

ÉDITO



Par-delà les frontières

« *La science n'a pas de patrie* », disait Louis Pasteur. Malheureusement les moustiques et autres bêtes piqueuses vecteurs de maladies non plus. L'inquiétude vis-à-vis des maladies vectorielles gagne aujourd'hui la France, mais elles sont depuis bien longtemps un fardeau pour la santé mondiale, causant près d'un million de décès chaque année sans compter les souffrances chroniques, handicaps et stigmatisations. Ces maladies – paludisme, dengue, chikungunya, maladie de Lyme... –, dont beaucoup pourraient être évitables, sont parfois négligées car touchant souvent des communautés défavorisées. Mais des changements se profilent autour du concept de *One Health* (une seule santé), qui dépasse lui aussi les frontières et rassemble les santé humaine, animale et environnementale. L'Institut Pasteur est un acteur historique de ces recherches, et l'ampleur de sa mobilisation va bientôt s'incarner dans un nouveau centre entièrement dédié à l'étude des maladies vectorielles, déjà en construction. Grâce à votre soutien, nos chercheurs pourront bénéficier d'un environnement unique en Europe et de technologies de pointe pour répondre aux défis d'aujourd'hui, et se préparer à relever ceux de demain. Je vous en remercie.

Pr Yasmine Belkaid,

Directrice générale de l'Institut Pasteur

LE DOSSIER



Maladies vectorielles

Moustiques, tiques, mouches piqueuses... jusqu'où iront-ils ?

Depuis quelques années, les alertes printanières sur les dangers des petites bêtes se nourrissant de sang humain résonnent dans des régions plus septentrionales qu'à l'accoutumée. Au-delà des nuisances qu'ils causent, les insectes hématophages ou les tiques présentent un risque sanitaire réel : dans certaines conditions, ils sont capables d'héberger et de transmettre des virus, parasites ou bactéries, devenant des « vecteurs » de maladies.

SUITE P. 2



P. 08

ACTUALITÉS

Conséquences
du tabagisme sur le
système immunitaire



P. 09

QUESTION SCIENCE

La rougeole
de retour
en Europe ?



P. 10

INTERNATIONAL

Un système d'alerte
précoce pour
la grippe aviaire

Moustiques, tiques, mouches piqueuses... jusqu'où iront-ils ?



Le paludisme en Europe, une maladie du passé ?



La plus mortelle des maladies vectorielles sévissait dans plusieurs régions européennes jusqu'à sa disparition dans les années 70. « Nous avons montré que certains moustiques anophèles présents sur le continent étaient toujours capables de transmettre l'un des parasites responsables du paludisme. » souligne **Catherine Bourgouin**, responsable de groupe au sein de l'unité Biologie des interactions hôte-parasite. « Son éradication n'est donc pas

uniquement liée à la diminution du nombre de moustiques vecteurs, mais également à l'amélioration des conditions socio-économiques et l'existence de médicaments efficaces. Par exemple, l'habitat européen avant l'exode rural permettait aux anophèles de passer l'hiver dans les étables situées au-dessous des chambres. » Plus qu'une maladie du passé, le paludisme est avant tout une maladie rurale. Aujourd'hui en Europe, la majorité des cas de paludisme sont importés et si des cas autochtones ne sont pas impossibles comme en Corse en 2006, les conditions nécessaires à une épidémie ne sont pas réunies. « En dehors de la saison estivale, les anophèles ne survivent pas très longtemps, empêchant le parasite de se développer dans leurs glandes salivaires », explique la chercheuse. « De plus, nous avons montré que les moustiques issus de parents vieillissants étaient davantage sensibles à l'infection, une piste de recherche intéressante pour espérer mieux contrecarrer la transmission du parasite. » Ailleurs dans le monde, la lutte anti-vectorielle dans les régions rurales, notamment via l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticides, a permis une nette diminution du paludisme depuis une quinzaine d'années. « Mais la surveillance reste primordiale dans les pays endémiques : les moustiques adaptent leur comportement à ces stratégies, aux environnements pollués, et étendent leur aire de répartition jusqu'aux zones suburbaines, favorisés par l'augmentation des températures. »

Élevage au Centre de Production et d'Infection des Anophèles de l'Institut Pasteur. Chaque continent a ses propres espèces de moustiques anophèles, dont de nombreuses peuvent être vectrices du paludisme.



Certaines maladies « vectorielles » sont bien connues sous nos latitudes, comme la maladie de Lyme liée aux tiques, mais la plupart – paludisme, dengue, Zika, fièvre hémorragique de Crimée-Congo, fièvre jaune... – peuvent nous sembler lointaines. Elles sont pourtant plus proches qu'on ne le pense : les insectes vecteurs profitent des mobilités humaines, du réchauffement des températures ainsi que des modifications de nos habitats pour étendre le leur, et le risque associé aux maladies vectorielles augmente mécaniquement.

Une problématique d'envergure mondiale

Longtemps considérées comme des maladies tropicales, endémiques chez les populations les plus pauvres, la situation des maladies vectorielles évolue rapidement : 80% de la population mondiale est aujourd'hui à risque d'en rencontrer une ou plusieurs. Chaque année, elles causent plus d'un million de décès dont une majorité d'enfants, selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), et entraînent souvent des affections chroniques invalidantes. La plus meurtrière de ces maladies est le paludisme, transmis par un moustique de la famille des anophèles : en 2022, 249 millions de cas ont été signalés dans le monde, et 608 000 décès, pour la plupart sur le continent africain. La dengue, dont le virus est véhiculé par des moustiques *Aedes*, est quant à elle la maladie la plus répandue : depuis 2019 elle est présente dans toutes les régions du globe, et menacerait la moitié de la population mondiale. Les flambées épidémiques associées à d'autres agents pathogènes semblent se multiplier depuis une dizaine d'années, surchargeant les systèmes de santé et s'étendant à de nouveaux territoires. D'autres émergences ont également eu lieu, comme celle du virus Zika, dont le lien avec des malformations congénitales a été identifié en 2016 après d'importantes épidémies en Amérique du Sud. En dépit de programmes d'ampleur pour lutter contre les maladies vectorielles, certaines sont encore considérées comme négligées par l'OMS, telles les leishmanioses (voir p.3) et la maladie du sommeil.

Des systèmes vectoriels et humains en évolution

La présence d'une tique ou d'un insecte vecteur n'est cependant pas la seule condition à la propagation d'une maladie vectorielle, qui dépend d'un « système vectoriel » ● ● ●

Leishmanioses : des maladies à ne pas négliger



À l'origine d'atteintes aussi diverses que des lésions cutanées stigmatisantes ou des dommages viscéraux mortels en l'absence de traitement, les leishmanioses sont causées par des parasites du genre *Leishmania*. Responsables de près de 57 000 décès chaque année, elles sont endémiques dans 90 pays et considérées comme des maladies négligées par l'OMS. « Dans le sud de la France, on trouve en particulier la leishmaniose canine, causée par *Leishmania infantum*. » précise **Gerald Spaeth**, responsable de l'unité de Parasitologie moléculaire et signalisation. « Mais une autre souche de *Leishmania* particulièrement inquiétante est en train d'émerger en Italie, beaucoup plus virulente que *L. infantum*. » Les travaux de Gerald et

de son équipe ont permis de montrer que ce nouveau parasite était un hybride entre *L. infantum* et *L. donovani*, une souche de *Leishmania* responsable d'épidémies meurtrières en Inde et en Afrique de l'Ouest. Des hybrides similaires ont été décrits ailleurs en Méditerranée. « *Leishmania* est un genre de Frankenstein » explique le chercheur, « capable de partager des caractéristiques entre différentes souches, de s'adapter à des environnements très différents et à de nombreuses espèces de Phlébotomes (ou « mouches des sables »), les insectes vecteurs de leur transmission à l'humain. » Le réchauffement climatique est d'ailleurs profitable à ces insectes, dont l'expansion vers le nord

s'accélère, ce qui augmente significativement le risque associé aux leishmanioses en Europe. « Toute maladie négligée est appelée à devenir une maladie émergente », rappelle Gerald Spaeth. « La biologie unique et complexe des *Leishmania* peut créer des scénarios épidémiologiques imprévisibles. Nous travaillons sur de nouvelles pistes thérapeutiques qui permettraient de contrer l'adaptabilité de ces parasites, en ciblant directement leur interaction avec l'humain. »



