

ÉDITO



Des maladies à risque d'émergence

Un des axes prioritaires de notre plan stratégique 2019-2023 concerne les maladies infectieuses émergentes, et la pandémie de Covid-19 a dramatiquement souligné la pertinence de notre choix scientifique. D'autres menaces se profilent, qu'il faut anticiper pour éviter de nouvelles épidémies : les maladies « vectorielles » en font partie. Paludisme, chikungunya, Zika, dengue, maladie de Lyme... Elles sont dues à des microbes transmis par des moustiques, des tiques, des puces, des mouches (les « vecteurs »). Avec plus de 20 équipes mobilisées, nous avons une expertise mondialement reconnue sur ces maladies, que nous voulons renforcer. Comme vous le lirez dans l'Entretien (p. 5), nous allons construire un vaste bâtiment, un *Pôle de recherche sur les maladies vectorielles* équipé de plateformes d'imagerie de pointe uniques au monde et d'insectariums ultra-modernes. Car c'est en connaissant les liens intimes établis entre les microbes, les vecteurs et les humains que nous éviterons à ces maladies de prendre le dessus. Merci de nous accompagner dans ce grand projet.

Pr Stewart Cole,

Directeur général de l'Institut Pasteur

LE DOSSIER



Petites bêtes et grands fléaux

Moustiques tigres *Aedes albopictus*.

Moustiques, mouches piqueuses, puces, tiques... qui n'a pas subi l'agacement des démangeaisons de piqûres d'insectes ou le désagrément de trouver une petite boule accrochée à sa peau de retour d'une promenade en forêt. C'est pourtant bien peu de choses face aux maladies souvent graves voire mortelles que peuvent transmettre certaines de ces petites bêtes qu'on nomme arthropodes.

SUITE P. 2



P. 08

ACTUALITÉS

**Un candidat-vaccin
contre l'asthme**



P. 09

QUESTION MÉDECINE

**Maladie d'Alzheimer :
combien de cas
dans le monde ?**



P. 10

INTERNATIONAL

**Un laboratoire mobile
pour l'Institut Pasteur
de Madagascar**



Racines aériennes de Pandanus servant de gîtes de repos pour les moustiques.



Moustique anophèle.



Des moustiques anophèles sont vecteurs du parasite du paludisme, leurs cousins *Aedes* d'arbovirus (fièvre jaune, dengue, Zika ou chikungunya), la mouche tsé-tsé transmet le parasite de la maladie du sommeil, les tiques plusieurs agents pathogènes dont la bactérie de la maladie de Lyme, de plus en plus présente en France et en Europe, des puces, le bacille de la peste...

Toutes ces maladies, qu'elles soient dues à des parasites, des virus ou des bactéries, sont appelées maladies vectorielles, car le microbe en cause, on l'a vu, est transmis par un vecteur. La très grande majorité d'entre elles ne sont pas transmissibles directement d'un humain à l'autre. Le vecteur, qui n'est pas « malade », se contamine sur un animal ou un homme infecté, puis transmet le pathogène à un autre individu : le moustique femelle pique l'homme pour un repas de sang contenant les protéines nécessaires au développement de ses œufs (le mâle, lui, se nourrit de nectar de fruits...); la puce elle contamine par régurgitation.

Un million de décès et des centaines de millions de cas annuels

De grandes épidémies de maladies vectorielles ont marqué l'Histoire comme le paludisme, le typhus (transmis par des poux) ou la peste : la « peste noire » (1347-1351) tuera à elle seule au Moyen Âge entre 30 et 50 % de la population européenne ! Elle n'a d'ailleurs pas disparu et fait même un retour inquiétant dans certains pays (voir encadré p.3). Aujourd'hui, d'après l'Organisation mondiale de la Santé, « les maladies à transmission vectorielle sont responsables de plus de 17 % des maladies infectieuses, et provoquent plus d'un million de décès chaque année. » Elles rendent malades des dizaines de millions de personnes, parfois touchées par des formes graves voire chroniques et handicapantes.

La maladie vectorielle la plus meurtrière est le paludisme, infection due à un parasite transmis par les moustiques anophèles, véritables serial killers responsables chaque année de



Pourquoi n'y a-t-il pas de fièvre jaune en Asie ?



« L'une des principales énigmes dans l'histoire des maladies infectieuses est l'absence de fièvre jaune en Asie, ce virus étant historiquement endémique en Afrique subsaharienne et en Amérique du Sud » explique **Anna-Bella Failloux**, responsable de l'unité Arbovirus et Insectes Vecteurs à l'Institut Pasteur. Fin 2016, cette maladie a ré-émergé

dans des régions du Brésil où elle avait disparu, faisant plus de 2 000 cas et 676 décès. « Une crainte majeure de l'Organisation mondiale de la Santé aujourd'hui est de voir ce virus émerger en Asie-Pacifique. » poursuit la chercheuse. « Nous cherchons donc à évaluer ce risque. Une alerte a eu lieu en 2016 : des Chinois venus travailler en Angola, pays touché alors par une épidémie de fièvre jaune qui a fait 3 000 cas et des centaines de décès, ont déclaré la maladie de retour dans leur pays. Ils sont donc bien réceptifs à la fièvre jaune. Nous avons donc voulu savoir ce qui se passait du côté des moustiques vecteurs. Après avoir réalisé des infections expérimentales de moustiques *Aedes aegypti* prélevés à Singapour, Taiwan, Thaïlande et Nouvelle-Calédonie, nous avons montré

que ces moustiques de la région Asie-Pacifique étaient des vecteurs tout à fait compétents du virus de la fièvre jaune,

capables de le transmettre 14 jours après une infection orale. » Si l'homme comme le moustique en Asie peuvent être infectés par le virus, pourquoi la maladie ne gagne-t-elle pas cette région du monde ? « Nous voulons le comprendre pour anticiper une éventuelle émergence. Plusieurs hypothèses sont à l'étude. Le virus de la fièvre jaune pourrait entrer en compétition avec un autre virus présent en Asie. Ou bien le cycle sauvage classique du virus de la fièvre jaune – avec circulation en forêt dans des populations de singes –, indispensable pour la persistance d'un cycle urbain, est absent par manque d'introduction de suffisamment de cas humains. » La peur de nouvelles émergences virales, considérablement renforcée par la pandémie de SARS-CoV-2, vient souligner s'il le fallait l'importance de telles recherches.



Virus de la fièvre jaune.

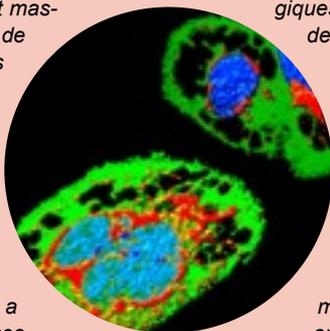
Moustiques des villes, moustiques des champs, et la menace du Zika africain



Responsable de l'unité Interactions Virus-Insectes à l'Institut Pasteur, **Louis Lambrechts** s'intéresse au moustique *Aedes aegypti* vecteur majeur d'arbovirus (dengue, Zika, chikungunya, fièvre jaune), et à ses deux sous-espèces : celle native africaine et la sous-espèce invasive, qui a colonisé toutes les zones tropicales du monde.

