

LUM

N°9
FÉVRIER /
MAI 2019

Le magazine science et société de l'Université de Montpellier

› Maupiti
un lagon
modèle



› Dossier :
pollution

Édito



Pollution

Chaque année, la pollution atmosphérique tue 7 millions de personnes dans le monde. C'est le constat alarmant dressé par l'OMS en 2018. Une menace qui n'affecte pas seulement l'air que nous respirons...

Résidus de l'industrie chimique, produits pharmaceutiques, perturbateurs endocriniens, microplastiques, les traces laissées par l'activité humaine sont désormais partout. Dans l'eau, dans les sols, dans tous les organismes vivants. Comment faire face à la pollution pour préserver notre planète ? C'est à cet immense enjeu que ce numéro du magazine *Lum* consacre son dossier.

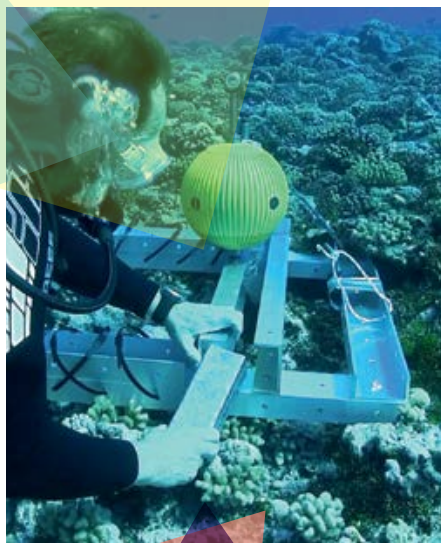
Chimistes, agronomes, écologues, les chercheurs de l'Université de Montpellier sont nombreux à chercher des solutions pour relever ce défi. Qu'il s'agisse de purifier les eaux usées afin de pouvoir les réutiliser ou de mieux comprendre l'impact des gaz à effet de serre sur la qualité nutritionnelle des plantes, chacun apporte sa pierre à un édifice collectif vital et offre l'espoir de perspectives nouvelles pour l'avenir de chaque espèce.

Ce numéro de *Lum* vous invite également à découvrir les dernières recherches les plus prometteuses dans la prise en charge de la douleur chronique et vous révèle comment l'activité sportive peut contribuer à préserver votre personnalité. Mais pour commencer, plongez dans les eaux de l'Océan Pacifique en compagnie des chercheurs de Géosciences Montpellier partis étudier le lagon de Maupiti.

Je vous souhaite une bonne lecture riche en découvertes au fil des pages de ce neuvième numéro de *Lum*.

Philippe Augé,
Président de l'Université
de Montpellier

« Faire face
à la pollution
pour préserver
notre planète »



Découvrir

6

Maupiti : un lagon modèle

10

*Antidouleurs et grossesse :
des liaisons dangereuses*

12

Quand la douleur dure

14

Chimpanzé sous influence

15

Maman les p'tits bateaux



Dossier : pollution

18

L'homme, cette espèce cancérogène

20

*Si les plantes
ne nous nourrissaient plus ?*

22

*Les eaux usées,
une ressource d'avenir*

24

Le plastique et la tortue



Être

26

*Faire du sport pour préserver
sa personnalité*

28

Rencontre avec l'interféron

29

Le virus de l'immunologie

30

Un enfant du siècle



6

Maupiti : un lagon modèle

10

Antidouleurs et grossesse : des liaisons dangereuses

12

Quand la douleur dure

14

Chimpanzé sous influence

15

Maman les p'tits bateaux

Les chercheurs interviewés dans ce numéro

P 6 : Frédéric Bouchette, Erik Doerflinger, Géosciences Montpellier
(UM – CNRS – Université des Antilles)

P 10 : Brigitte Boizet-Bonhoure, IGH (UM – CNRS)

P 12 : Jean Valmier, INM (UM – Inserm)

P 14 : Marie Charpentier, Isem (UM – CNRS – IRD – EPHE)

P 15 : Vincent Dufour, Isem (UM – CNRS – IRD – EPHE)