Les Phlébotomes, ou « mouches des sables » peuvent véhiculer et transmettre des pathogènes dangereux, comme les parasites du genre *Leishmania*.



adapté, nécessitant la présence et l'interaction entre un agent pathogène, un vecteur et les éventuels hôtes humains ou animaux. Comprendre ce système et les facteurs qui l'influencent est la clé pour agir contre les maladies vectorielles.

Les causes de leur progression sont multiples, mais elles coïncident avec des transformations sociales et environnementales profondes. Le cas de la disparition du paludisme en Europe, accélérée par l'exode rural, est révélateur (voir p.2). À l'inverse, l'urbanisation des sociétés humaines peut avoir un impact favorable sur certaines espèces vectrices. La densité des centres urbains offre de nouveaux gîtes et de nouveaux moyens de se déplacer, suivant les mobilités humaines et créant des situations épidémiologiques nouvelles. En outre, la mondialisation et les voyages internationaux contribuent à la dissémination des agents pathogènes et des vecteurs dans le monde entier. Mais pour qu'un vecteur s'installe durablement sur un territoire, il est indispensable que les conditions climatiques lui soient favorables.

Le climat, un facteur de premier plan

De toutes les maladies infectieuses, celles transmises par des vecteurs sont les plus fortement influencées par l'augmentation des températures mondiales. Cet impact peut sembler évident : la plupart des insectes et des tiques se reproduisent mieux et survivent plus longtemps lorsque les saisons chaudes s'allongent.

SUITE P. 4



Cartographier les villes pour lutter contre la dengue



Richard Paul assemblant un piège à moustiques aux Philippines (2019).

Autrefois maladie des tropiques, la dengue a progressé de manière spectaculaire au cours des 20 dernières années : quelque 100 à 400 millions d'infections surviennent chaque année, selon l'OMS, dans toutes les régions du monde depuis 2019. « Outre le climat, l'un des facteurs de cette expansion est l'évolution des centres urbains, plus denses, plus centralisés et plus verts : un terreau fertile pour les moustiques qui transmettent la dengue. » explique **Richard Paul**, chercheur au sein de l'unité Écologie et émergence des pathogènes transmis par les arthropodes. « Face à l'urbanisation des moustiques, la désinsectisation massive autour des cas détectés n'est plus efficace. » Richard Paul a ainsi développé une nouvelle approche avec des géographes, des climatologues et des épidémiologistes, afin de cartographier les villes pour mieux cibler la lutte anti-vectorielle. « À partir des données routières, des réseaux sociaux, de pièges à moustiques et de prélèvements d'échantillons, nous pouvons déterminer quels endroits de la ville sont les plus fréquentés, les plus propices aux moustiques, et les plus susceptibles d'héberger des cas de dengue ; trois facteurs qui ne vont pas nécessairement de pair, notamment à cause de la mobilité croissante à l'intérieur des villes. »

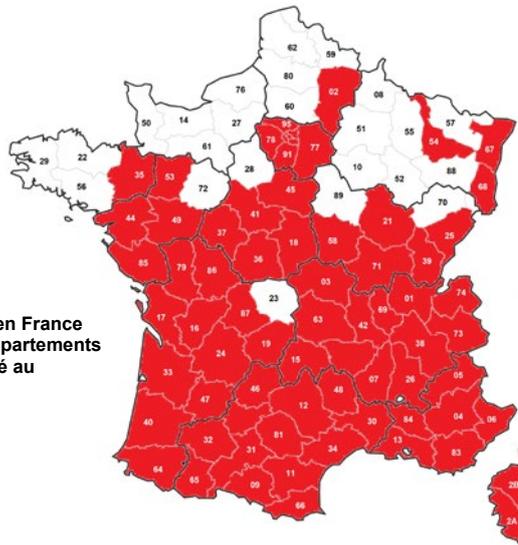
La méthode a été appliquée avec succès à Delhi, en Inde, permettant la mise en place de politiques sanitaires adaptées, et est en passe de l'être à Bangkok, en Thaïlande. « Nos travaux ont permis d'utiliser intelligemment les insecticides, mais aussi de développer des systèmes d'anticipation et d'alerte sur la base de données sociales et environnementales. Certaines villes européennes expérimentent déjà ces outils permettant d'estimer le risque épidémiologique et d'agir localement. »



Tests de diagnostic rapide sur le terrain à Delhi. Si des cas de dengue ont été recensés dans tous les quartiers, les moustiques étaient avant tout présent dans les quartiers pauvres, notamment à cause du stockage de l'eau à l'air libre.

Le moustique tigre, capable de transmettre des virus tels que Zika, la dengue et le chikungunya, colonise aujourd'hui presque l'ensemble du territoire national.

Répartition du moustique tigre en France métropolitaine. En rouge, les départements où le moustique tigre est installé au 1^{er} janvier 2023.



• • •

Si cela est vrai pour la plupart des espèces, les bouleversements écologiques induits par ce réchauffement sont plus profonds. Par exemple, la température peut modifier la capacité d'un vecteur à transmettre un agent pathogène, et cette interaction peut évoluer en réponse à l'environnement.

Les activités et les modes de vie humains sont également affectés par le réchauffement des températures. Sous l'impulsion de politiques publiques « bleues et vertes », les villes se végétalisent et leur extension brouille la frontière entre zones urbaines et rurales, alors que les populations ne sont pas nécessairement sensibilisées à la lutte contre les tiques et insectes vecteurs. Ces évolutions profitent aux vecteurs, mais aussi aux espèces animales réservoirs de maladies vectorielles. En France, c'est notamment le cas de certains rongeurs et oiseaux pouvant abriter la bactérie responsable de la maladie de Lyme, et la transmettre *via* les tiques (*Ixodes ricinus*) aux promeneurs. Un tel cycle semble s'être amplifié ces dernières années puisque le nombre de cas annuels estimés a presque doublé en dix ans (voir ci-contre).



Tiques en ville : de nouveaux espaces à surveiller



En 2009, en France, le nombre de cas estimés de la maladie de Lyme avoisinait les 26 000. Aujourd'hui, ce sont près de 50 000 personnes qui sont atteintes chaque année par cette maladie handicapante pouvant être à l'origine de graves troubles articulaires ou neurologiques. « *La répartition géographique de nombreuses espèces de tiques est en pleine évolution et, sous nos latitudes, elles sont maintenant présentes dans de nouveaux environnements comme à de plus hautes altitudes en raison du réchauffement des températures ou encore dans les zones vertes urbaines ou péri-urbaines.* » explique **Eva Krupa**, chercheuse au sein de l'unité Écologie et émergence des pathogènes transmis par les arthropodes. « *Ainsi, les populations de tiques croissent de plus en plus de personnes non sensibilisées à leur présence, notamment sur les itinéraires végétalisés parfois très fréquentés par les êtres humains, mais aussi par des animaux qui sont autant de réservoirs d'agents pathogènes.* » Avec son équipe, elle cherche à mieux comprendre les risques associés à ces environnements, en récoltant les différentes populations de tiques en Ile-de-France, et en collectant des données sur leurs piqûres et les différentes maladies qui peuvent en résulter. La cartographie des risques élaborée à partir de ces travaux permettra aux autorités sanitaires de mettre en place des actions locales de prévention, mais la chercheuse ne compte pas s'arrêter là. « *Dans le cadre d'un programme européen, nous développons également un "labo-valise" pour détecter les agents pathogènes directement sur le terrain, et réagir rapidement en cas d'épidémie.* » Ce projet est d'autant plus important que de nouveaux agents pathogènes transmis par les tiques ont été détectés sur le territoire national, comme celui de la fièvre hémorragique de Crimée-Congo en octobre 2023.