« L'histoire débute en Afrique il y a 5 à 10 000 ans,

une partie du continent subissant un assèchement massif. » explique le chercheur. « Certaines populations de moustiques, ne trouvant pas de gîtes larvaires dans des trous d'arbres ou des creux de rochers habituellement remplis d'eau de pluie, ont exploité les récipients artificiels dans lesquels l'homme stocke l'eau - cruches, jarres, tonneaux - et se sont mis à piquer préférentiellement l'Homme... ». La sous-espèce native adepte des gîtes naturels est restée cantonnée en Afrique, et l'invasive s'est répandue dans d'autres zones tropicales. « Quand le commerce transocéanique s'est développé il y a 400 ans après la découverte du Nouveau Monde, ces moustiques d'Afrique ont voyagé par bateau, notamment avec les esclaves : c'est ainsi qu'*Aedes aegypti* a atteint l'Amérique du Sud, puis s'est répandu secondairement en Asie. La forme invasive se développant



Cellule infectée par le virus Zika.
En rouge : protéine virale.
En vert : cellule.
En bleu : noyau.

dans des récipients artificiels (pneus usagés, récipients abandonnés, gouttières, pots de fleurs...) a la capacité d'envahir les milieux urbains. » L'équipe pasteurienne a récemment étudié l'émergence du virus Zika. « Ce flavivirus obscur isolé pour la première fois il y a 70 ans en Ouganda semblait bénin, et a soudainement déclenché des épidémies massives, notamment en 2015 au Brésil, faisant les gros titres des journaux décrivant des complications neurologiques et des cas de microcéphalies chez les nouveau-nés de mères infectées. »

En étudiant un panel de virus Zika représentatif de sa diversité mondiale, les chercheurs ont découvert qu'entre un lignage de Zika africain et le lignage asiatique, le virus africain était plus virulent. Le paradoxe est que les virus Zika isolés d'épidémies appartiennent tous au lignage asiatique, et que la seule épidémie majeure répertoriée en Afrique, survenue au Cap-Vert en 2015, était due à un virus Zika asiatique importé du Brésil. « Nous avons montré que les moustiques présents en Afrique ont une aptitude bien moindre à transmettre le virus Zika quelle que soit son origine, ce qui a dû contribuer à empêcher les épidémies sur ce continent. Mais dans certaines régions d'Afrique, les deux sous-espèces d'*Aedes aegypti* sont en train de s'hybrider : on risque de voir surgir des moustiques plus permissifs au virus Zika africain, beaucoup plus dangereux. »

• • •

219 millions de cas dans le monde et de plus de 400 000 morts, des enfants de moins de 5 ans pour la plupart. Si le paludisme est présent en Amérique du Sud et en Asie du Sud-est, la majorité des décès survient en Afrique, où prédomine l'espèce de parasite la plus dangereuse, *Plasmodium falciparum* (5 espèces de *Plasmodium* peuvent infecter l'Homme). Le parasite est de plus en plus résistant aux médicaments antipaludéens de dernière génération, et le moustique vecteur est devenu résistant aux insecticides. Une meilleure compréhension du couple Anophèle/*Plasmodium* laisse espérer la mise au point de nouveaux moyens de lutte anti-vectorielle, comme la lutte dite biologique, par des bactéries ou des champignons capables de tuer le moustique mais inoffensifs pour les humains (voir encadré p. 4).

Des maladies « tropicales » en France

Si le paludisme reste aujourd'hui cantonné aux zones subtropicales, d'autres maladies vectorielles jusqu'ici limitées à ces régions du globe menacent aujourd'hui l'Europe.

SUITE P. 4

• • •

La peste sévit toujours !



Si le dernier cas de peste en France date de 1945, quelques années après la « peste des chiffonniers » à Paris (1920), la maladie reste endémique dans plusieurs pays du monde et est même considérée comme ré-émergente par l'Organisation mondiale de la Santé. États-Unis, Pérou, Mongolie, Ouganda rapportent par exemple régulièrement des cas, et des rongeurs porteurs du bacille en cause sont aussi présents en Russie et en Chine. En 2017, une

épidémie à Madagascar a fait 2 414 cas et 202 décès, et aujourd'hui, l'infection frappe dans une zone de conflits au nord-est de la République Démocratique du Congo. Découvert à Hong Kong en 1894 par le pasteurien Alexandre Yersin, le bacille *Yersinia pestis* a pour réservoirs des rongeurs et pour vecteur la puce. Il provoque trois formes de maladie, fulminantes et souvent mortelles : la peste bubonique, la peste septicémique et la peste pulmonaire, la seule qui soit contagieuse d'un humain à l'autre. « Il existe des antibiotiques efficaces, mais ils doivent être administrés dans les 24 à 48h selon le type de peste », souligne **Javier Pizarro-Cerda**, responsable de l'unité *Yersinia* et du Centre collaborateur OMS pour la peste. « D'où l'intérêt des bandelettes de diagnostic rapide utilisables au chevet des malades mises au point par les instituts Pasteur de Paris et de Madagascar, et utilisées depuis 2003. Nous développons actuellement des tests de deuxième génération pour augmenter encore leur spécificité, et travaillons à un vaccin qui serait très utile dans les zones endémiques. » L'équipe étudie également l'histoire évolutive de la peste dans le monde, grâce à la collection de *Yersinia pestis* de l'Institut Pasteur, la plus importante du monde en terme de diversité, et cherche à savoir si la peste aurait influencé le système immunitaire de l'Homme, en étudiant les génomes de personnes décédées pendant les grandes épidémies de peste du Moyen Âge.

Pneu contenant de l'eau
servant de gîte aux moustiques
du genre *Aedes*, vecteurs
de la dengue.



Mieux cibler la lutte anti-moustiques



« *Un moustique vecteur n'est pas une simple navette. Il existe tout un processus d'infection de l'insecte par le pathogène que nous cherchons à décrypter, car le vecteur est la cible prioritaire pour contrôler la maladie* », explique **Kenneth Vernick**, responsable de l'unité de Génétique et Génomique des Insectes Vecteurs à l'Institut Pasteur.

