de fertilisation azotée (ou l'enfouissement de l'engrais azoté dans le sol) favorisent la prolifération des cyanobactéries autochtones fixatrices d'azote dans la quasi-totalité des rizières. Toutefois, le coût total de ces pratiques culturales est supérieur au bénéfice obtenu et seul l'enfouissement de l'engrais azoté est une mesure économiquement rentable.

Pourquoi l'épandage d'engrais azotés dans l'eau de la rizière inhibe-t-il la prolifération des cyanobactéries fertilisantes ? L'épandage aboutit rapidement à la formation dans l'eau d'ions ammonium (NH_4^+) qui empêchent la fixation de l'azote atmosphérique par les cyanobactéries de la rizière et favorisent la multiplication des algues vertes unicellulaires ;

ces dernières entrent en compétition avec les cyanobactéries, les privant des éléments nutritifs nécessaires à leur croissance. Simultanément, les algues vertes consomment le dioxyde de carbone dissous, ce qui rend l'eau de la rizière basique. Quand le pH augmente, de l'ammoniac gazeux se dégage et est entraîné par le vent : la moitié de l'azote épandu est ainsi perdue.

Puis, la prolifération des algues vertes unicellulaires déclenche celle des invertébrés, telles les larves de moustiques, qui consomment ces algues et inhibent le développement des cyanobactéries.

Peut-on à la fois stimuler la prolifération des cyanobactéries autochtones et réduire la quantité d'engrais chimiques utilisés ? Oui, en enfouissant l'engrais azoté dans le sol au lieu de l'épandre à la volée dans l'eau de la rizière, comme c'est souvent le cas en Asie. Cet enfouissement a trois avantages : les cyanobactéries autochtones fixatrices d'azote se multiplient, ce qui représente un apport gratuit d'azote, les pertes d'azote par volatilisation de l'ammoniac diminuent notablement et les larves de moustiques, vecteurs du paludisme et des encéphalites, ne prolifèrent plus dans l'eau des rizières.

Pierre ROGER – ORSTOM

Le fer à cheval

Une semelle sous le fer amortit les chocs.

Certains objets sont si anciens qu'on les croit immuables : le fer à cheval, par exemple, perdrait-il du même coup ses propriétés protectrices du sabot et porte-bonheur s'il était différent de celui que nous connaissons ? La question est financièrement importante, car, aux États-Unis seulement, les pertes annuelles dues aux

boiteries des chevaux de courses atteignent 500 millions de dollars. Des fers mieux conçus éviteraient-ils certaines maladies des membres ? Un capteur d'accélération adaptable au sabot permet de tester les nouvelles ferrures régulièrement proposées.

Le sabot du cheval est très sollicité : en raison de sa faible surface d'appui et de la masse importante des chevaux, les pieds doivent supporter une force qui atteint deux à quatre fois le poids du cheval (environ 500 kilogrammes). De surcroît, à chaque poser d'un pied, le sabot doit amortir le choc : cet amortissement commence

BRÈVES

Insuline de poisson

Des cellules de pancréas d'un poisson qui vit dans les eaux chaudes et peu oxygénées, le *Tilapia*, ont été enrobées d'un gel qui les protège contre le système immunitaire, et greffées sur des souris diabétiques : ces cellules encapsulées résistent au manque d'oxygène dû à l'encapsulation et libèrent de l'insuline, mais l'insuline du poisson diffère de celle des mammifères. Les



Jacana

chercheurs vont injecter le gène de l'insuline humaine dans des œufs de *Tilapia*, afin que les cellules pancréatiques du poisson adulte produisent l'insuline humaine. *Tilapia* évitera peut-être aux diabétiques le désagrément des injections quotidiennes d'insuline.

Hommes, femmes, douleur

Les femmes se plaignent de douleurs plus longues et plus fortes que les hommes. Est-ce en raison de facteurs socio-culturels ou de facteurs biologiques ? Une expérience a montré que la physiologie de la douleur dépend du sexe. Après anesthésie, on a administré un antalgique morphinique à une cinquantaine de personnes à qui l'on avait arraché une dent de sagesse. Les femmes souffraient davantage après l'opération, mais elles ont été plus rapidement soulagées par l'antalgique que les hommes et l'effet calmant a duré plus longtemps (*Nature medicine*, vol.2, n° 11). Les voies de la douleur seraient ainsi modulées par les hormones.

