



**Un automate sur une épave** Des équipes françaises mettent au point un robot sous-marin archéologue. Elles l'ont testé sur la « Lune », qui a coulé près de Toulon en 1664. **PAGE 2**



**Infirmières et docteurs** Les actes infirmiers et paramédicaux constituent désormais en France un terrain de recherche en soi, thèses de doctorat à l'appui. **PAGE 3**



**Carnets de santé** L'écrivain et avocat Mathieu Simonet a proposé à des patients hospitalisés de raconter leur adolescence. Un pari réussi sur les vertus de l'écriture. **PAGE 8**

## La tique, ennemie chronique

L'acarien transmet, entre autres, la maladie de Lyme, une affection potentiellement invalidante très mal diagnostiquée en France, faute de tests fiables. Les associations de malades dénoncent le déni du monde médical. Le Haut Conseil de la santé publique suggère un plan national.

PAGES 4-5



Tique gorgée de sang, de l'espèce « *Ixodes ricinus* », en microscopie électronique.

EYE OF SCIENCE/COSMOS



CARTE BLANCHE

**Roland Lehoucq**

Astrophysicien, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

(PHOTO: MARC CHAUMEIL)

## L'intérêt d'« Interstellar » est ailleurs

Rares sont les films qui mettent autant en avant la physique moderne. Fruit d'une collaboration entre le réalisateur Christopher Nolan et le physicien Kip Thorne, *Interstellar* raconte les aventures d'un groupe d'explorateurs qui parcourent l'Univers à la recherche d'une nouvelle planète habitable pour l'humanité. Si cette solution à l'empreinte que nous imposons à l'unique planète dont nous disposons paraît un peu farfelue, il faut bien admettre que d'autres aspects du film sont plus réalistes.

*Interstellar* met à l'honneur la relativité générale, théorie de la gravitation due à Albert Einstein et dont nous fêtons le centenaire en 2015. Le génial physicien y propose de ne plus interpréter la gravitation comme une force, mais comme une manifestation de la courbure de l'espace-temps, courbure imposée par la distribution de matière. Einstein prédit immédiatement qu'un rayon lumineux devait être dévié en passant près d'une masse. Vérifié pour la première fois en 1919 lors d'une éclipse totale de Soleil, cet effet est au cœur de la représentation de Gargantua, le trou noir supermassif autour duquel

orbite l'une des planètes visitées par les héros.

Le panorama qu'ils découvrent en y arrivant est spectaculaire : le monstre cosmique apparaît entouré d'un immense disque et d'un halo brillant. Il s'agit du disque de matière qui tombe en spirale vers le trou noir et que ses frictions internes échauffent et rendent lumineux. La courbure spatio-temporelle à proximité du trou noir est telle que le disque apparaît considérablement déformé pour prendre l'aspect d'un halo qui entoure le trou noir. Cet effet de distorsion gravitationnelle, parmi d'autres, a été calculé dès 1979 par l'astrophysicien Jean-Pierre Luminet avant d'être mis en images par son collègue Jean-Alain Marck quelques années plus tard. Leurs travaux montrent que la magnifique représentation présentée dans le film est plausible, à défaut d'être parfaitement réaliste.

Une autre conséquence de la relativité générale est au cœur de l'intrigue : la durée que mesure une horloge dépend de l'intensité du champ de gravité dans lequel elle est plongée. Ainsi, une horloge située à la surface de la Terre retarde par rapport à une horloge en altitude, où la gravité est plus faible qu'au sol. Observé

pour la première fois en 1960, cet effet doit être pris en compte dans les systèmes de géolocalisation par satellites car, chaque jour, les horloges orbitales du réseau GPS se décalent de 46 milliardièmes de seconde par rapport aux horloges terrestres. Dans le film, les héros se posent sur une planète en orbite autour de Gargantua pour laquelle le décalage temporel est bien plus considérable : une heure passée à sa surface correspond à sept années terrestres. Ce gigantesque rapport de durée est envisageable à condition que la planète soit située sur la dernière orbite stable autour du trou noir et que la rotation propre de celui-ci se fasse à une vitesse considérable.