« *Traditionnellement, des insecticides chimiques ont été utilisés pour éliminer les moustiques vecteurs. Mais c'est un cercle vicieux : les moustiques deviennent résistants à ces insecticides et il faut alors en utiliser des quantités de plus en plus importantes. Nous voulons nous éloigner de ces outils néfastes pour la santé des animaux et des hommes, et pour l'environnement.* » Il s'agit dans un premier temps de mettre au point des insecticides « biologiques » appelés « biocides ». L'équipe de Kenneth Vernick étudie notamment des champignons entomopathogènes, toxiques pour les insectes mais pas pour l'homme et les autres animaux. L'objectif est de comprendre précisément comment un champignon microscopique tue le moustique et de développer une formulation, comme la pulvérisation, utilisable à grande échelle, ainsi que des moyens stables de stocker le biocide. En parallèle, une deuxième voie de contrôle est en cours d'investigation : elle consisterait à empêcher le moustique de s'infecter. « *Lorsque qu'on donne le même repas de sang contenant un pathogène à des moustiques, certains s'infectent et d'autres non : ceux-là ont une immunité qui les protègent de l'infection. La finalité est non pas de tuer les moustiques mais d'augmenter leur immunité contre des pathogènes humains pour bloquer leur capacité de transmission. C'est une recherche plus rationnelle basée sur l'étude des différences génétiques entre ces moustiques.* » L'équipe a déjà trouvé en 2019, lors d'études de terrain au Burkina Faso, au Mali, en Guinée Conakry et au Kenya, un marqueur génétique qui distingue des moustiques Anophèles extrêmement efficaces ou au contraire peu efficaces pour transmettre le parasite du paludisme. « *Nous avons localisé un morceau de chromosome du moustique contenant des centaines de gènes, et nous cherchons parmi eux ceux réellement en cause.* » D'autres études menées en collaboration avec l'équipe d'Anna-Bella Failloux (voir encadré p. 2) visent à comprendre pourquoi les moustiques Anophèles vecteurs du parasite du paludisme sont réfractaires aux arbovirus (dengue, chikungunya, Zika...) et inversement pour les *Aedes*. Là encore, des voies à cibler pour la lutte anti-vectorielle pourraient être mise à jour.



La dengue est l'infection virale la plus répandue transmise par les moustiques du genre *Aedes*. Plus de 3,9 milliards de personnes dans 129 pays sont exposées au risque de contracter cette infection, qui provoque une sorte de « grippe tropicale » grave chez 96 millions de personnes chaque année dans le monde, dont 40 000 décèdent d'une forme très sévère dite hémorragique. Des cas de dengue acquis sur le territoire (par opposition aux cas « importés » par des voyageurs) surviennent désormais en France : une vingtaine en 2020 (dans un contexte « Covid » qui a fortement limité les déplacements internationaux). Des cas de chikungunya sont aussi survenus dans l'hexagone. Encore limitées, ces récentes émergences inquiètent et le phénomène est sous haute surveillance. En cause : le « moustique tigre » *Aedes albopictus* et son incroyable invasion du sud de l'Europe.

Comment le moustique tigre a profité du commerce des pneus rechapés

Originaire d'Asie, ce moustique serait arrivé dans nos contrées grâce au commerce des pneus rechapés, l'eau stagnante en leur fond favorisant la prolifération des larves, toujours aquatiques. Le moustique tigre serait ainsi passé du Japon aux États-Unis dans les années 80. Le développement du commerce des pneus entre les États-Unis et l'Italie aurait ensuite permis l'arrivée de ce moustique en Europe, dans les années 90. D'Italie, il est passé à la faveur des transports routiers sur la Côte d'Azur, où il a été identifié pour la première fois en 2004, et les premiers cas de dengue et de chikungunya acquis sur le territoire ont été recensés en France à la fin de l'été 2010. Le moustique tigre est aujourd'hui présent dans 66 départements français et a atteint l'Île-de-France : il est désormais bien implanté dans le pays, et le réchauffement climatique y est pour beaucoup. Il peut aussi transmettre le virus Zika, un virus longtemps considéré comme inoffensif (voir encadré p. 3) qui a émergé en 2013 dans le Pacifique puis au Brésil en 2015, où l'on compta 4 000 cas de microcéphalies, des enfants de mère infectées naissant avec de petites têtes, un déficit cognitif et une courte espérance de vie.

SUITE P. 6





L'ENTRETIEN

Philippe Bastin

Responsable de l'unité de Biologie cellulaire des Trypanosomes et coordinateur du projet de Pôle de recherche sur les maladies vectorielles à l'Institut Pasteur.



Cytosquelette de *Trypanosoma brucei*, parasite responsable de la maladie du sommeil transmise par la mouche tsé-tsé.

« Le risque d'épidémies de maladies vectorielles, y compris dans les régions tempérées, ne cesse d'augmenter. Notre nouveau Pôle, carrefour entre différentes disciplines, a pour ambition d'anticiper ces menaces et d'y faire face. »

L'étude des maladies vectorielles est historique à l'Institut Pasteur, avec la découverte du parasite du paludisme par Alphonse Laveran (1880), du bacille de la peste par Alexandre Yersin (1894) ou du rôle du pou dans la transmission du typhus par Charles Nicolle (1909). Qu'en est-il aujourd'hui ?

L'Institut Pasteur est un des pôles les plus importants de recherche sur ces maladies en France et dans le monde avec une vingtaine d'équipes travaillant sur des maladies vectorielles - paludisme, dengue, Zika, Chikungunya, fièvre jaune, maladie du sommeil, leishmaniose, peste... Certaines étudient les pathogènes, pour comprendre par exemple comment des virus envahissent nos cellules. D'autres les vecteurs, pour évaluer leur capacité vectorielle ou ce qui les rend sensibles à tel parasite ou tel virus. D'autres explorent ces maladies dans des modèles animaux. Ce qui nous manque souvent, c'est une vision globale, intégrant la triade microbe-vecteur-hôte.

D'où le projet d'un Pôle de recherche sur les maladies vectorielles, que vous coordonnez ?

Oui, l'idée est née en 2013 et un nouveau bâtiment verra le jour en 2025. Une des motivations a concerné l'imagerie de l'infection. Une de nos équipes a fait des avancées majeures sur le paludisme en visualisant en direct les parasites dans l'organisme d'un hôte souris. Malheureusement, nous manquons d'infrastructures pour étendre ces recherches à d'autres maladies qui nécessitent un environnement de sécurité de niveau 3. Il nous faut installer des microscopes de pointe dans ce type de laboratoires, ce qui est indispensable pour l'étude de la plupart des maladies vectorielles. Ils seront placés en sous-sol,

pour les protéger des vibrations, avec en plus une plateforme de nanoimagerie unique au monde, qui permettra d'étudier de nombreux agents pathogènes, au-delà des maladies vectorielles. Autre enjeu : nous souhaitons regrouper, moderniser et développer les insectariums, avec, au-delà des moustiques et des mouches, la création d'élevages de puces et de tiques. L'addition d'un espace de quarantaine pour héberger de nouvelles souches de vecteurs et d'un P3 dédié aux situations d'urgence nous permettra de réagir plus rapidement en cas d'épidémies.

De nouvelles thématiques de recherche vont-elles être lancées ?