Des maladies vectorielles bientôt en France ?

Sous nos latitudes, les maladies telles que la dengue, le chikungunya ou le paludisme sont souvent perçues comme des « maladies d'aéroport », résultant de cas importés par des voyageurs ou de l'introduction accidentelle de moustiques infectés par des avions venant de zones endémiques. Ces cas restent limités à quelques centaines par an en France, mais les conditions locales évoluent. Des vecteurs se propagent sur le continent et le moustique tigre, capable de transmettre des virus tels que Zika, la dengue et le chikungunya, colonise aujourd'hui presque l'ensemble du territoire national (voir carte), augmentant la probabilité de démarrer une chaîne de transmission locale, voire un foyer épidémique à partir d'un cas importé. Ainsi, si neuf épisodes de transmission autochtones de dengue, c'est-à-dire causés par un moustique présent sur le territoire, ont été recensés en France entre 2010 et 2018, autant ont eu lieu pour la seule année 2022. La situation est telle que le Comité national de veille et d'anticipation des risques sanitaires (COVARIS) soulignait en juillet 2022 que « *les émergences et épidémies de maladies à transmission vectorielle en France sont inéluctables.* »

SUITE P. 6

• • •



Collecte au drapeau de tiques en Ile-de-France : le drap blanc trainé sur la végétation agit comme un leurre sur lequel les tiques viennent se fixer.



L'ENTRETIEN

Anna-Bella Failloux

Responsable de l'unité Arbovirus et insectes vecteurs à l'Institut Pasteur.

« Nous savions que le réchauffement climatique allait exacerber les maladies vectorielles, mais une situation aussi favorable aux épidémies est nouvelle. »

Les moustiques sont-ils nos ennemis ?

Non, mais les agents pathogènes dont ils peuvent être vecteurs, oui. Seulement 15% des plus de 3500 espèces de moustiques recensées piquent l'humain et encore moins sont responsables d'épidémies. Néanmoins, l'agent pathogène arrive toujours une fois que l'insecte vecteur est bien installé : le scénario est le même, qu'il prenne quelques années ou une décennie. Il ne faut donc pas prendre à la légère la situation actuelle : l'installation du moustique tigre *Aedes albopictus* et la mobilité des populations favorisent les émergences épidémiques. Bien sûr, chaque agent pathogène a sa spécificité : certains sont transmis par des moustiques du genre *Culex* piquant des oiseaux (virus du Nil occidental, virus Usutu), mais les plus dangereux ont l'humain comme réservoir principal. Parmi eux, seuls les virus ont un véritable potentiel pandémique à cause de leur vitesse d'adaptation et de multiplication mais aussi de l'expansion géographique des insectes qui les transmettent.

Comment expliquer leur succès ?

Comme tous les insectes, les moustiques sont des organismes à sang froid dont la température interne dépend de la température extérieure. Il y a donc une corrélation directe entre le réchauffement climatique et l'activité ainsi que la densité des moustiques : leur durée de développement est plus rapide, et la durée d'incubation des virus l'est aussi. Plus la température augmente, plus le risque associé aux maladies vectorielles augmente. Les épidémies surviennent le

plus souvent dans les villes, auxquelles certaines espèces, notamment du genre *Aedes*, sont particulièrement bien adaptées : elles se sont « urbanisées », tirant parti des gîtes larvaires offerts par les humains comme les gouttières, les pots de fleurs ou les conteneurs d'eau.

“

Les moustiques sont passés de simple nuisance à risque sanitaire. »

Est-ce la raison de la présence du moustique tigre en France ?

Tout à fait ! Le moustique tigre est l'espèce invasive par excellence : ses œufs sont enveloppés d'une coque épaisse et imperméable, qui supporte aussi bien la sécheresse que des températures de 0°C. Cette caractéristique lui permet de suivre les déplacements humains, et c'est comme ça qu'il est arrivé en Europe à partir des États-Unis, probablement dans des pneus usagés transportés par voie maritime. En France, le moustique tigre est arrivé à Marseille en 2010 et a remonté la vallée du Rhône *via* les véhicules empruntant l'autoroute. Son aire géographique recouvre déjà une vingtaine de pays européen, et va continuer à s'étendre.

Quel risque lui est associé ?

Avec les voyageurs rentrant de pays tropicaux qui vont importer les virus pour lesquels *Aedes albopictus* est compétent, notamment la dengue, le chikungunya et Zika, le risque récurrent de cas autochtones est certain. La communauté scientifique savait que le réchauffement climatique allait exacerber les maladies vectorielles, mais une situation aussi favorable aux épidémies est nouvelle. Elle est devenue réalité en 2007 avec la détection des premiers cas autochtones de chikungunya en Italie : en moins d'une journée une personne a généré 250 cas secondaires ! Ça s'emballait très vite, et l'épidémie ne s'arrête qu'avec la fin de la saison de transmission : c'est notre avantage en Europe, nous avons l'hiver, contrairement aux territoires ultramarins.

Comment faire face à cette situation ?

La politique de lutte anti-vectorielle en France métropolitaine est bien formatée. Du 1^{er} mai au 30 novembre, un « plan anti-dissémination chikungunya et dengue » a été mis en place depuis 2006. En cas de détection d'un cas autochtone, tous les endroits à risque de transmission sont désinsectés. Nous sommes néanmoins confrontés au problème de la résistance aux insecticides, notamment à la deltaméthrine, le seul autorisé en Europe contre les moustiques adultes. La lutte anti-vectorielle est limitée mais indispensable, car nous avons peu de moyens thérapeutiques et vaccinaux contre les virus eux-mêmes. La meilleure protection pour ne pas tomber malade reste de se protéger des moustiques. De simple nuisance, ils sont devenus risque sanitaire.

Le futur CMTV.

Le CMTV
en chiffres :9000 m²180 personnels
de recherche4 laboratoires de
haute sécurité P33 cryo-microscopes
de nouvelle génération

Un Centre de recherche dédié aux maladies à transmission vectorielle



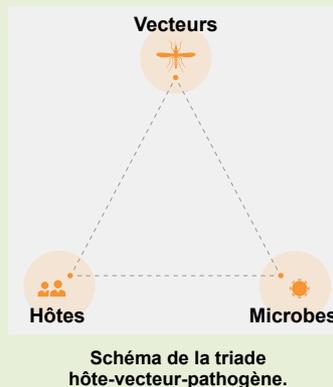
Étudier toutes les dimensions des maladies vectorielles en rassemblant au sein d'un même bâtiment l'étude de la triade hôte-vecteur-pathogène, tel est l'objectif

du futur Centre de recherche sur les maladies à transmission vectorielle (CMTV) de l'Institut Pasteur, qui sera bientôt construit sur le campus parisien.