Si la longueur du film n'est pas un effet de dilatation temporelle et si certains aspects sont invraisemblables, l'intérêt d'*Interstellar* est ailleurs. En invitant les spectateurs à s'interroger sur la question du temps, sur sa perception et son caractère relatif, il a une vertu pédagogique et se situe en plein dans ce qu'en 1909 Maurice Renard nommait « merveilleux scientifique », c'est-à-dire « l'aventure d'une science poussée jusqu'à la merveille ou d'une merveille envisagée scientifiquement ». ■

# Maladie de Lyme

## Un fléau sous-estimé

M É D E C I N E

Transmise par la tique, cette affection sévit aux Etats-Unis et en Europe. Elle est mal diagnostiquée en France et sa prise en charge aussi est jugée défailante par les associations de malades. Le Haut Conseil de la santé publique propose des pistes de progrès

RAPHAËLE MARUCHITCH

**L**e 19 novembre, Willy Burgdorfer s'éteignait à l'hôpital d'Hamilton, dans le Montana, à 89 ans. Ce scientifique a donné son nom à une bactérie, qu'il a identifiée en 1982, *Borrelia burgdorferi* (Bb). Cet agent pathogène transmis par les tiques est responsable de la borréliose de Lyme, caractérisée aux Etats-Unis dans les années 1970 dans la ville de Lyme (Connecticut). Extrême fatigue, douleurs articulaires, paralysie faciale, voire perte de l'usage des membres dans les cas les plus graves figurent dans le tableau clinique.

L'incidence de l'infection croît partout dans le monde. En France, elle toucherait plus de 35 000 personnes supplémentaires chaque année, selon un réseau sentinelle de médecins généralistes. Mais le nombre réel de cas pourrait être bien plus élevé - l'association de malades France Lyme évalue à 650 000 les cas chroniques en France. Car la maladie est au centre d'une vive controverse. Pour les uns, elle reste très peu connue des médecins, mal prise en charge, et son incidence est sous-estimée; pour les autres, elle est diagnostiquée à tort et à travers en dehors des recommandations officielles.

Les lignes commencent cependant à bouger. En 2012, la Direction générale de la santé a ainsi saisi le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) pour qu'il produise un état des connaissances ac-

tualisé sur la borréliose de Lyme. Le rapport, assorti d'un avis, publié jeudi 4 décembre, dresse l'état des lieux d'une situation complexe et émet des recommandations, notamment pour améliorer les performances des outils diagnostiques actuels et la prise en charge. Par ailleurs, une résolution européenne a été adoptée mi-août, invitant la Commission bruxelloise à engager des actions concernant la mala-

**Désespérés, certains patients, convaincus d'être malades mais dont les tests sérologiques sont négatifs, cherchent d'autres moyens**

die de Lyme. Enfin, au mois d'octobre, une loi a été soumise par plus de 70 députés à l'Assemblée nationale, proposant notamment qu'un plan national soit mis en œuvre de 2015 à 2020.

Pour comprendre le débat enflammé qui entoure la maladie de Lyme, il faut d'abord parler de son diagnostic. La borréliose de Lyme présente trois phases cli-

niques. Dans la première, où l'infection est locale, on observe une éruption cutanée circulaire appelée érythème migrant (EM), qui n'est cependant pas systématique et peut aussi ne pas être remarquée par le patient, qui ne garde pas toujours le souvenir de s'être fait mordre par une tique. Au second stade (au bout d'un à six mois), les atteintes se multiplient: articulaires, neurologiques, cardiaques, cutanées, oculaires, musculaires, hépatiques. Enfin, durant la phase tertiaire (après plusieurs années), les manifestations sont neurologiques, articulaires et cutanées.

« La maladie de Lyme peut donner tout et n'importe quoi, concède le professeur Christian Perronne, mais cela ne veut pas dire que tout est une maladie de Lyme. » Chef du service des maladies infectieuses de l'hôpital Raymond-Poincaré de Garches, ce médecin est devenu une référence dans le domaine. En plus d'être très nombreux, les symptômes ne sont pas spécifiques à la maladie. Ce n'est pas un hasard si la borréliose de Lyme a emprunté à la syphilis le surnom de « grande imitatrice ».