P 18 : Mathieu Giraudeau, Mivegec (UM – CNRS – IRD)

P 20 : Alain Gojon, B&PMP (UM – CNRS – INRA – Montpellier SupAgro)

P 22 : Julie Mendret, IEM (UM – CNRS – ENSCM)

P 24 : Gaëlle Darmon, CEFE (UM – CNRS – Université Paul-Valéry
Montpellier 3 – EPHE)

P 26 : Yannick Stephan, Euromov – EA 2991 (UM)

P 28 : Caroline Goujon, IRIM (UM – CNRS)

P 29 : Nadège Nziza, INSERM U1183 (UM – Inserm)

Lum - magazine de l'Université de Montpellier

163 rue Auguste Broussonnet - 34 090 Montpellier - www.umontpellier.fr

Directeur de publication // Philippe Augé

Réalisation // Service communication - communication@umontpellier.fr

Rédactrice en chef // Aline Périault - aline.periault@umontpellier.fr - tél. : 04 34 43 31 89

Ont collaboré à ce numéro // Lucie Lecherbonnier

Conception graphique et mise en page // Caroline Macker, Thierry Vicente

Illustrations // Thierry Vicente

Impression // JF impression - 96 rue Patrice Lumumba - 34 075 Montpellier

Tirage // 6 000 exemplaires - **Dépôt légal** // Février 2019 - **ISSN** // 2431-1480



DÉCOUVRIR



Maupiti

un lagon modèle

Bienvenue à Maupiti, petite île paradisiaque d'à peine 11 km² à quelques encablures de Bora-Bora en Polynésie française. Loin du tourisme de masse, une destination de rêve pour les amateurs de calme... et pour les littoralistes et géophysiciens du laboratoire Géosciences Montpellier et de GLADYS*. « Avec son lagon fermé où l'eau ne sort que par une seule passe, Maupiti est un modèle idéal pour étudier la dynamique du lagon, explique Frédéric Bouchette. On peut en particulier caractériser la manière dont les vagues passent par-dessus le récif corallien et les modalités de transformation de l'énergie des vagues en courant, niveau d'eau et transport. » Pour comprendre la dynamique du lagon et du récif, les chercheurs ont mené deux missions à Maupiti en mai et de juin à août 2018. Pression, courant, température, vent, hauteur d'eau, vagues, topographie, l'île a été truffée de capteurs et de sondes qui ont permis aux chercheurs d'étudier le système en détail. Par ailleurs, la mission a été l'occasion de nouveaux développements méthodologiques : « Nous voulions vérifier si un sismomètre était capable d'entendre le bruit des vagues sur la plage elle-même », précise le chercheur. « L'île a la taille idéale : elle est petite et peu peuplée donc le bruit sismique est peu perturbé par la présence de l'homme, souligne Erik Doerflinger, mais elle possède tout de même les infrastructures nécessaires pour assurer la logistique des missions. »

* www.gladys-littoral.org



▲
▶ Le GPS de grande précision a été utilisé pour établir la topographie du lagon et plus particulièrement la rugosité du récif corallien.

Les « chercheurs – plongeurs » ont installé une soixantaine de capteurs sous-marins à l'intérieur et à l'extérieur du lagon. ▼



Installation d'un sismomètre enterré pour capter le bruit des vagues depuis l'intérieur de l'île.



Antidouleurs et grossesse : des liaisons dangereuses

Pour soulager la douleur, de nombreuses femmes enceintes continuent de prendre du paracétamol associé à un anti-inflammatoire non stéroïdien comme l'ibuprofène au cours de leur grossesse. « On estime que 4 % des femmes ont recours à cette combinaison de molécules », explique Brigitte Boizet-Bonhoure. Un cocktail vendu sans ordonnance et souvent considéré comme inoffensif mais qui devrait pourtant être prohibé chez la femme enceinte comme l'attestent les travaux de la biologiste de l'IGH.

« De nombreuses études ont déjà montré que l'exposition à ces molécules en début de gestation augmente le risque de malformations génitales comme la cryptorchidie ou l'hypospade chez les garçons nouveaux-nés, mais on ne connaissait pas les conséquences sur le développement des organes reproducteurs et la fertilité de la descendance », explique Brigitte Boizet-Bonhoure.