Une dizaine d'équipes du campus va intégrer ce nouveau bâtiment, et de nouvelles devraient être recrutées, sur la maladie de Lyme par exemple, présente en France. Il faut souligner que le risque d'épidémies de maladies vectorielles, y compris dans les régions tempérées, ne cesse d'augmenter. Depuis le début du projet, on a vu l'émergence du virus Zika, une épidémie de peste à Madagascar, et l'installation du moustique tigre en France. Notre nouveau Pôle, carrefour entre

microbiologie, virologie et parasitologie, a pour ambition d'anticiper ces menaces et d'y faire face.

Vous-même travaillez sur la maladie du sommeil. Qu'a découvert votre équipe ?

Cette maladie causée par un parasite transmis par la mouche tsé-tsé, est en voie d'élimination, avec 700 cas annuels recensés en Afrique de l'Ouest et dans le bassin du Congo. Mais comme souvent, le dernier coup est le plus dur à porter ! Dans notre unité, Brice Rotureau, aujourd'hui à l'Institut Pasteur de Guinée, a découvert que le parasite, un trypanosome, peut se loger dans la peau d'où il peut être transmis à la mouche tsé-tsé. Or le diagnostic se fait en visualisant le parasite dans le sang : il peut donc être négatif alors que la personne est bien porteuse du parasite. Ces personnes asymptomatiques représentent donc un risque de ré-émergence de la maladie...

L'étude du trypanosome a aussi permis des avancées sur des pathologies bien présentes dans les pays occidentaux.

En effet, notre équipe s'intéresse au fonctionnement du flagelle grâce auquel le Trypanosome se déplace. Il sert de modèle à l'étude des ciliopathies, des maladies génétiques qui affectent les cils présents sur de nombreuses cellules du corps : oeil, rein, tractus respiratoire... En introduisant chez le trypanosome les mutations génétiques observées chez les patients, on peut répliquer au niveau de son flagelle les défauts des cils des cellules malades. Le parasite a d'ailleurs servi au diagnostic de certains cas de dyskinésie ciliaire primitive, une maladie génétique qui touche une personne sur 20 000.

“

Le parasite de la maladie du sommeil est devenu un modèle pour des maladies génétiques présentes en France.”



La chasse aux pathogènes de tiques



Les tiques peuvent transmettre des microorganismes à l'origine de diverses maladies : la maladie de Lyme, provoquée par une bactérie, est la plus courante en France, et l'encéphalite à tiques, due à un virus, y est également présente, en Alsace, comme dans l'est de l'Europe. Mais il existe toute

une gamme de maladies dont on sait qu'elles sont consécutives à une morsure de tique, mais qui ne sont pas « étiquetées », car on ne connaît pas le pathogène en cause. « Pour pouvoir améliorer le diagnostic des maladies à tiques, il faut étudier en amont ce qu'elles peuvent transmettre. C'est pourquoi nous explorons des tiques présentes sur différents continents, et en France, pour comprendre quels types de virus elles hébergent », explique **Marc Eloit**, responsable du laboratoire Découverte de pathogènes à l'Institut Pasteur. Grâce à des techniques de séquençage à haut débit, son équipe détecte quantité de virus hébergés par des tiques et des moustiques collectés dans plusieurs régions du monde.

« Au-delà du catalogue, l'important est surtout de savoir si ces virus sont transmissibles, en particulier à l'Homme, en recherchant par exemple les anticorps correspondants chez les personnes exposées ou le génome viral chez des personnes malades. Nous avons notamment découvert dans des tiques collectées en Thaïlande une nouvelle famille de virus, les *Jingmenvirus*, que nous avons d'ailleurs également isolés de tiques de Guadeloupe et de Martinique, et ces virus pouvaient infecter les mammifères y compris les humains. Apparentés aux arbovirus transmis par les moustiques, les *Jingmenvirus* ont depuis été trouvés chez de nombreux hôtes invertébrés et vertébrés. » L'équipe de Marc Eloit participe également à l'étude O'Ticks réunissant l'Inra, l'Institut Pasteur et plusieurs hôpitaux français : « Nous cherchons à découvrir si des personnes atteintes de maladie de Lyme, souffrant soit de sa forme classique, soit d'une forme tardive, auraient été co-infectées par d'autres pathogènes que la bactérie *Borrelia burgdorferi*. »



Le moustique *Aedes aegypti* est vecteur des virus de la dengue, du chikungunya, de la fièvre jaune et de Zika.

Les hommes voyagent, les vecteurs aussi, et les microbes qu'ils véhiculent se propagent.



L'épopée du moustique tigre rappelle celle beaucoup plus ancienne d'un autre moustique, *Aedes aegypti*, vecteur des mêmes virus, passé de l'Afrique aux Amériques en bateau lors du commerce des esclaves : la présence des arbovirus en Amérique du Sud a cette triste époque pour origine.

Les hommes voyagent, les vecteurs aussi, et si tentés qu'ils trouvent à destination les conditions appropriées, les microbes qu'ils véhiculent se propagent. Un des grands mystères aujourd'hui est l'absence de fièvre jaune, elle aussi transmise par les moustiques *Aedes*, en Asie : les risques potentiels justifient qu'on se penche de près sur la question (voir encadré p.2).

La maladie de Lyme de plus en plus présente en Europe

Une autre maladie vectorielle très surveillée en France n'a, elle, aucune origine tropicale. Infection des régions tempérées, la maladie de Lyme est due à une bactérie (*Borrelia burgdorferi*) transmise par des tiques du genre *Ixodes*, dont l'aire de répartition augmente depuis les années 80 en Europe : selon Santé Publique France, 50 000 cas sont

désormais diagnostiqués chaque année en France, dont 800 nécessitent une hospitalisation. Caractérisée par l'apparition d'une tâche sur la peau (érythème migrant), elle peut, en l'absence d'un traitement antibiotique, provoquer des manifestations neurologiques (paralysie faciale, méningite isolée...), articulaires, cardiaques ou ophtalmologiques. La présence d'autres pathogènes connus ou inconnus chez les tiques est activement recherchée (voir encadré ci-dessus).

Réchauffement climatique, mouvements de population, déforestation et réduction de la biodiversité modifient profondément et de plus en plus rapidement la distribution des vecteurs. L'urbanisation croissante et l'élevage intensif augmentent la densité d'organismes hôtes et sont propices à une circulation plus rapide des microbes transmis par les vecteurs. La probabilité d'épidémies de maladies vectorielles de grande ampleur, y compris dans les régions tempérées, ne cesse d'augmenter. D'où l'importance des recherches sur ces maladies et les vecteurs qui les transmettent, pour mieux les combattre, mais aussi anticiper leur émergence.

DOSSIER RÉALISÉ PAR LA RÉDACTION



Virus chikungunya bourgeonnant à la surface de cellules infectées de moustique *Aedes albopictus*.