Il existe néanmoins des tests d'aide au diagnostic et de détection sérologique, c'est-à-dire des méthodes indirectes cherchant la présence d'anticorps spécifiques présents en réponse à la maladie - les méthodes directes recherchant la présence de la bactérie elle-même. La marche à suivre est dictée par un texte de la conférence de consensus en thérapeutique anti-infectieuse sur la borréliose de Lyme, publié en 2006.

Il faut commencer par un test de type Elisa. Mais il est nettement moins performant pour la borréliose de Lyme que pour le VIH, par exemple. Ainsi, si le résultat de l'Elisa est positif ou équivoque, il faut le confirmer avec un second test, le western blot (WB). Malheureusement, « les indications des tests sont parfois mal posées » par des médecins peu au fait de la maladie, estime le professeur Benoît Jaulhac, responsable du Centre national de référence (CNR) des *Borrelia*, à Strasbourg. Ils concluent en s'appuyant principalement sur les résultats sérologiques, peu fiables si l'on est à un stade initial de la maladie. Pourtant, « le diagnostic repose avant tout sur une détection clinique de la maladie et la biologie n'est là que comme une aide », appuie Philippe Boullenger, chef de produits chez Siemens Healthcare Diagnostics, qui met au point des tests Elisa.

Les performances sont variables selon les tests. « Cela peut créer des disparités de choisir tel ou tel fournisseur, notamment en termes de spécificité », reconnaît Benoît Jaulhac. Le CNR, sous la houlette de l'Institut national de veille sanitaire, est chargé de l'évaluation des tests biologiques. Les laboratoires d'analyses médicales, de leur côté, les évaluent avant de les utiliser. « Nous avons un dialogue avec les prescripteurs, et si le kit ne corrèle pas avec les situations cliniques nous ne les utilisons plus », détaille Sylvie Gonzalo, pharmacienne biologiste au laboratoire d'analyses médicales spécialisé Biomnis. De son propre aveu, « certains des kits étaient réellement médiocres en Lyme ».

Certains vont plus loin et affirment que les tests ne sont tout simplement pas assez performants pour apporter une véritable aide, et ce, quel que soit le stade de la maladie. Viviane Schaller en fait partie. Cette biologiste strasbourgeoise, auparavant à la tête d'un laboratoire d'analyses biologiques, a été condamnée le 13 novembre pour « escroquerie » et « exercice illégal de la pharmacie ». Elle devra rembourser 280 000 euros à la Caisse primaire d'assurance-maladie. Elle avait été mise en examen pour avoir notamment pratiqué systématiquement des WB, Elisa positif ou non, s'étant rendu compte « que les résultats ne collaient pas du tout entre Elisa et WB ». Ardemment soutenue par les patients et associations de patients, qui voient en elle une « lanceuse d'alerte », elle a fait appel de son jugement.

Viviane Schaller avait entamé son combat en 2007, au lendemain de la signature de la conférence de consensus. Entre 2007 et 2012, l'activité de son laboratoire a explosé. « Je réalisais un tiers des sérologies en France en 2011 », indique la biologiste, dont le laboratoire a été fermé et qui ne décolère pas. « Lorsqu'une sérologie apparaît négative, on dit que le patient n'a pas la maladie de Lyme. Mais la clinique doit parler à la place de cette technologie, qui n'est pas fiable », s'insurge-t-elle. Elle soulève la question des souches sont utilisées dans les tests de détection de la maladie. En effet, la borréliose de Lyme peut être induite par plusieurs espèces de bactéries *Borrelia*: *burgdorferi*, mais aussi *afzelii*, *garinii*... Or, tous les tests ne détectent pas les différentes souches.

De surcroît, une « petite nouvelle » a fait récemment parler d'elle: *Borrelia miyamotoi*. « Elle a été décrite au Japon, explique Muriel Vayssier-Taussat, directrice de recherche à l'Institut national de recherche agronomique (INRA), qui travaille sur les agents pathogènes transmis par les tiques. On pensait ini-



La bactérie « *Borrelia burgdorferi* », agent de la maladie de Lyme.