Le début de grossesse : une période critique

Pour combler ce manque de connaissances, les chercheurs ont administré du paracétamol et de l'ibuprofène à des souris en début de gestation. « Si on fait le parallèle avec l'espèce humaine, c'est l'équivalent d'une femme enceinte qui prendrait ces deux médicaments aux doses habituellement autorisées entre la quatrième et la sixième semaine de grossesse, sachant que le paracétamol est autorisé pendant toute la grossesse et que l'ibuprofène n'est contre-indiqué qu'à partir du sixième mois », précise Brigitte Boizet-Bonhoure.

Ce tout début de gestation est pourtant une phase particulièrement sensible : c'est à ce moment-là de l'embryogénèse précoce que le système reproducteur se met en place avec la formation des ovaires ou des testicules embryonnaires. « Cette période embryonnaire conditionne toute la vie sexuelle future, s'il y a des perturbations de ces processus il peut y avoir des problèmes de fertilité chez la descendance. »

Et c'est justement ce qu'ont constaté les chercheurs. « Lorsque nous analysons les souris adultes qui avaient été exposées in utero, nous montrons que les mâles produisent moins de spermatozoïdes. » Plus préoccupant encore : lorsque les animaux exposés se reproduisent entre eux, leur descendance présente des spermatozoïdes moins mobiles, ce qui conduit à une baisse de la fertilité des souris mâles dès l'âge de 6 mois, ce qui correspond à une quarantaine d'années chez l'homme.

Réviser les recommandations médicamenteuses

Y'a-t-il également des conséquences chez les souris femelles ? « Nous sommes en train d'étudier ces données, mais d'ores et déjà nous constatons que la fertilité des femelles exposées in utero est également affectée, elles présentent notamment un risque de ménopause précoce », précise Brigitte Boizet-Bonhoure.

Peut-on extrapoler à l'homme ces résultats obtenus chez la souris ? « Même si on ne peut pas les transposer à 100 %, il existe actuellement suffisamment de don-



Une étude de l'Institut de génétique humaine (IGH) révèle que la prise de paracétamol et d'anti-inflammatoires non stéroïdiens pendant la grossesse affecte la fertilité des enfants à naître. Des résultats alarmants qui invitent à limiter l'usage de ces médicaments chez la femme enceinte.



La fertilité en chute libre

1 sur 6. C'est la proportion de couples qui ne parviennent pas à faire un enfant sans aide médicale. Un chiffre inquiétant, « et qui ne cesse d'augmenter », alerte le professeur Samir Hamamah, chef du département de biologie de la reproduction au CHU de Montpellier. Pour le spécialiste, cette baisse de la fertilité est en partie imputable aux produits chimiques auxquels nous sommes confrontés chaque jour depuis notre naissance... et même bien avant. « Le fœtus est déjà exposé à ces produits dans le ventre de sa mère, ce qui peut altérer la fertilité de l'enfant à venir. » Perturbateurs endocriniens et environnements, pesticides, composés organiques volatiles... au total ce sont plus de cent molécules toxiques pour la santé reproductrice que nous manipulons tous les jours souvent sans le savoir. « Si vous mettez du rouge à lèvres, vous vous enduisez d'éther de glycol ; quand vous réchauffez un plat surgelé au micro-ondes, vous ingérez des phthalates », autant de substances dangereuses qui se cachent jusque dans les produits les plus anodins de notre quotidien.

nées qui montrent que ces traitements ont un impact sur la fertilité pour demander une révision des recommandations médicamenteuses », alerte Brigitte Boizet-Bonhoure, qui a fait part de son inquiétude à l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé.