Anna-Bella Failloux, entomologiste

« Un moustique, c'est magnifique ! »

Responsable de l'unité Arbovirus et insectes vecteurs à l'Institut Pasteur, Anna-Bella Failloux se passionne pour les moustiques, dont le fameux moustique tigre, et leur capacité à transmettre des virus à l'Homme – Zika, chikungunya, dengue, fièvre jaune...

Anna-Bella nous vient de loin. Elle naît et grandit à Papeete sur l'île de Tahiti, en Polynésie française. Attirée tôt par la biologie, elle est marquée par une enseignante en sciences naturelles, une religieuse très autoritaire du lycée catholique où elle étudie. « Elle était parfois horrible, nous traitait de « coco sec » quand on ne répondait pas à une question ! », se souvient la chercheuse. « Mais elle m'a appris la rigueur, et c'est à la base du métier de chercheur ; et aussi le courage et la modestie, car le culte du moi détruit le travail collectif. » Forte de ces valeurs, Anna-Bella, bac scientifique en poche, part faire ses études de biologie en métropole, à l'université Paul Sabatier à Toulouse. Après la découverte des insectes ravageurs de plantes en physiologie végétale, elle suit un DEA d'entomologie. De retour à Tahiti en 1987, Anna-Bella travaille à l'Institut Malardé (alors membre du Réseau International des Instituts Pasteur) sur la lutte insecticide et sur les moustiques locaux *Aedes polynesiensis*, vecteurs de la filariose lymphatique, puis prépare une thèse de doctorat sur cette maladie, en partie à Montpellier.



À gauche : Observation de larves de moustiques par Anna-Bella Failloux et Marie Vazeille, chercheuse dans son laboratoire. À droite : Tête de moustique femelle *Aedes albopictus*, vecteur du virus de la dengue et du chikungunya.

En 1988, elle suit à Paris le cours Pasteur d'entomologie médicale qui la conforte dans son choix : faire de cette discipline sa spécialité. Après sa soutenance de thèse en 1993 : retour à l'Institut Malardé en Polynésie. « Entre-temps j'ai épousé un parisien qui supportait mal l'insularité. Nous sommes tout de même restés quatre ans avant de nous installer en métropole. J'ai alors décidé de faire un post-doctorat et j'ai pu rencontrer François Rodhain, entomologiste médical à l'Institut Pasteur... qui pour moi était un endroit mythique ! Il m'a accueilli dans son laboratoire. » Après son post-doc, elle devient assistante scientifique en 1996, et ne quittera plus l'Institut Pasteur, où elle aura sa propre équipe dès 2011. « J'ai fait mon petit chemin sur les moustiques et les virus, passant du département Ecologie au département Infection & Epidémiologie, puis Virologie. »

Anna-Bella Failloux jouit aujourd'hui d'une renommée internationale pour son expertise sur la transmission des arbovirus et sur les infections expérimentales des moustiques vecteurs. Elle est particulièrement sollicitée – par les autorités sanitaires mais aussi les médias – lors d'épidémies dues à des arbovirus. Quand le chikungunya frappe l'île

de La Réunion en 2005, elle part sur place collecter des moustiques pour mieux comprendre l'épidémie. Elle mobilise son équipe sur le virus Zika lors d'une épidémie au Brésil en 2015, travaille sur la dengue, entre laboratoire et terrain. Spécialiste du moustique tigre, elle participe à sa surveillance en France, et se consacre aujourd'hui à l'étude de la fièvre jaune (voir p.2) tout en dirigeant avec enthousiasme le cours d'entomologie médicale* de l'Institut Pasteur.

Pour Anna-Bella Failloux, « Un moustique, c'est magnifique ! Ces écailles qui brillent, cette forme très esthétique. Et ce lien avec le sang : c'est fascinant un moustique qui vous prend du sang ! Tous les moustiques ne le font pas. Les moustiques hématophages ont dû avoir un avantage à un moment de l'Évolution, ils pondent plus d'œufs et ont une capacité d'adaptation impressionnante. » Chez Anna-Bella, l'humour n'est jamais bien loin et elle conclut en soulignant : « Si on devait me mettre en compétition avec un des moustiques que j'étudie, je perdrais ! Une femelle de moustique est bien plus productive que moi : j'ai fait deux enfants, et elle pond 1000 à 2000 œufs ! »

* « Insectes vecteurs et transmission d'agents pathogènes ».



Mission entomologique en Thaïlande.

COVID-19

L'immunité un an après

Pendant 422 jours, 1 309 personnels hospitaliers dont 393 ayant eu une forme légère du SARS-CoV-2 et 916 n'ayant pas contracté l'infection ont été suivis dans le cadre de l'étude SEROCOVID-HUS*. Un an après l'infection, 97 % des individus ont gardé leur anticorps anti-S (contre la protéine Spike).

Ces anticorps baissent plus rapidement chez les hommes que chez les femmes mais persistent chez presque tout le monde jusqu'à 13 mois après l'infection. La comparaison des 2 cohortes a révélé 69 nouvelles infections dont 32 au cours de la 3^e vague pour les 916 personnels hospitaliers et une seule réinfection, asymptomatique, a été observée dans l'autre groupe : l'incidence de réinfection a été réduite de 96,7 % chez les Covid-19 convalescents.

Cette étude publiée en mai dernier va se poursuivre sur 18 mois et 24 mois pour mieux évaluer la dynamique des anticorps sur un plus long terme.

* Étude menée par le Pr Samira Fafi-Kremer, cheffe du service de virologie des Hôpitaux Universitaires de Strasbourg, INSERM UMR1109, en collaboration avec l'unité Virus et immunité dirigée par Olivier Schwartz à l'Institut Pasteur.

COVID-19

Comment le virus peut provoquer une perte d'odorat

Le mécanisme de la perte de l'odorat ou « anosmie », un des symptômes précoces les plus fréquents de la Covid-19, vient d'être élucidé chez des patients infectés par le SARS-CoV-2 à différents stades.

Les chercheurs* révèlent un processus en plusieurs étapes : d'abord la disparition des cils portés par les neurones sensoriels (ces cils permettent la réception des molécules odorantes), puis la présence de virus dans les neurones sensoriels. S'ensuit une désorganisation de l'épithélium olfactif (organe sensoriel) liée à un phénomène de mort cellulaire, puis l'invasion du virus dans le premier relai cérébral du système olfactif : le bulbe olfactif.

Enfin, survient une neuroinflammation et la présence d'ARN viral dans plusieurs régions du cerveau. Le SARS-CoV-2 peut persister au sein de l'épithélium olfactif pendant plusieurs mois,



provoquant une inflammation persistante de cet épithélium et du système nerveux olfactif. Selon les auteurs, l'infection des neurones olfactifs pourrait constituer une porte d'entrée vers le cerveau et expliquer certaines manifestations psychologiques (troubles de l'anxiété, dépression) ou neurologiques (déclin cognitif, susceptibilité à développer une maladie neurodégénérative). Cette étude montre aussi que les tests PCR pratiqués sur les écouvillonnages nasopharyngés peuvent se révéler

négatifs alors même que le virus persiste au fond des cavités nasales, dans l'épithélium olfactif : un diagnostic du SARS-CoV-2 par brossage nasal pourrait être envisagé en complément chez les patients présentant une perte d'odorat.