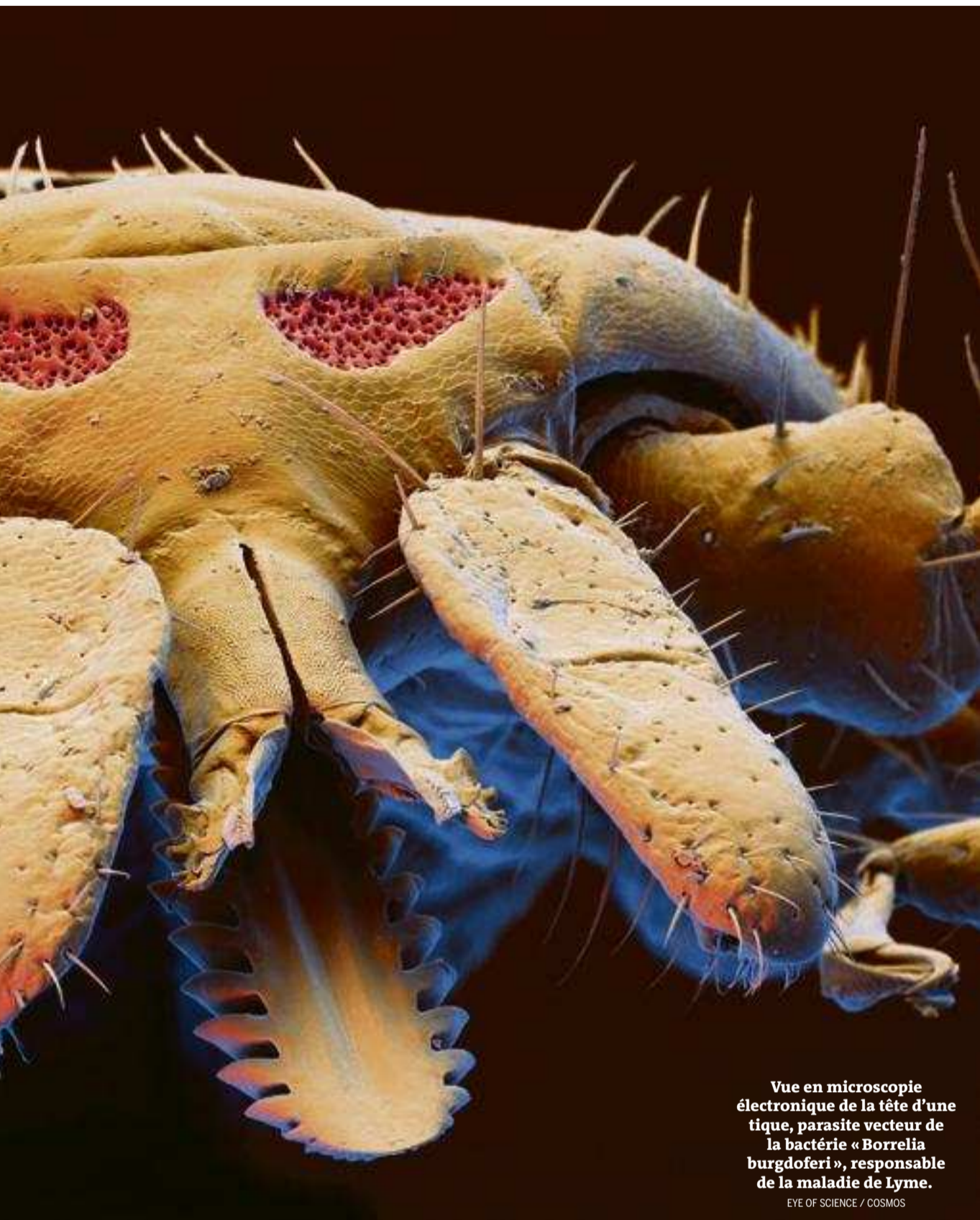
EYE OF SCIENCE/PHANIE

### Estimations

**France** 35 369 nouveaux cas par an en moyenne, selon le Bilan annuel 2013 du réseau Sentinelles.

**Europe** Entre 65 000 et 85 000 cas par an en moyenne, avec d'importantes variations régionales, selon un rapport du Haut conseil de la santé publique sur la borréliose de Lyme datant de mars 2014.