Des résultats d'autant plus préoccupants qu'ils montrent que la prise de paracétamol et d'ibuprofène affecte non seulement les rongeurs exposés in utero mais également leur descendance qui elle n'a pas été exposée à ces médicaments pendant la gestation. « Cela suggère que l'exposition à ces molécules induit des effets intergénérationnels qui pourraient affecter le génome et la régulation des gènes des cellules germinales comme le font les perturbateurs endocriniens et avoir des conséquences sur plusieurs générations ! », s'inquiète la biologiste. Dans un contexte où la fertilité humaine ne cesse de diminuer (lire encadré), c'est un facteur de plus à prendre en compte pour préserver la santé reproductrice. « Il faut avertir les femmes enceintes que prendre du paracétamol et de l'ibuprofène, même au tout début de la grossesse, ce n'est pas un geste anodin. »

Quand la douleur dure

C'est l'histoire d'une rencontre fusionnelle entre une molécule appelée FL et son récepteur FLT3. Une idylle restée clandestine jusqu'à ce que Jean Valmier, chercheur à l'institut des neurosciences de Montpellier (INM) la mette en évidence. Car cette histoire, encore une fois, finit mal et provoque ce que l'on connaît sous le nom de « douleurs neuropathiques chroniques ». Une pathologie touchant près de quatre millions de personnes en France.

Douleurs chroniques

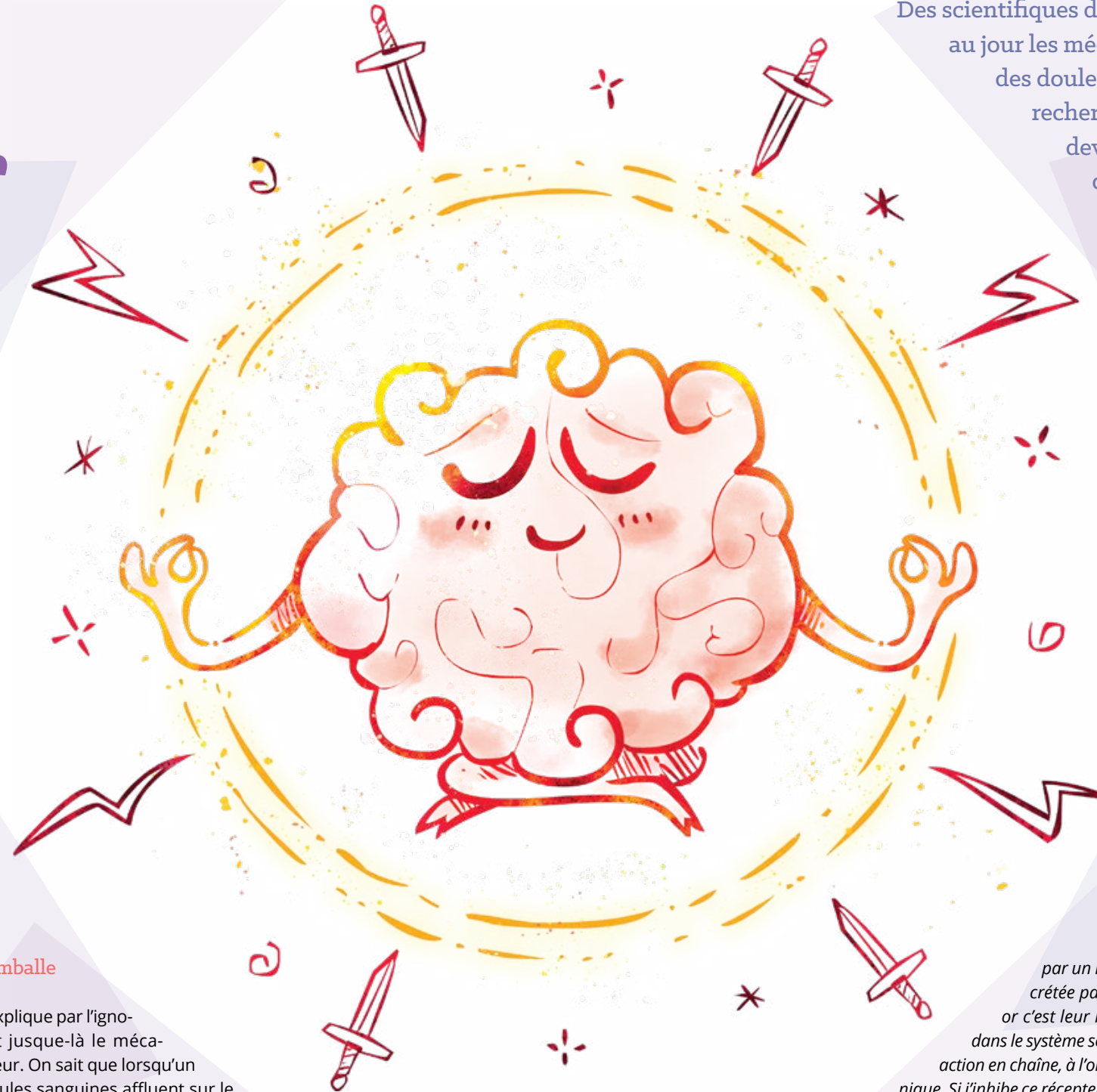
« Une douleur est dite neuropathique quand elle est consécutive à l'atteinte des nerfs, explique le chercheur. Elle peut être due à une intervention chirurgicale, à une lésion, à un traitement ou une infection. » C'est le cas par exemple du zona. La douleur devient chronique « quand elle dure au-delà de trois mois et peut persister même lorsque la cause déclenchante, le zona par exemple, est soignée », précise le chercheur.