* Étude menée par Pierre-Marie Lledo, responsable de l'unité Perception et mémoire (Institut Pasteur/CNRS), Hervé Bourhy, responsable de l'unité Lyssavirus, épidémiologie et neuropathologie à l'Institut Pasteur et Marc Lecuit, responsable de l'unité Biologie de l'Infection (Institut Pasteur, Inserm, Université de Paris, AP-HP).



Coupe de bronches asthmatiques.

ASTHME

Un candidat-vaccin contre l'asthme

L'asthme est une maladie chronique qui touche environ 4 millions de personnes en France et 340 millions dans le monde.

Des chercheurs* ont mis au point un vaccin qui pourrait induire une protection à long-terme contre l'asthme allergique, qui se caractérise par une inflammation des bronches et une gêne respiratoire provoquée par l'inhalation d'allergènes, le plus souvent des acariens. Cette exposition aux allergènes entraîne la production d'anticorps appelés immunoglobulines E (IgE) et de molécules du système immunitaire, notamment l'IL-4 et l'IL-13, dans les voies aériennes des patients.

Les corticoïdes inhalés permettent de contrôler l'asthme, mais en cas d'asthme sévère, il faut avoir recours à des traitements très onéreux ciblant les IgE, l'IL-4 et l'IL-13, qui contraignent les patients à des injections pendant des années, voire toute leur vie.

Pour pallier ce problème, un vaccin induisant une production durable d'anticorps dirigés spécifiquement contre l'IL-4 et l'IL-13 a été développé : après vaccination de souris rendues asthmatiques, les symptômes respiratoires étaient réduits de moitié, ainsi que les IgE. Les anticorps protecteurs sont présents encore plus d'un an après vaccination. Les travaux de l'équipe de recherche doivent désormais faire l'objet d'un essai clinique.

* Étude menée par les équipes de Pierre Bruhns, responsable de l'unité Immunité humorale (Institut Pasteur/Inserm), et de Laurent Reber (Inserm/Infinity, Toulouse), en collaboration avec l'entreprise française NEOVACS.

SYSTÈME IMMUNITAIRE

Comment agissent les anticorps ?

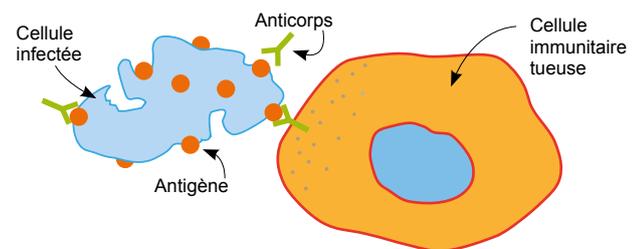
Des milliards d'anticorps différents circulent dans notre corps. Ils sont des éléments essentiels de notre système naturel de défense, le système immunitaire.

Chacun est une protéine complexe représentée en Y. Les deux "bras" ou pointes de la "fourche" sont variables d'un anticorps à un autre et servent à neutraliser tout élément étranger ou indésirable (bactérie, virus, parasite, toxine ou encore cellule cancéreuse...). Pour cela, l'anticorps reconnaît sur cet élément une molécule ou structure particulière : sa cible, appelée "antigène". Un même élément étranger ou indésirable arbore généralement plusieurs antigènes, correspondant à autant d'anticorps. Ceci explique la diversité phénoménale des anticorps présents dans notre organisme. Ils se tiennent "prêts" à bloquer un très grand nombre de microbes, de toxines... Le troisième bras de l'anticorps quant à lui – le "pied" du Y – sert d'adaptateur entre l'antigène ciblé par l'anticorps et des éléments actifs du système immunitaire (cellules tueuses par exemple, voir schéma). Deux mécanismes majeurs peuvent être mis en jeu :

- la réaction en cascade dite "du complément", impliquant un ensemble de protéines qui s'assemblent sur

l'anticorps et permettent de détruire des bactéries, par exemple, et de faciliter leur élimination ;

- le recrutement de cellules immunitaires, qui possèdent des molécules reconnaissant les anticorps (récepteurs pour les anticorps). Ces cellules sont alors spécifiquement activées contre l'élément à éliminer et ont à leur disposition plusieurs mécanismes pour induire sa destruction.



Destruction d'une cellule infectée par le système immunitaire.

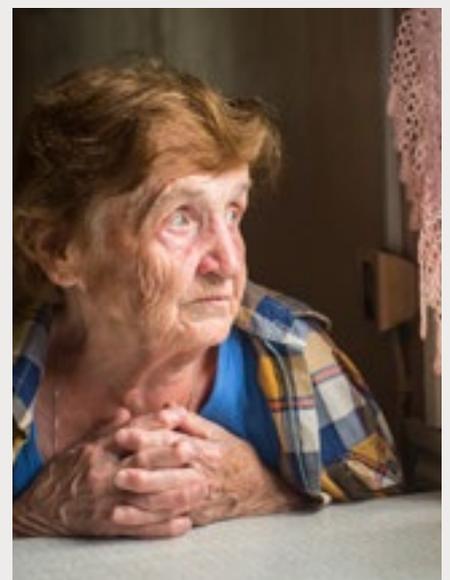
FOCUS

Maladie d'Alzheimer : combien de cas dans le monde ?

Plus de 36,5 millions de personnes sont touchées par la maladie d'Alzheimer dans le monde, selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), et 7,7 millions de nouveaux cas surviennent chaque année. L'OMS estime que le nombre de malades devrait doubler tous les 20 ans.

Cette maladie neurodégénérative provoquant des troubles cognitifs majeurs conduisant progressivement à la perte d'autonomie représenterait en Europe 70 % des cas de démence, soit 6,8 millions de personnes. En France, environ 900 000 personnes souffrent aujourd'hui de la maladie d'Alzheimer, et pas moins de 225 000 nouveaux cas sont recensés chaque année. Face à cette maladie en grande partie liée au vieillissement, les chiffres diffèrent bien évidemment selon les tranches d'âge. Après 65 ans, la fréquence de la maladie s'élève à 2 à 4 % de la population générale, mais elle augmente rapidement pour atteindre 15 % de la population à 80 ans. Ces chiffres sont en croissance du fait du vieillissement de la population et de l'augmentation de l'espérance de vie. Par ailleurs, les femmes semblent plus exposées que les hommes : d'après l'Inserm, sur 25 malades, 10 sont des hommes et 15 des femmes. Cette différence pourrait en partie s'expliquer par les écarts d'espérance de vie. En France, les femmes vivent en moyenne six ans de plus que les hommes.