« Près de 15 équipes seront rassemblées dans ce bâtiment unique en Europe. » explique Philippe Bastin, responsable scientifique du projet et chef de l'unité Biologie cellulaire des trypanosomes. « L'expertise pasteurienne sur les maladies vectorielles est historique*, et mondialement reconnue. Nos équipes sont déjà mobilisées face à cette menace, et le CMTV leur donnera un nouvel élan pour repousser les limites de la connaissance au bénéfice de la santé publique. »

« L'objectif est de reproduire le cycle infectieux complet d'agents pathogènes dangereux pour l'humain. » précise Philippe Bastin.

« Nous pourrions l'observer à n'importe quelle échelle, de la génétique à l'environnement en passant par l'immunité. » Les outils d'imagerie de pointe permettront aux chercheurs de suivre les virus, bactéries et parasites dans tout l'organisme du vecteur ou de l'hôte, de l'organe à la cellule. Grâce aux insectariums équipés de tunnels de vol, les comportements des vecteurs, influencés par leur environnement mais aussi par l'infection, pourront être étudiés. Enfin, les laboratoires hautement sécurisés pourront recevoir des vecteurs du monde entier et les agents infectieux connus et inconnus qu'ils contiennent. « Nous voulons créer un cercle vertueux entre la recherche fondamentale et la recherche médicale sur le terrain. »



* Le parasite du paludisme, les bacilles de la peste et du typhus ont été découverts par des chercheurs pasteurien au début du 20^e siècle. L'étude des insectes est une tradition ancienne à l'Institut Pasteur, dont le cours d'entomologie médicale forme des experts du monde entier depuis plus de 35 ans.

Les autorités sanitaires sont aux aguets : en France, un Plan anti-dissémination du chikungunya et de la dengue est en place depuis 2006.

Ce constat peut sembler alarmant, mais il est à mettre en perspective de nos spécificités environnementales et sanitaires. Malgré de multiples épisodes d'introduction d'agents pathogènes, aucun n'a pu s'établir durablement sur le territoire, et l'activité des vecteurs reste très dépendante des saisons. En somme, les conditions ne sont pas encore réunies pour permettre le maintien d'un système vectoriel tout au long de l'année, mais des foyers sporadiques sont inévitables.

Les autorités sanitaires sont donc aux aguets : en France, un Plan anti-dissémination du chikungunya et de la dengue est en place

depuis 2006. Il est indispensable de se préparer, et de développer des moyens de lutte efficace contre les vecteurs. L'importante diversité et la complexité des cycles de transmission des maladies vectorielles rendent difficile le développement d'outils vaccinaux et thérapeutiques. La lutte contre les vecteurs est aujourd'hui l'arme la plus efficace, et chacun peut y contribuer : moustiquaires, pantalons longs et vigilance au retour d'une balade en forêt !

DOSSIER RÉALISÉ PAR LA RÉDACTION



Marine Viglietta, des Caraïbes à l'Asie

« La recherche, c'est juste une manière détournée d'aider les autres. »

Entomologiste médicale et virologue, Marine Viglietta, 27 ans, a préparé sa thèse de doctorat dans le laboratoire Arbovirus et insectes vecteurs à l'Institut Pasteur. Elle raconte avec enthousiasme ses études sur les moustiques *Aedes aegypti* et les virus qu'ils peuvent transmettre.

Lorsque nous rencontrons Marine dans le laboratoire où elle travaille, nous la trouvons une pipette à la main, faisant signe qu'elle termine une « manip ». C'est alors une course contre la montre pour la jeune chercheuse : elle n'a que quelques semaines pour terminer ses expériences avant d'attaquer la rédaction de sa thèse de doctorat, aboutissement de quatre ans de travail. Sa soutenance aura lieu en septembre. « *J'ai besoin de vacances !* » s'exclame Marine en nous rejoignant, sans se départir d'un sourire qui lâche rarement son visage, surtout quand elle parle de ses recherches.

Quelques années plus tôt, la jeune femme entre en faculté de médecine, attirée par la perspective de pouvoir « *aider les gens* » avec un métier qu'elle juge « *magnifique* ». Mais elle se rend vite compte que ces études ne lui conviennent pas. C'est la recherche qui l'attire. Elle étudie d'abord l'épidémiologie, puis la virologie à la faculté Versailles-Saint-Quentin. « *J'avais envie de travailler sur les maladies épidémiques, notamment tropicales, car j'ai passé beaucoup de temps petite dans les Caraïbes, en Martinique et en Guadeloupe, où il y avait surtout des épidémies de dengue. J'ai ainsi été sensibilisée aux maladies vectorielles transmises par des moustiques.* »

En stage de master dans l'unité d'Entomologie de l'Institut Pasteur de Guadeloupe, elle a une révélation. « *C'était la première fois que je manipulais des moustiques, et que j'apprenais à faire de l'élevage. Ça m'a vraiment donné envie de travailler sur ces insectes.* »

Pour préparer son doctorat, Marine postule à un appel d'offres du laboratoire d'Anna-Bella Failloux à l'Institut Pasteur à Paris, qu'elle avait « *repéré depuis un moment* », et qui tient en une



Tête de moustique *Aedes*.



Marine au laboratoire.



Piège à moustiques.

question : pourquoi n'y a-t-il pas de fièvre jaune en Asie ? « *Alors que le moustique vecteur de cette maladie y est présent !* » précise Marine. Dans cette unité de recherche étudiant les virus transmis par les moustiques, des « *arbovirus* », Marine découvre le travail en laboratoire de haute sécurité P3, qui nécessite une formation préalable. « *J'ai pu manipuler des arbovirus et travailler sur mon propre projet* ».

En 2022, elle est envoyée quelques semaines à l'Institut Pasteur du Cambodge pour apprendre à collecter des moustiques sur le terrain. « *Nous avons fait des captures avec des pièges à moustiques, à Phnom Penh et dans le village rural de Koh Thom. C'était très intéressant de voir la réalité du terrain : comment les gens vivent, côtoient les animaux et les insectes. C'était une très belle expérience, passionnante, même scientifiquement. Mais si je devais choisir entre le labo et le terrain, ce serait vraiment le labo. Le terrain c'est dur et surtout aléatoire : parfois, on ne capture rien.* »

Au laboratoire, Marine dit adorer voir l'aboutissement de ses expérimentations : « *on met souvent 3 mois ou plus avant d'avoir les résultats : entre l'élevage des moustiques,*

leur infection, le processing des échantillons et l'analyse finale...c'est un travail de longue haleine, qui me passionne ».

Sur la fièvre jaune en Asie, Marine a pu montrer que la présence dans un moustique *Aedes aegypti* du virus de l'encéphalite japonaise, courant dans cette région du monde, rendait l'insecte incapable de transmettre le virus de la fièvre jaune. Le virus de la dengue semble avoir le même effet bloquant. Grâce à ces premiers résultats, Marine a pu commencer à lever le voile sur ce qui était jusqu'ici « *un des grands mystères de l'arbovirologie* ».

Après sa soutenance de thèse, son doctorat en poche, elle ira faire son « *post-doctorat* » à l'étranger, mais n'a pas encore cherché son point de chute.

Pense-t-elle toujours pouvoir aider les autres ? « *La recherche, c'est juste une manière détournée de le faire.* » souligne la jeune chercheuse. « *Comprendre comment ça marche, ça servira un jour ou l'autre à quelqu'un qui trouvera un vaccin, ou un moyen de bloquer un virus dans le moustique, ce qui empêchera des centaines de milliers de personnes d'être infectées. C'est cette perspective qui m'anime.* »

Particules de VIH
à la surface d'une
cellule infectée.