Aucun médicament ne permet de soigner cette « douleur-maladie ». La morphine, antalgique puissant, entraîne trop d'effets secondaires graves pour être prescrite sur le long terme. Idem pour les autres médicaments dits de « repositionnements », des médicaments initialement conçus pour traiter d'autres pathologies telles que l'épilepsie ou la dépression mais qui peuvent soulager la douleur. De plus, comme le souligne Jean Valmier « quand ils fonctionnent ils ne diminuent la douleur que de moitié et la moitié d'une douleur c'est toujours une douleur. C'est un énorme enjeu de santé publique. Il y a une demande des patients qui souffrent, du médecin qui est désespéré parce qu'il ne peut pas faire grand-chose et bien sûr de l'industrie pharmaceutique parce que s'ils avaient un médicament comme ça, ce serait un blockbuster comme on dit ».

Le mécanisme s'emballe

Une situation qui s'explique par l'ignorance qui entourait jusque-là le mécanisme de cette douleur. On sait que lorsqu'un nerf est lésé, les cellules sanguines affluent sur le lieu de l'agression et sécrètent des molécules capables d'activer les neurones sensitifs générant la douleur. C'est un mécanisme normal. « Mais parfois le mécanisme s'emballe, détaille le chercheur et les molécules qu'elles libèrent vont hyper-activer les neurones sensitifs. Ceux-ci, au lieu d'envoyer des informations normales, vont créer beaucoup de décharges électriques. » Des décharges envoyées au système nerveux central qui risque alors de dysfonctionner en développant une hyper-excitabilité persistante et donc une douleur chronique.

Et c'est là que nous retrouvons nos deux inséparables restés jusque-là si discrets. Neuf ans après le lancement des premières manipulations, Jean Valmier est parvenu à démontrer « que le récepteur FLT3 situé sur le neurone est activé



Des scientifiques de l'Institut des neurosciences de Montpellier ont mis au jour les mécanismes responsables de l'installation et du maintien des douleurs neuropathiques chroniques. Après neuf ans de recherche un candidat médicament est à l'essai et pourrait devenir la toute première thérapie spécifique de ce type de douleur.

Les deux chercheurs s'arrêtent alors sur celle qu'ils baptiseront BDT001. En véritable chaperon, cette molécule empêche FL de venir se fixer à FLT3 bloquant ainsi son activation et donc la douleur. Testée sur des souris, BDT001 fait non seulement disparaître la douleur neuropathique chronique sans entraîner d'effets secondaires mais elle permet aussi de prévenir une éventuelle douleur en cas d'opération chirurgicale par exemple. « Elle agit en trois heures et son effet perdure pendant 48 heures. »

Prendre son mal en patience

Autre avantage de cette molécule, « elle n'a aucun effet sur la douleur normale. Elle est antalgique mais pas anesthésique ». Autrement dit, pas de risque de laisser traîner sans vous en rendre compte votre main sur une plaque de cuisson à 100°C avec BDT001, si sa probable application à l'homme était confirmée.