**Etats-Unis** 300 000 nouveaux cas par an, selon les Centers for Disease Control and Prevention américains, en août 2013, soit 10 fois plus que les estimations précédentes.



Vue en microscopie électronique de la tête d'une tique, parasite vecteur de la bactérie « *Borrelia burgdorferi* », responsable de la maladie de Lyme.

EYE OF SCIENCE / COSMOS

tialement que c'était une bactérie propre à la tique. » Puis l'espèce *miyamotoi* a été retrouvée dans des épidémies aux États-Unis, en Russie, dans l'est de l'Europe, aux Pays-Bas, mais pas en France, où elle n'est jamais recherchée chez l'homme – alors qu'elle a été retrouvée chez des tiques. *Borrelia miyamotoi* induit soit une maladie identique à la maladie de Lyme, soit une autre pathologie, les fièvres récurrentes. Aucun test ne la détecte aujourd'hui.

Les médecins sont nombreux à ne plus se ranger du tout aux résultats des tests, comme le professeur Perronne, qui « ne regarde plus la sérologie ». Désespérés, certains patients, convaincus d'être malades mais dont les tests sérologiques sont négatifs, cherchent d'autres moyens, à l'image de Romain Juen. Ce

jeune homme de 29 ans a fini par réussir à observer dans son sang, au moyen d'un microscope, des borrelies vivantes.

Pourtant, il existe une source de connaissances accessible et peu exploitée sur la maladie de Lyme en médecine vétérinaire, bien mieux armée face à la maladie. D'ailleurs, certains médecins n'ont pas attendu pour aller voir du côté des laboratoires d'analyses animales afin d'effectuer des tests de détection. Mais, globalement, le dialogue entre santé animale et santé humaine est loin d'être systématique. Pour parfaire le tout, la tique excelle malheureusement dans son rôle de vecteur et ne disperse que trop bien la maladie.

Majoritairement présent dans les bois et les pâtures, l'acarien a conduit à une disparité régionale de l'incidence de la

maladie. Historiquement, l'est de la France, notamment l'Alsace, est très touché par la maladie, et les professionnels de santé y ont donc davantage été sensibilisés au problème. Dans d'autres régions, le diagnostic d'une maladie de Lyme reste souvent écarté avec de mauvais arguments. Or, « les tiques vecteurs de la bactérie se trouvent partout en France, sauf dans le pourtour méditerranéen ou en altitude », précise Muriel Vayssier-Taussat. En outre, nous nous apercevons que les tiques sont de plus en plus décriées dans les parcs ou dans les villes ». Elle envisage une étude dans le bois de Vincennes qui devrait voir le jour à l'horizon 2015-2016.

De leur côté, les associations de patients dénoncent un déni de la maladie et l'errance diagnostique. Le professeur Perronne se souvient du patient qui a déclenché son intérêt profond pour la maladie. « C'était un monsieur qui errait depuis plus de dix ans dans le système de soins, raconte-t-il. Il avait vu 80 médecins, 10 psychiatres, et était fatigué, avait des douleurs partout, des troubles cognitifs, assortis d'une sérologie de Lyme négative. Personne ne le croyait. Je lui ai fait un traitement d'épreuve. Au bout d'un mois, il était ressuscité. Petit à petit, j'ai alors découvert, à travers les associations de patients, un monde de personnes vivant dans la clandestinité qu'on prenait pour des fous. »

« Nous sommes considérés comme une association de charlatans, une secte », lâche Judith Albertat, présidente de Lyme sans frontières, qui compte un millier d'adhérents. Ancienne pilote de ligne, elle est à l'origine de la création de l'association, en mars 2012. Elle-même malade, s'étant heurtée à l'incompréhension et au rejet des médecins, son objectif était alors d'interpeller les présidentiables sur le sujet. Aujourd'hui, elle travaille – bénévolement – pour l'association, mais commence à être fatiguée de cet investissement sans relâche. C'est pourtant grâce

aux associations de patients que le ministère de la santé a fini par réagir.