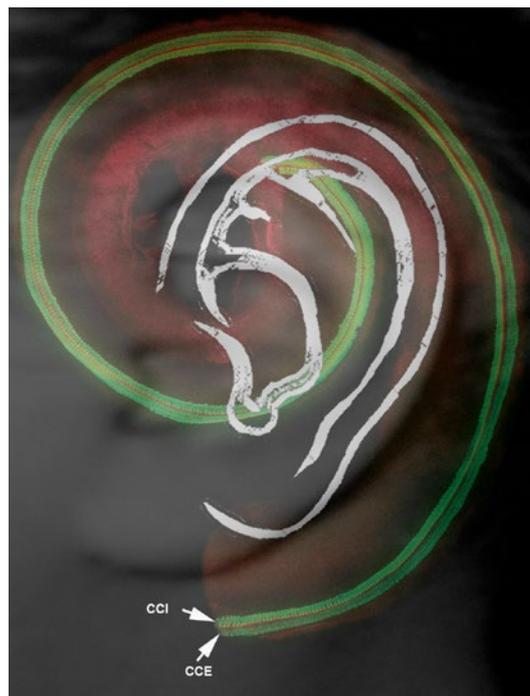
VIH

le traitement précoce, clé de la rémission

Les personnes vivant avec le VIH doivent prendre un traitement anti-rétroviral à vie pour empêcher la multiplication du virus dans l'organisme. Cependant, certaines personnes qualifiées de « contrôleurs post-traitement » ont pu interrompre leur traitement tout en maintenant une charge virale indétectable durant de nombreuses années, parfois plus de 20 ans.

La mise en place d'un traitement précoce pourrait favoriser ce contrôle du virus sur le long terme après l'arrêt du traitement. Des chercheurs* ont identifié, à l'aide d'un modèle animal, une fenêtre d'opportunité pour mettre en place un traitement qui favorise la rémission de l'infection par le VIH : initier le traitement à quatre semaines après l'infection permettrait de contrôler le virus sur le long terme suite à l'arrêt du dit traitement deux ans plus tard. Cet effet protecteur est perdu si le démarrage du traitement est décalé d'à peine cinq mois. « On constate que le traitement précoce maintenu pendant deux ans optimise le développement des cellules immunitaires. » expliquent les auteurs. « Elles acquièrent une mémoire efficace contre le virus, pour l'éliminer naturellement lors du rebond viral après arrêt du traitement. » Ces résultats renforcent l'intérêt du dépistage précoce et de la prise en charge le plus tôt possible des personnes avec VIH.

* Chercheurs de l'Institut Pasteur (Asier Sáez-Cirió, responsable de l'unité Réservoirs viraux et contrôle immunitaire), du CEA, de l'Inserm, d'Université Paris Cité et de l'Université Paris-Saclay, en collaboration avec l'Institut Cochin (Inserm, Cnrs, Université Paris Cité), et avec le soutien de MSD Avenir et l'ANRS MIE.



Immunomarcage (en vert) de l'otoferline au sein de l'oreille interne.

TABAGISME

Conséquences du tabagisme sur le système immunitaire

Certains facteurs ont une grande influence sur les réponses immunitaires : l'âge, le sexe, les gènes... mais aussi le tabagisme !

C'est ce que vient de démontrer une équipe de scientifiques* grâce à la cohorte « Milieu Intérieur », qui suit les variations des réponses immunitaires chez 1 000 volontaires sains : le fait de fumer a sur l'immunité des conséquences à court terme, mais également un impact à long terme. En effet, certains mécanismes de défense de l'organisme qui se trouvent altérés chez les fumeurs le restent pendant de nombreuses années après l'arrêt du tabac, jusqu'à 10 ou 15 ans. « C'est une découverte importante pour mieux comprendre l'impact du tabagisme sur l'immunité d'individus en bonne santé mais aussi, par comparaison, sur l'immunité d'individus souffrant de diverses pathologies. » concluent les auteurs.

* Étude menée par Violaine Saint-André dans l'unité Immunologie translationnelle, dirigée par Darragh Duffy à l'Institut Pasteur, avec le consortium Milieu Intérieur.



SURDITÉS

Une thérapie génique à l'essai pour soigner des surdités de l'enfant

Développée par un consortium français*, l'étude clinique Audiogene, vient de recevoir l'autorisation de lancement en France. Son objectif est d'évaluer la sécurité d'emploi et l'efficacité d'un nouveau médicament de thérapie génique chez des enfants sourds profonds âgés de 6 à 31 mois.

Il s'agit du premier essai clinique en France visant à tester un médicament de thérapie génique, le SENS-501**, pour traiter chez des enfants une surdité héréditaire, dite DFNB9, due à des mutations d'un gène codant pour la protéine otoferline. Aujourd'hui, la prise en charge habituelle de cette surdité est l'implantation cochléaire bilatérale. Le traitement par le SENS-501 vise quant à lui à restaurer l'audition en injectant au niveau de l'oreille interne déficiente des enfants une copie du gène normal de l'otoferline, corrigeant l'anomalie génétique dans leurs cellules et restaurant ainsi leur bon fonctionnement. L'intervention sera réalisée sous anesthésie générale par un chirurgien ORL référent, administrant le médicament à l'aide d'un système d'injection permettant de maîtriser précisément la dose injectée et de préserver les structures de l'oreille interne.

* Consortium RHU AUDINNOVE qui regroupe des équipes de l'Institut de l'Audition, centre de recherche de l'Institut Pasteur, du service ORL et du Centre de Recherche en Audiologie pédiatrique de l'hôpital Necker-Enfants malades AP-HP ainsi que de Sensorion et de la Fondation Pour l'Audition.

** Développé par la Biotech Sensorion.

MICRO-ORGANISMES

Bactéries, parasites, virus : quelles différences ?

« Microbes », « germes », c'est ainsi que l'on qualifiait les organismes observables au microscope à la fin du 19^e siècle. Nous savons aujourd'hui que leur diversité est bien supérieure à celle du reste du vivant : ils se distinguent par leurs tailles, leurs structures et leurs modes de vie, qu'ils soient pathogènes ou non.

● Bactéries

Parmi ces micro-organismes, les **bactéries** (du grec *bakteriôn*, « petit bâton ») sont des êtres unicellulaires dépourvus de noyau, mesurant généralement entre 0,5 et 5 micromètres, soit dix fois plus fins qu'un cheveu. Elles sont capables de vivre de manière autonome dans des environnements variés : air, eau, sol, aliments...

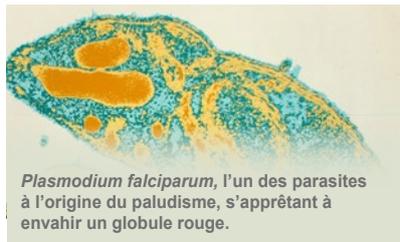


Bactérie *Escherichia coli*, que l'on retrouve par exemple dans notre microbiote intestinal, mais dont certaines souches peuvent être pathogènes.

Autres bactéries : *Listeria monocytogenes*, agent de la listériose ; *Corynebacterium diphtheriae*, agent de la diphtérie ; mais aussi les pneumocoques, streptocoques, staphylocoques...

● Parasites

Certains micro-organismes ne sont pas autonomes : ils ne peuvent survivre et se reproduire qu'au dépend d'un organisme hôte. Ce comportement « parasite » se retrouve chez de nombreux organismes, qui peuvent atteindre plusieurs mètres comme le ver intestinal, mais existe aussi chez des êtres vivants unicellulaires dont la forme varie énormément au cours de leur cycle de vie, selon l'organisme qu'ils infectent ou leur étape de développement.