La découverte a déjà permis de déposer quatre brevets, propriétés de l'Inserm et de l'Université de Montpellier. Les deux scientifiques ont quant à eux fondé l'entreprise Biodol Therapeutics pour poursuivre les tests sur cette molécule : « Il faut faire la preuve que ce mécanisme est bien aussi important chez l'homme que chez la souris. Ça peut prendre deux ou trois ans si tout se passe bien. » Viendront ensuite les tests sur des cohortes de patients, « mais la mise sur le marché ce n'est pas pour demain ». Il faudra donc prendre son mal en patience avant que nos vieilles douleurs ne soient plus qu'un lointain souvenir. 

par un ligand, la molécule FL sécrétée par les cellules sanguines ; or c'est leur rencontre qui déclenche dans le système sensitif et sensoriel une réaction en chaîne, à l'origine de la douleur chronique. Si j'inhibe ce récepteur la douleur disparaît ».

Le concept prouvé, restait à trouver un moyen de bloquer ce récepteur FLT3 sans effet secondaire pour le patient.

Cinq millions de molécules screenées

Pour cela Jean Valmier a fait appel à Didier Rognan, chimiste et directeur du Laboratoire d'innovation thérapeutique (LIT) de Strasbourg. Le chimiste a ainsi « screené » ou trié informatiquement plus de cinq millions de molécules en fonction de leurs propriétés physico-chimiques avant d'en sélectionner une soixantaine et de les envoyer à Jean Valmier. « Je regardais si les molécules empêchaient le ligand (FL) de se fixer sur le récepteur et le cas échéant je vérifiais si elles empêchaient l'activation du récepteur. »



Qu'est-ce qui peut bien pousser le chimpanzé entre les griffes de son unique prédateur, le léopard ?

Réponse : *Toxoplasma gondii*.

Des chercheuses ont montré que lorsque ces primates sont infectés par le parasite de la toxoplasmose, ils sont attirés par l'urine de leur prédateur naturel. Un phénomène de manipulation qui pourrait bien s'exprimer également chez l'Homme...



On vous manipule ! « On » ? C'est *Toxoplasma gondii*, le parasite responsable de la toxoplasmose. Ce protozoaire ne peut se reproduire que dans l'organisme d'un félin, mais au cours de ses pérégrinations, il élit temporairement domicile chez de nombreux hôtes dits « intermédiaires », comme la souris, le chimpanzé ou l'homme. Pour retourner chez le félin et perpétuer sa lignée, une seule solution : voir cet hôte intermédiaire finir dans l'estomac d'un félin.

Pour parvenir à ses fins, il semblerait que *Toxoplasma gondii* soit capable de « manipuler » son hôte. Des études ont ainsi montré que les souris infectées par le parasite sont attirées par l'urine des chats, ce qui augmente leur probabilité d'être mangées.

Cul-de-sac parasitaire

Qu'en est-il chez l'Homme, dont 1/3 de la population est contaminé par le parasite ? Le temps où l'être humain était encore la proie naturelle d'autres animaux semblant bien révolu, la probabilité de voir cet hôte finir dans l'estomac d'un quelconque félin est très mince. Un véritable cul-de-sac pour le parasite... « Pourtant de nombreuses études suggèrent que les humains contaminés présentent eux aussi des modifications de comportement : des temps de réaction augmentés ou encore une diminution de la concentration », explique Marie Charpentier, chercheuse à l'Institut des sciences de l'évolution de Montpellier (Isem).



Chimpanzé au Cameroun
Sabrina Locatelli © IRD

Chimpanzé sous influence

S'agit-il d'effets secondaires de la toxoplasmose, ou de tentatives ataviques du parasite pour sortir de cette impasse humaine ? Afin de mieux comprendre ces changements de comportements, Marie Charpentier et Clémence Poirotte se sont intéressées au plus proche cousin de l'Homme, le chimpanzé, qui a toujours pour prédateur naturel un grand félin, le léopard.