Combien de Néandertaliens ?

Les Néandertaliens furent 500 millions en Europe, pendant 85 000 ans de présence. Jean-Noël Biraben, de l'INED, a calculé ce nombre en se fondant sur les densités de populations de niveaux culturels proches qui vivaient, sous des climats semblables, aux XVII^e et XVIII^e siècles. Il y a entre 120 000 et 70 000 ans, 250 000 Néandertaliens vivaient sous un climat tempéré. Il y a 70 000 ans, l'Europe, réduite à huit millions de kilomètres carrés habitables par l'avancée des glaces, avait un climat proche de celui de l'Alaska actuel : 50 000 à 70 000 individus y habitaient.

Suite page 22

lors de la collision du talon avec le sol, et il se prolonge jusqu'à la première moitié de la phase d'appui du pied. L'énergie est absorbée par la rapide déformation des structures du pied (déformation de la corne du sabot, compression du circuit veineux et du coussinet plantaire). Puis des contractions musculaires assurent un amortissement actif. Enfin le pied bascule, avant de repartir pour une phase de lever.

Ainsi une pince (l'avant du sabot) trop longue pénalise le cheval, parce qu'elle gêne le basculement du pied et augmente le couple qu'il doit exercer pour avancer : plus sollicités, les muscles et tendons fatiguent.

À quoi sert le fer ? Le fer classique protège la corne de l'usure et modifie les caractéristiques du choc du sabot sur le sol. À la Station INRA de Jouy-en-Josas, Éric Barrey et ses collègues ont mis au point des accéléromètres adaptables aux pieds des chevaux, afin de mesurer les accélérations ressenties en divers points du sabot : quelle que soit la ferrure, une phase de forte décélération est suivie d'un régime de vibrations. Le fer modifie à la fois le choc initial et les vibrations.

À l'aide de leurs capteurs, les chercheurs ont d'abord montré l'importance des pistes sur les chocs du pied contre le sol : on limite plus les chocs en modifiant la nature des pistes qu'en transformant la ferrure. Puis ils ont comparé plusieurs des ferrures qui ont été proposées ces dernières années pour supplanter le classique fer à cheval :

associations de plaques métalliques à des fers classiques, fers en matériaux moins rigides ou plus légers que l'acier (polyuréthane ou aluminium)...

Les mesures ont montré que le choc initial est réduit de 17 à 30 pour cent pour les associations d'une plaque en caoutchouc visco-élastique et d'un fer classique, et jusqu'à 56 pour cent pour les fers dont la semelle est en polyuréthane : plus le matériau de la ferrure est dur et lourd, plus le choc est fort. On estime les capacités d'amortissement du fer lors du poser des pieds en frappant le fer avec un marteau : si le marteau rebondit, le fer n'absorbe pas bien le choc initial.

Comment modifier le matériau des ferrures ? Le test du marteau montre que des fers en cuir seraient idéaux... si les chocs répétés ne les rendaient pas, progressivement, incompressibles. Des polymères semblent plus appropriés. Et des changements de la forme des fers permettraient-ils d'améliorer l'amortissement du pied ? Oui : il suffit d'augmenter la surface d'appui postérieure du pied, par exemple dans les fers en forme d'œuf, utilisés dans les maladies de l'os naviculaire (un petit os à l'arrière du pied, qui fait partie du système amortisseur du pied). Une autre solution est l'injection d'un polymère moulé sur le pied : le matériau amortit le choc initial, et la charge est bien répartie sur toute la surface du pied. Un tel fer s'use en quelques semaines, mais c'est la preuve qu'il a été utile !



1. Un nouveau modèle de fer à cheval, avec une semelle en polymère moulé sur la sole.



2. Ces capteurs fixés sur le pied d'un cheval mesurent l'accélération perçue par le pied.