Plasmodium falciparum, l'un des parasites à l'origine du paludisme, s'appropriant à envahir un globule rouge.

Autres parasites : *Leishmania infantum*, responsable de leishmanioses ; les trypanosomes tel *Trypanosoma gambiense*, qui entraîne la maladie du sommeil ; les amibes...

● Virus

Enfin, les plus petits des trois types de microbes sont les virus, dont la taille se mesure en nanomètres (10^{-9} m) et qui ne sont pas considérés comme des êtres vivants à part entière. Simplement composés d'une capsule protégeant leur matériel génétique, ces « agents infectieux » détournent le fonctionnement d'une cellule pour se multiplier.



Coronavirus SARS-CoV-1, agent du SRAS (Syndrome Respiratoire Aigu Sévère).

Autres virus : virus de l'immunodéficience humaine responsable du sida, papillomavirus, virus des hépatites...

FOCUS

La rougeole de retour en Europe ?



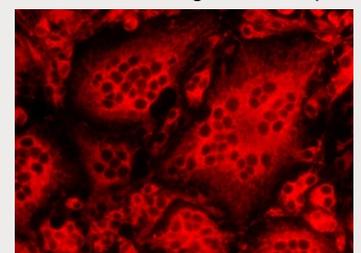
Au cours de l'année 2023, plus de 40 000 cas de rougeole, maladie due à un virus respiratoire, ont été signalés dans près de 40 pays du continent européen, principalement en Russie et au Kazakhstan, soit trente fois plus qu'en 2022. Les derniers mois ont connu une accélération du nombre de cas, appelant à des mesures urgentes.

Cette explosion en Europe, qui s'est accompagnée de près de 21 000 hospitalisations et 5 décès, est largement imputable à la diminution de la performance des systèmes de vaccination durant la pandémie de Covid-19. La circulation du virus de la rougeole avait également été ralentie par les mesures sanitaires limitant les déplacements nationaux et internationaux entre 2020 et 2022.

Il n'existe pas de traitement spécifique contre la rougeole qui, outre l'éruption cutanée caractéristique, peut entraîner des complications graves (notamment pulmonaires ou neurologiques) en particulier chez les nourrissons, mais également les adultes, chez lesquels la maladie est plus grave que chez les enfants. Seul le vaccin protège efficacement contre cette maladie, l'une des plus contagieuses,

responsable de plus de 200 000 décès en 2019 dans le monde. Il est donc impératif que tous les pays maintiennent une couverture vaccinale complète, supérieure à 95 % de la population, car des flambées épidémiques restent toujours possibles.

En Europe, l'Organisation mondiale de la Santé estime que plus de 1,8 million de nourrissons n'ont pas été vaccinés contre la rougeole durant la pandémie, mais chaque pays est exposé différemment au risque. En France, où la vaccination est obligatoire pour tous les enfants nés à partir du 1^{er} janvier 2018, la couverture vaccinale est estimée à 91,3 % et une centaine de cas ont été recensés en 2023. Au Royaume-Uni, où la vaccination contre la rougeole n'est pas obligatoire, la couverture vaccinale n'était que de 85 %, et plus de 521 cas ont été confirmés depuis le 1^{er} octobre 2023*. Des campagnes de vaccination d'urgence ont ainsi été mises en place dans les pays les plus touchés.



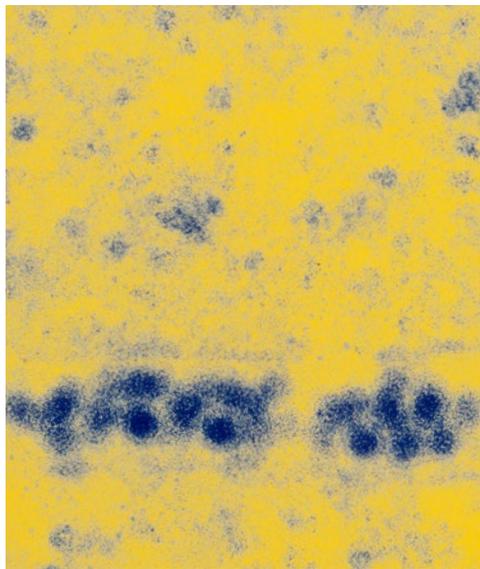
Cellules infectées par le virus de la rougeole.

* Chiffres au 17 février 2024.

MALADIES VECTORIELLES

Caraïbes : un possible retour de la fièvre jaune ?

Depuis plus d'un siècle, la fièvre jaune ne cause plus d'épidémies dans les Caraïbes alors que le moustique vecteur *Aedes aegypti* est toujours présent et que le virus circule dans des territoires voisins par des cycles forestiers.



Virus de la fièvre jaune dans des cellules humaines.

Une étude* a évalué la compétence vectorielle (aptitude à transmettre le virus) de 15 populations d'*Ae. aegypti* vis-à-vis de cinq génotypes du virus de la fièvre jaune (Bolivie, Ghana, Nigeria, Soudan et Ouganda). Les chercheurs ont démontré que les moustiques des Caraïbes et des Amériques étaient capables de transmettre ces cinq génotypes, avec une plus forte transmission des virus originaires d'Ouganda et de Bolivie. Les populations d'*Ae. aegypti* de la Martinique sont plus efficaces à transmettre le virus de la fièvre jaune que les autres populations de moustiques des îles voisines des Caraïbes et de celles d'Amérique du Nord et d'Amérique du Sud. Ces données suggèrent que le risque de réémergence de la fièvre jaune en Martinique est bien réel et qu'une propagation vers les autres îles des Caraïbes reste plausible. Ces résultats appellent à renforcer la surveillance des cas importés d'Afrique et à préparer un plan de réponses rapides en cas d'émergence.

* Étude menée par Gaëlle Gabiane dans l'unité Arbovirus et insectes vecteurs de l'Institut Pasteur, dirigée par Anna-Bella Failloux, avec Xavier de Lamballerie de l'Unité des Virus Emergents (Aix Marseille Université, Inserm, IHU Méditerranée Infection, Marseille), l'Université des Antilles, l'Institut Pasteur de Guadeloupe.



CAMBODGE

Un système d'alerte précoce pour la grippe aviaire

Le virus de la grippe aviaire représente une grave menace pour la santé publique dans de nombreux pays, et notamment au Cambodge où circulent des souches variées dont certaines hautement pathogènes comme le H5N1. En février 2023, 58 cas dont 36 décès ont été signalés dans ce pays, alors qu'aucun ne l'avait été depuis 2014.

À titre de comparaison, l'Organisation mondiale de la Santé a recensé 873 cas sur les 20 dernières années, dont 278 décès. Si le virus H5N1 ne semble pas se propager entre humains, sa prévalence dans les élevages augmente : le nombre de volailles tuées a triplé en 2023. Ces données laissent présager une forte augmentation du nombre de cas humains.

Pour faire face à cette menace, trois membres du Pasteur Network ont lancé le projet AVERT-Cam*, qui a pour objectif de développer un système d'alerte précoce au Cambodge. La génétique épidémiologique et la bio-informatique seront notamment utilisées afin de surveiller les populations humaine et aviaire sauvage comme d'élevage, et d'identifier les facteurs qui influencent la transmission, le maintien et la diversification du virus. Ces données fourniront des outils pour évaluer l'efficacité des mesures de contrôle mises en place par l'industrie avicole et les acteurs de la santé publique face aux souches les plus virulentes qui peuvent émerger tout autour du globe, souvent par l'intermédiaire des oiseaux migrateurs.