La journée mondiale de la maladie d'Alzheimer permettra bientôt à chacun, le 21 septembre prochain, de s'informer sur cette forme de démence redoutée, et de se mobiliser.



VIRUS ZIKA AU VIETNAM

Conséquences de l'infection sur les mères et leur fœtus



Si la majorité des personnes infectées par le virus Zika, transmis par des moustiques, ne présentent pas de symptômes, une infection durant la grossesse peut engendrer chez le fœtus une microcéphalie et d'autres malformations.

Après la vaste épidémie dans les Amériques (2015-2016), la surveillance épidémiologique de cette infection a été renforcée dans le sud du Vietnam, où 68 femmes enceintes ont été diagnostiquées positives au virus entre 2016 et 2017. Une

enquête* multidisciplinaire menée pendant la grossesse de femmes enceintes infectées par le virus Zika a rassemblé des informations cliniques et épidémiologiques sur les femmes et leurs enfants. Grâce au séquençage génomique et à l'analyse phylogénétique des échantillons sanguins, un clade (groupe de virus ayant une origine virale commune) a été identifié, probablement introduit au Vietnam entre octobre 2004 et janvier 2011, avant les épidémies de Zika en Polynésie française et en Amériques. Les chercheurs ont aussi décrit certaines complications liées à la grossesse, et montré la persistance des anticorps anti-Zika chez la femme plus de trois ans après l'infection. Ils soulignent la nécessité de maintenir la surveillance épidémiologique de l'infection par le Zika, en particulier chez les femmes enceintes en Asie du sud-est.

* Étude menée par des chercheurs de l'unité Épidémiologie des maladies émergentes de l'Institut Pasteur (Paris) dirigée par Arnaud Fontanet, en collaboration avec l'Institut Pasteur de Hô Chi Minh Ville (Vietnam).

AFRIQUE CENTRALE ET DE L'OUEST

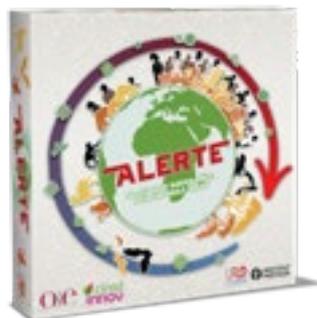
Un jeu pour aider à surveiller Ebola

Les récentes épidémies dues au virus Ebola en Guinée et en République Démocratique du Congo ont souligné l'importance de surveiller les virus des fièvres hémorragiques.

Financé par l'Union européenne et coordonné par l'Organisation mondiale de la santé animale, le projet EBO-SURSY vise à renforcer les systèmes de détection précoce d'Ebola et d'autres fièvres hémorragiques virales, chez la faune sauvage d'Afrique occidentale et centrale. Il teste actuellement* un nouveau jeu de cartes intitulé Alerte : cet outil pédagogique sera diffusé dans les communautés rurales d'Afrique occidentale et centrale régulièrement en contact avec la faune sauvage, et utilisé pour sensibiliser les agents de terrain impliqués dans la chaîne de surveillance d'Ebola dans 10 pays africains**. L'objectif : identifier les foyers de fièvre hémorragique et y répondre.

* En partenariat avec le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD), l'Institut de recherche pour le développement (IRD) et l'Institut Pasteur.

** Cameroun, Côte d'Ivoire, Gabon, Guinée, Libéria, République centrafricaine, République démocratique du Congo, République du Congo, Sénégal et Sierra Leone.



COVID-19

Un laboratoire mobile pour l'Institut Pasteur de Madagascar

L'Institut Pasteur de Madagascar (IPM), en première ligne de la surveillance du Covid-19 depuis le début de la pandémie en tant que laboratoire de référence désigné par les autorités de santé, dispose désormais d'un laboratoire mobile* lui permettant de réaliser des diagnostics dans des zones reculées du pays.



Tiana Rasolonavalona, responsable du service Hygiène, sécurité, qualité et environnement de l'IPM nous explique :

Le laboratoire mobile est constitué d'une cellule laboratoire P2 montée sur le châssis d'un véhicule tout-terrain, climatisée et équipée de matériels de laboratoire (hotte à flux laminaire, boîte à gants, réfrigérateurs, étuve, ...), alimentée en électricité par un groupe électrogène. Pour respecter les mesures de biosécurité, une tente attenante est installée pour la réception et l'enregistrement des échantillons, l'habillement et le déshabillage des techniciens.

Comment se déroulent les tests dans le laboratoire mobile ?

Tiana Rasolonavalona : Exactement comme dans un laboratoire classique, et avec la technique de PCR en temps réel. A la demande du ministère de la Santé publique et, grâce au soutien d'urgence de l'Agence Française de Développement (AFD), dans le cadre de l'épidémie de Covid-19, nous avons effectué une mission de 71 jours à Toamasina, sur la côte est. Nous avons pu traiter entre 50 à 100 échantillons par jour dans le labo mobile ! Il apporte donc un appui technique considérable aux équipes de l'IPM et au ministère de la Santé publique pour renforcer la surveillance microbiologique en cas d'épidémies et pour faire face aux urgences sanitaires.

* Cet équipement a été financé par l'Agence des États-Unis pour le financement international (USAID).



ÉDITION **Les murs du confinement :**
un livre au profit de l'Institut Pasteur

La réaction de plus de 400 artistes de 50 pays face à la crise de Covid-19 a donné lieu à un ouvrage unique dans l'histoire de l'art : *Les Murs du Confinement* rassemble près de 600 œuvres dont les droits d'auteurs sont intégralement reversés à l'Institut Pasteur pour la recherche sur le coronavirus. Habités à peindre ou coller dans la rue, les street artistes ont dû composer avec l'épidémie de Covid-19 en créant des œuvres entre quatre murs, ou en composant avec leurs rares sorties autorisées pendant le premier confinement pour aller les poser au-dehors. Leurs peintures font du virus un personnage à part entière. Elles expriment l'angoisse et la solitude du confinement, illustrent des conseils de prudence, portent la reconnaissance et la mise en lumière des corps de métiers en première ligne de l'épidémie, en particulier des soignants. « Je tiens à remercier chaleureusement tous les artistes qui soutiennent les travaux de nos chercheurs en ayant participé généreusement à cet ouvrage » écrit dans la préface du livre le Pr Stewart Cole, directeur général de l'Institut Pasteur. « Leurs mots, leurs dessins, leurs couleurs, leurs indignations, leur inspiration créatrice et leur travail de pédagogie reflètent puissamment la difficulté du moment et la capacité de résilience et de résistance de l'humanité. En ce sens, ils sont une source d'énergie pour tous nos chercheurs. »

Les murs du confinement : 288 pages, 24 x 16 cm, 29 € TTC.