Car la polémique porte aussi sur la façon de traiter les patients. Toujours selon la conférence de consensus, la prise en charge recommande, dans la phase primaire, l'administration d'antibiotiques pour une durée de vingt et un jours au maximum. Dans les stades secondaire et tertiaire, le traitement indiqué est toujours l'antibiothérapie, pour une durée de vingt-huit jours, sans renouvellement du traitement. Mais des médecins observent qu'à ces stades les patients sont loin d'être systématiquement guéris avec une administration unique d'antibiotiques. Dans leur pratique, ils constatent qu'il peut être profitable de renouveler le traitement antibiotique. « Beaucoup de médecins généralistes travaillent en contradiction avec la conférence de consensus », relève Sophie Dubé, responsable de la section Orne de l'association France Lyme. Nous avons besoin d'eux, qui prescrivent des antibiotiques en dehors du protocole reconnu. »

### Les médecins sont nombreux à ne plus se ranger du tout aux résultats des tests

« Dans certains pays, ils font des traitements intermittents, c'est à la carte », indique le professeur Perronne. D'autres cherchent du côté des médecines douces, comme le Tic Tox, commercialisé hors du cadre réglementaire. Sa production a été suspendue par l'Agence du médicament et son fabricant a été condamné dans le même procès que Viviane Schaller. De son côté, l'Américain Richard Horowitz, auteur d'une bible sur le sujet, *Soigner Lyme et les maladies chroniques inexplicables* (Thierry Souccar éditions, 576 pages, 37 euros), indique quant à lui ne pas utiliser « seulement l'antibiothérapie, mais aussi la phytothérapie ». Cela fonctionnerait pour « 70 % à 75 % de [ses] patients », explique l'interniste.

Chez nombre de patients, la chronicité de la maladie ne fait pas de doute. Daniel Christmann, professeur de pathologies infectieuses et tropicales au CHU de Strasbourg, explique quant à lui que la grande fatigue, les douleurs musculaires, les troubles de la mémoire ou la difficulté de concentration que l'on peut observer chez les patients qui

## La tique, un vecteur redoutable

La maladie de Lyme est une zoonose, une maladie qui touche aussi bien les animaux que les hommes. Ce sont les animaux sauvages qui sont le réservoir de la bactérie responsable de la borréliose de Lyme : oiseaux, petits rongeurs, grands mammifères. Son vecteur est la tique. Cet acarien, dont le développement comporte trois stades (larve, nymphe, adulte), se nourrit du sang des hôtes sur lesquels il s'accroche. Au cours de sa vie, la tique va faire trois repas sanguins. Elle passe souvent inaperçue, d'une part à cause de sa taille, d'autre part car elle injecte des substances anesthésiantes qui rendent sa morsure indolore. « On compte plus de 800 espèces différentes de tiques dans le monde », explique Muriel Vayssier-Taussat, directrice de recherche à l'Institut national de recherche agronomique. En Europe, les tiques qui transmettent les bactéries du genre des *Borrelia* sont de l'espèce

*Ixodes ricinus*. Leur particularité est de pouvoir se gorgier de sang sur une très grande variété d'espèces animales. » Ainsi, ces tiques mordent les animaux sauvages, les animaux domestiques... et les hommes.

#### Quelques recommandations

Toutes ces morsures ne transmettent pas systématiquement la borréliose. Mais il est vivement recommandé, dans les zones infestées, de porter des vêtements protecteurs longs et fermés, voire d'utiliser des répulsifs cutanés (sauf chez l'enfant de moins de 30 mois et la femme enceinte). Après une exposition - promenade dans les bois, pique-nique... -, un examen attentif de l'ensemble du corps est de mise. Si une tique est repérée, il faut la retirer avec une pince, l'utilisation de produits chimiques pouvant induire une régurgitation qui accroît le risque d'infection. En cas de doute, consulter un médecin. ■

RA. M.