* Collaboration entre le Wellcome Sanger Institute (Royaume-Uni), l'Université de Toronto (Canada), l'Institut Pasteur (étude supervisée par François-Xavier Weill, Marie-Laure Quilici, unité des Bactéries pathogènes entériques) et l'Université de Sanaa (Yémen).

ÉPIDÉMIOLOGIE

La surveillance des eaux usées, un outil en plein essor

Durant la pandémie de Covid-19, les méthodes habituelles de surveillance épidémiologiques basées sur l'analyse d'échantillons humains ont montré des limites lorsque déployées à grande échelle et sur le long terme.

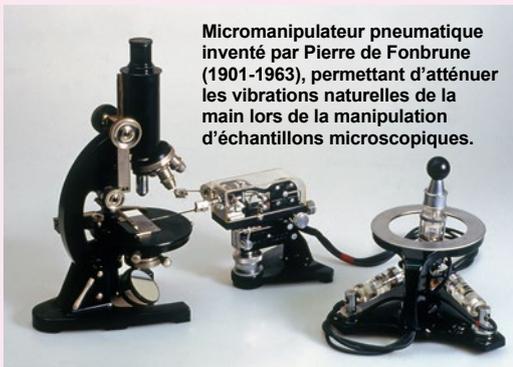


Des approches alternatives ont ainsi été mises en place : en France, le réseau Obépine* a été créé pour promouvoir la recherche sur l'analyse des eaux usées comme outil de surveillance épidémiologique du SARS-CoV-2. Cette méthode, susceptible de générer des signaux d'alerte avant même que la propagation d'un pathogène au sein de la population ne soit confirmée, pourrait s'avérer particulièrement efficace, notamment

dans les pays en développement. C'est avec cette perspective que l'Institut Pasteur, en collaboration avec le réseau Obépine, coordonne le projet ATLANTES** visant à transférer les connaissances nécessaires pour établir une surveillance du SARS-CoV-2 dans les eaux usées en Guinée, au Maroc et en Tunisie. Le déploiement de projets pilotes a démarré fin 2023 avec les membres du Pasteur Network, et ce type de surveillance pourra être étendu à d'autres pathogènes d'intérêt pour ces pays.

* Observatoire Épidémiologique dans les eaux usées.

** Alliance pour l'extension de la surveillance de pathogènes dans les eaux usées, projet financé par l'Agence française de développement (AFD).



Micromanipulateur pneumatique inventé par Pierre de Fonbrune (1901-1963), permettant d'atténuer les vibrations naturelles de la main lors de la manipulation d'échantillons microscopiques.



Ballons à col de cygne inventés par Louis Pasteur (1822-1895) pour démontrer que la théorie de la génération spontanée était impossible, 1878.

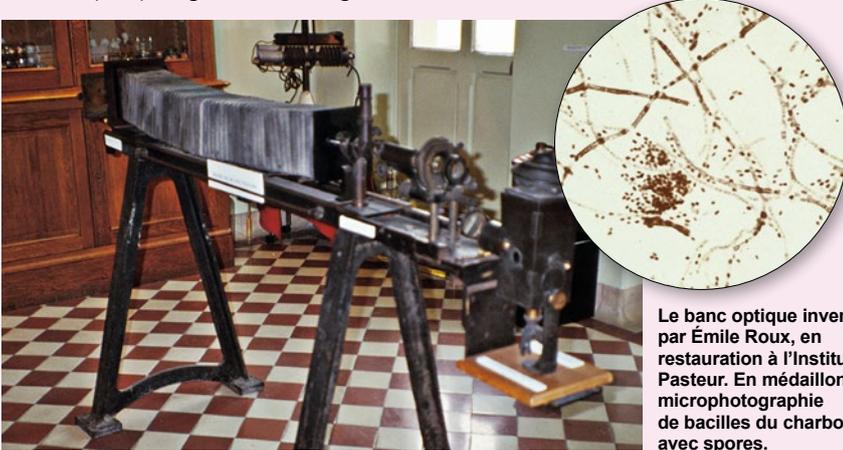
Que deviennent les trésors du musée Pasteur ?

En novembre 2022, le musée Pasteur a fermé ses portes pour mieux se réinventer, après avoir fait vivre pendant près de 90 ans l'appartement de Louis et Marie Pasteur, au cœur du bâtiment historique de l'Institut Pasteur.

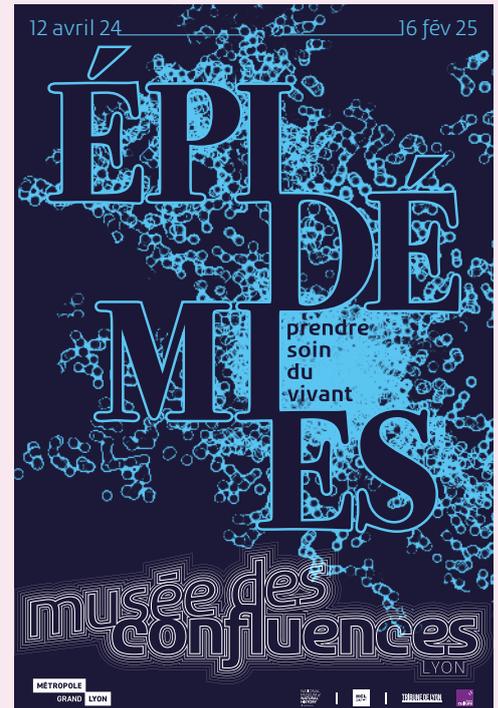
La première étape de ce chantier a été l'inventaire et le récolement des plus de 12 000 objets qui relatent à la fois la vie et l'œuvre scientifique de Louis Pasteur, l'histoire de son Institut, mais également différents jalons de l'histoire des sciences.

Ces collections uniques ne seront pas pour autant cachées à la vue du public jusqu'à la réouverture du musée Pasteur, prévue fin 2028. De nombreux objets et œuvres seront mis en dépôt ou prêtés à l'occasion d'expositions telle que celle se tenant actuellement, et jusqu'au 16 février 2025, au musée des Confluences à Lyon.

Parmi les objets d'exception qui seront présentés dans cette exposition, vous pourrez notamment découvrir le banc optique de Émile Roux, ou appareil photomicrographique, installé en 1887 à l'Institut Pasteur afin d'offrir des clichés précis du monde des microbes. Conçu d'après les indications du premier collaborateur de Louis Pasteur, le Docteur Émile Roux (1853-1933), il était à la pointe de la technologie de cette époque où la photographie commençait à remplacer le dessin scientifique, préfigurant les imageries modernes.



Le banc optique inventé par Émile Roux, en restauration à l'Institut Pasteur. En médaillon, microphotographie de bacilles du charbon avec spores.



EXPOSITION

De l'Antiquité à nos jours, les sociétés humaines ont toujours composé avec les épidémies, sans jamais cesser de leur chercher une explication.

Cette exposition développe la mémoire de ces visions du monde et des avancées scientifiques qui, comme les premières photographies de microbes par le Docteur Roux, « lieutenant » de Louis Pasteur et directeur de l'Institut de 1904 à 1933, ont révélé l'invisible et le rapport complexe que nous entretenons avec lui.

Musée des Confluences,
86 Quai Perrache, Lyon.
museedesconfluences.fr

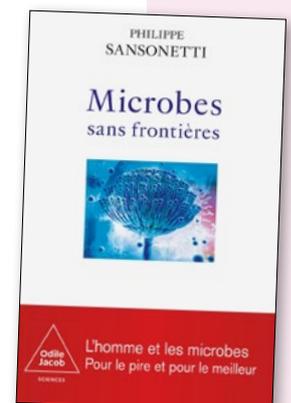
PARUTION

Microbes sans frontières

Philippe Sansonetti, éd. Odile Jacob, 384 pages, 27,90 €.