TÉMOIGNAGE

Un donateur très pasteurien

Nous avons eu le plaisir de nous entretenir voici quelques semaines avec Monsieur J. Roux, suite à un don qu'il venait de réaliser pour l'Institut Pasteur. Et découvert qu'il avait un lien particulier avec l'institut.

« Ma grand-mère paternelle a servi Louis Pasteur à sa table lorsqu'il vivait à Arbois dans le jura. » nous a-t-il confié. « Elle habitait dans un village



Maison de Louis Pasteur à Arbois.

proche, à Montigny-lès-Arsures, et avait été engagée comme femme de maison chez les Pasteur. » Par ailleurs, Monsieur J. Roux a vécu plusieurs années dans le 15^e arrondissement de Paris. « Je passais régulièrement devant l'Institut Pasteur, avec une pensée pour les chercheurs. » Enfin, Mr Roux a un patronyme très pasteurien, homonyme du bras droit de Louis Pasteur : Emile Roux. « Pasteur, c'est quand même quelque chose. » nous dit-il. « J'admire ces chercheurs qui dévouent leur vie à une recherche parfois hypothétique pour améliorer le sort de l'humanité. Ces gens-là sont à 100 %. Il faut leur donner des moyens. » Merci à Monsieur J. Roux pour son soutien.

GÉNÉROSITÉ

Une toute jeune écrivaine offre la recette de son livre à l'Institut Pasteur

C'est une lettre extrêmement touchante qu'a reçu le directeur général de l'Institut Pasteur au printemps dernier. Celle de Loé, 10 ans, qui annonce qu'elle offre à l'Institut Pasteur la recette de son livre *Trois contes pour Maman*, écrit en 2019 pour la fête des mères et mis en vente grâce à sa grand-mère et à l'épicière de Saint-Romain, son village de Charente.

A l'arrivée de la pandémie de Covid-19, Loé décide de donner les bénéfices de la vente de son livre à l'Institut Pasteur pour l'aider à lutter « contre le méchant coronavirus qui ne mérite pas de majuscule ». « J'ai récolté 115 euros. L'épicière n'en veut pas et je vous laisse ma part. Ça vous fait 115 euros de plus pour le vaccin, pour les médicaments et pour l'euthanasie du coronavirus » annonce la jeune écrivaine. « Pour vous remercier de votre travail, je vous offre un exemplaire de mon livre. Ne vous attendez pas à de la grande littérature, mais je n'avais que 8 ans quand je l'ai écrit » précise la généreuse fillette qui signe « Loé qui vous encourage très fort ». Qu'elle soit une fois de plus chaleureusement remerciée pour son initiative solidaire et ses encouragements !



15^e édition du PASTEURDON

« Ensemble, défendons
la recherche ! »

Créé grâce à la générosité de nombreux donateurs, l'Institut Pasteur a plus que jamais besoin de dons pour faire avancer ses recherches au bénéfice de la santé humaine.

Son grand rendez-vous annuel d'appel à la générosité du public, le Pasteurdon, se déroulera cette année à partir du 6 octobre prochain avec le soutien de la comédienne Alexandra Lamy, marraine pour la 11^e année consécutive. Près de 50 médias seront mobilisés en faveur des chercheurs pasteurien et diffuseront gracieusement des spots radios et télévisés. De fidèles et généreux mécènes sont partenaires de l'opération : la Fondation Le Roch-Les Mousquetaires, ASSU 2000 et AG2R LA MONDIALE (voir ci-contre). Vous aussi défendez la recherche !

Tout sur l'opération sur : www.pasteurdon.fr



Roulez pour votre santé...
et pour celles des autres !

Dans le cadre de son programme « Vivons vélo pour l'Institut Pasteur », AG2R LA MONDIALE, investi depuis 2008 aux côtés des chercheurs de l'Institut Pasteur, organise plusieurs fois par an et le 9 octobre prochain à l'occasion du Pasteurdon 2021 des rassemblements sportifs et solidaires, ouverts à tous, dans de nombreuses villes (Paris, Lyon, Marseille, Lille, etc.).

Cette année, le groupe de protection sociale et patrimoniale met l'accent sur l'application Vivons Vélo téléchargeable sur smartphone. Cette application est l'alliée idéale pour vous accompagner dans votre pratique du vélo au quotidien : en famille ou entre amis ; pour aller travailler ou le week-end ; à la montagne, en ville ou à la campagne. Donnez du sens à vos kilomètres en vous amusant !

Tous les kilomètres parcourus pendant les rassemblements ou via l'application seront transformés en dons pour faire grimper le compteur du Pasteurdon. **Objectif 2021 : 100 000 € pour les équipes de l'Institut Pasteur !**

Pour en savoir plus et télécharger l'application et/ou s'inscrire aux rassemblements, rendez-vous sur www.vivonsvelo.fr



Acheter solidaire

De généreux mécènes, qui soutiennent déjà des équipes de recherche pasteuriennes, sont partenaires du Pasteurdon et proposeront des produits dont une partie de la vente sera reversée à l'Institut Pasteur.



Les enseignes Intermarché et Bricomarché, solidaires de la Fondation Le Roch-Les Mousquetaires, s'engagent. Elles organisent une vaste opération auprès de leurs clients avec pas moins d'une vingtaine de produits-partage pour soutenir les chercheurs de l'Institut Pasteur. Une partie de la vente de produits alimentaires, tous fabriqués par les unités de production du Groupement Les Mousquetaires (sardines, eau gazeuse, baguettes bio, jus d'orange, jambon label rouge...) sera versée à l'Institut Pasteur. La filière horticole des Mousquetaires est aussi au rendez-vous avec

des orchidées et des bouquets de fleurs coupées. Rendez-vous en magasin du 5 au 10 octobre ! www.intermarche.fr – www.fondationleroch-lesmousquetaires.org

Sur le même principe, le courtier en assurances ASSU 2000, partenaire du Pasteurdon pour la 8^e année consécutive, met en place une opération de « produit-partage » au profit du Pasteurdon, dans ses 300 agences et sur son site internet : 2 € sont reversés à l'Institut Pasteur pour chaque contrat d'assurances automobile, 2 roues, santé et prévoyance souscrit. www.assu2000.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).

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
Directeur de la publication : Stewart Cole • Directeurs de la rédaction : Jean-François Chambon, Frédérique Chegaray • Rédactrice en chef : Corinne Jamma. Ont participé à la rédaction de ce numéro : Hugo Allard, Aurélie Perthuisson, Héloïse Rakovsky, Myriam Rebeyrotte, BRIEF • Direction artistique, réalisation : BRIEF • Crédit photos : © Institut Pasteur / François Gardy, © Institut Pasteur / William Beaucardet, © Institut Pasteur / François Rodhain, Shahaan Shafiq, © Institut Pasteur de Madagascar, © Institut Pasteur, Adobe Stock, Shutterstock, D.R. • Impression : Imprimerie Bulls Market Group • N° de commission paritaire : 0122 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.