### L'aide des labos vétérinaires

Las de ne pas avoir à leur disposition des tests suffisamment fiables, certains médecins se sont tournés vers les laboratoires vétérinaires pour effectuer des analyses. Cela a été le cas pour le docteur Denis Fritz, à la tête d'un laboratoire à Troyes. Depuis l'année 2000, son équipe réalise la recherche des pathogènes transmis par les morsures de tiques et pratique des analyses de biologie moléculaire appelées PCR. Cette méthode d'amplification de l'ADN et de l'ARN est, au contraire de l'Elisa ou du WB, recommandées dans la borréliose de Lyme, une méthode dite directe; en d'autres termes, elle repère l'agent bactérien lui-même. La PCR est employée par certains laboratoires vétérinaires, tandis qu'en médecine humaine seuls quelques-uns réalisent de telles analyses, notamment des centres hospitaliers universitaires.

Du coup, « depuis quelques mois, des médecins font la démarche de nous demander une PCR lorsqu'ils sont face à des signes cliniques compliqués. Cela reste toutefois une activité très anecdotique », précise Denis Fritz. Un laboratoire de santé animale n'est en effet pas censé faire des analyses en santé humaine. Sur les comptes rendus des analyses, le laboratoire indique ainsi, entre autres, que « ces tests sont mis au point et validés dans le cadre de la médecine vétérinaire ».

ont été traités seraient en quelque sorte des symptômes résiduels de la maladie. Il explique que « la maladie de Lyme correctement traitée n'évolue pas vers la chronicité » et que « l'antibiothérapie itérative est inutile ». Mais il parle également de co-infections, sujet émergent sur lequel s'accordent bien des professionnels de santé.

Car les tiques sont multi-infectées, véhiculant jusqu'à sept agents pathogènes, explique Muriel Vayssier-Taussat. Prudence cependant, « ce n'est pas parce qu'une tique est porteuse d'un agent pathogène qu'elle va transmettre [la maladie] ou qu'elle en est capable », précise-t-elle. Mais lorsque les symptômes persistent, il faudrait s'assurer qu'une autre infection n'est pas en jeu, comme l'anaplasmose ou la bartonellose, cite le professeur Christmann. Dans une publication à paraître, ce dernier a relevé la possibilité de ces co-infections, qui doivent être prises en compte pour le traitement mais dont la fréquence reste faible.

Cette thèse des co-infections est ardemment défendue par le docteur Horowitz. En plus de l'anaplasmose ou de la bartonellose, il y a de nombreux autres groupes de maladies transmises par les tiques : ehrlichiose, brucellose, babésiose... Selon lui, « plus de 80 % des personnes sont infectées conjointement par la maladie de Lyme et par *Babesia* [parasite qui provoque la babésiose] ». « Ce sont des pathogènes que les médecins n'ont pas l'habitude de croiser, tandis que cela fait partie de notre pratique depuis des années », rapporte Denis Fritz, vétérinaire, qui dirige un laboratoire d'analyses vétérinaires.

Pour l'heure, on ne peut donner aucun chiffre pour évaluer le nombre de patients qui restent sur le bord de la route. Le rapport du HCSP conclut en ce sens : « Il paraît clair qu'il existe un nombre important de patients souffrant de symptômes chroniques et invalidants étiquetés "maladie de Lyme" sans certitude, du fait de la négativité des tests biologiques ou de la persistance des anticorps (...). Certains, probablement, pourraient être ceux d'une maladie de Lyme échappant à des tests biologiques imparfaits. Mais on peut penser aussi qu'un grand nombre de ces patients pourrait souffrir d'une infection liée à d'autres micro-organismes portés par des tiques et transmis par ceux-ci à l'occasion d'une morsure de tique. » Dans une étude à paraître, Muriel Vayssier-Taussat a découvert, en analysant des tiques, que, parmi les pathogènes qu'elles véhiculaient, la moitié des bactéries étaient inconnues, tout comme la moitié des parasites et 80 % des virus... « Les tiques sont un monde encore peu exploré », conclut-elle. ■