Alors que la science et la médecine semblaient enfin capable de soulager nos sociétés du fardeau des maladies infectieuses, de nouveaux défis mettent les systèmes de santé publique à rude épreuve, entre antibiorésistance, défiance vaccinale et émergence de nouveaux pathogènes. Philippe Sansonetti, professeur émérite à l'Institut Pasteur et au Collège de France, recense et analyse ces menaces qui ignorent les frontières nationales, géographiques, sociales et même celles existant entre les espèces. Face à ces risques, il défend la nécessité de nouvelles stratégies appuyées sur l'approche « une seule santé », car la santé humaine est inséparable de celle de son environnement, dont les microbes font intégralement partie.



GÉNÉROSITÉ

Pensez à la déclaration IFI!

Si la valeur nette de votre patrimoine immobilier excède 1,3 million d'euros, il vous est possible d'effectuer un don déductible de l'Impôt sur la Fortune Immobilière (IFI): 75% du montant de votre don à l'Institut Pasteur est déductible de cet impôt dans la limite d'une réduction de 50 000€.

Tout savoir sur l'IFI:
ifi.pasteur.fr

Vous y trouverez :

- le détail du calendrier des déclarations d'impôts 2024 ;
- une calculatrice pour évaluer le montant de déduction dont vous pouvez bénéficier en adressant un don à l'Institut Pasteur.



Pour poser toutes vos questions relatives à la fiscalité des dons et mettre en œuvre votre projet philanthropique, nous vous invitons à nous contacter: **Morgann Guyomarc'h** 01 45 68 87 59, **Charlotte Guiot** 01 40 61 31 84 ou **Caroline Cutté** 01 45 68 81 04

“ J'ai choisi de soutenir l'Institut Pasteur car son financement est extrêmement clair quant à l'utilisation des dons qui lui sont faits. Il est fondamental que tout un chacun puisse contribuer à la recherche française. »

Alain M.

LA DONATION TEMPORAIRE D'USUFRUIT

Cette donation consiste à abandonner à une fondation, telle que l'Institut Pasteur, par acte notarié, l'usufruit d'un bien (les revenus, les coupons ou les loyers) pour une période temporaire minimale de 3 ans. Elle garde tout son intérêt pour les propriétaires immobiliers assujettis à l'IFI. En effet, la donation temporaire d'usufruit portant sur un immeuble de rapport par exemple, permet de bénéficier d'une exonération d'IFI sur cet immeuble. Cet avantage fiscal n'est pas plafonné. Ainsi, les loyers sont perçus directement par la fondation, pour la durée de la donation, le donateur retrouvant la pleine propriété de son bien immobilier au terme de la donation. Cette disposition est, avec le « don IFI » vu plus haut, l'unique moyen d'optimiser les avantages fiscaux de l'IFI liés à votre générosité. Pour connaître en détail les modalités d'une telle donation, n'hésitez pas à nous contacter afin d'être accompagné(e) personnellement dans votre démarche.

INVITATION À L'INSTITUT PASTEUR

Vous êtes conviés à assister à deux conférences le

VENDREDI 28 JUIN
de 14h30 à 16h30

« Changements globaux et émergences de maladies vectorielles: mythe ou réalité ? »

par **Anna-Bella Failloux**, responsable de l'unité Arbovirus et insectes vecteurs



« La résistance des bactéries aux antibiotiques: une menace pour notre santé »

par **Philippe Glaser**, responsable de l'unité Ecologie et évolution de la résistance aux antibiotiques



Conférences gratuites sur inscription: scannez ce QR code ou rendez-vous sur

<https://institutpasteur28juin.eventbrite.fr>

BULLETIN D'ABONNEMENT et/ou DE SOUTIEN

Merci de bien vouloir nous le retourner à: Institut Pasteur – 25 rue du Docteur Roux – 75015 Paris

Je fais un don de :

30€ 45€ 60€ 75€ 100€ Autre montant €

Sur www.pasteur.fr

Par chèque bancaire libellé à l'ordre de l'Institut Pasteur

Je veux continuer à recevoir la Lettre de l'Institut Pasteur et je vous joins le montant de mon abonnement pour un an: soit 4 numéros au prix de 6 euros (non déductible).

Je souhaite recevoir en toute confidentialité et sans engagement, une documentation sur les possibilités de legs, donation et assurance-vie au bénéfice de l'Institut Pasteur.

Les données personnelles recueillies sur ce formulaire sont destinées à l'Institut Pasteur et à ses prestataires sous-traitants, à des fins de traitement de votre don, de votre abonnement à la Lettre de l'Institut Pasteur, d'émission de votre reçu fiscal, d'appel à votre générosité, d'envoi d'informations sur l'Institut Pasteur. Elles sont conservées pendant la durée strictement nécessaire à la réalisation des finalités précitées. Conformément à la Loi Informatique et Libertés, vous pouvez vous opposer à leur utilisation et disposez d'un droit d'accès pour leur rectification, limitation, portabilité ou effacement. Pour cela, contactez notre service Relations Donateurs – Institut Pasteur, au 25 rue du Docteur Roux 75015 Paris ou à dons@pasteur.fr. Vous pouvez par ailleurs contacter notre délégué à la protection des données personnelles par e-mail à dpo@pasteur.fr, ou à l'adresse: Délégué à la protection des données, Institut Pasteur, Direction juridique, 28 rue du Docteur Roux 75724 Paris Cedex 15. En cas de difficulté, vous pouvez également introduire une réclamation auprès de la CNIL. Vos coordonnées peuvent être communiquées à d'autres organismes faisant appel à la générosité du public, sauf avis contraire de votre part en cochant la case ci-contre ou être envoyées hors Union Européenne pour production de courriers, sauf avis contraire de votre part en cochant la case ci-contre .



MES COORDONNÉES

Nom

Prénom

Adresse

La lettre de l'Institut Pasteur



Lettre trimestrielle éditée par l'Institut Pasteur

Directrice de la publication: Yasmine Belkaid • Directeurs de la rédaction: Antoine Bogaerts, Frédérique Chegaray • Rédactrice en chef: Corinne Jamma • Rédaction: Arthur Amiel, Corinne Jamma • Ont participé à ce numéro: Laurence Isnard, Sarah Bonnet, Aurélie Perthuisson, Myriam Rebeyrotte, François-Xavier Weill, Oula Itani, Alice Henry-Tessier • Direction artistique, réalisation: BRIEF • Crédit photos: © Institut Pasteur - colorisation Jean-Marc Panaud / Denis Guyenon, The Pulses / Francois Gardy / Stéphane Fremont, Jérémy Dufflo, Arnaud Echard, Timothée Frédéric Tangy, Thomas Mourez / Christine Schmitt, Anubis Vega Rua / Musée Pasteur; © Sarah Bonnet; © Alexis Dziedzic; © Isabelle Louradour; © Yves Froehlich; Olivier Telle; © William Beaucardet; © Sadedd Marzouki / AFD; © Adobe stock, D.R. • Impression: Imprimerie Bulls Market Group • N° de commission paritaire: 0127 H 88711 • ISSN: 1243-8863 • Abonnement: 6 euros pour 4 numéros par an • Contact: Institut Pasteur – 25, rue du Docteur Roux 75015 Paris – Tél. 01 40 61 33 33

Cette lettre a été imprimée sur du papier et selon des procédés de fabrication respectueux de l'environnement.