Proie facile

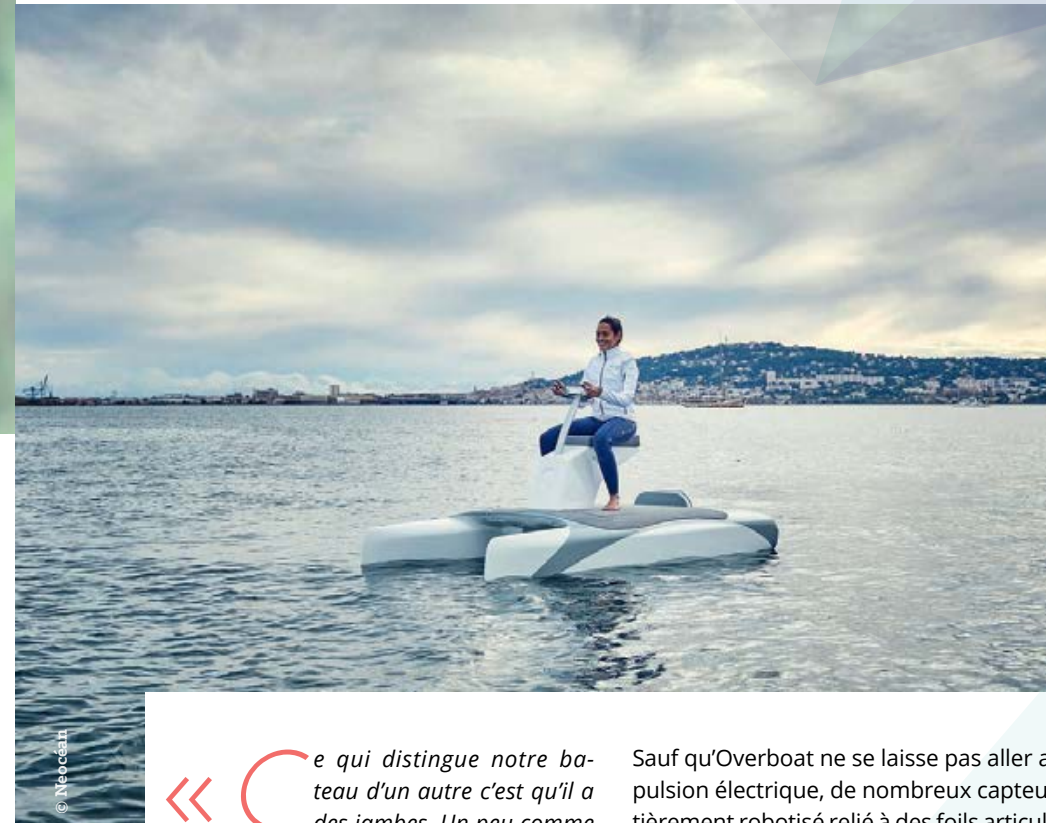
« Nous avons observé le comportement de 33 chimpanzés, dont 9 étaient contaminés par le toxoplasme », explique Marie Charpentier. Les chercheuses ont répandu de l'urine de léopard dans les enclos des primates et ont observé leurs réactions. Verdict : « Les animaux sains évitaient beaucoup plus l'urine de léopard que leurs congénères infectés qui s'approchaient davantage et semblaient intrigués par l'odeur, allant délibérément vers l'urine. » Aux commandes, *Toxoplasma gondii* fait ainsi des chimpanzés infectés des proies plus faciles pour le félin.

Le fait que des singes proches de l'espèce humaine soient bel et bien manipulés par le parasite suggère que le même mécanisme pourrait être à l'œuvre chez l'humain. « Les modifications de comportements observées chez les individus contaminés pourraient être les vestiges d'une ancienne manipulation parasitaire, du temps où nos ancêtres étaient les proies des grands félins. » 

Maman les p'tits bateaux



Et si le bateau du futur était en fait un avion ? Après trois ans de travail collectif, Vincent Dufour, chercheur à l'Institut des sciences de l'évolution de Montpellier (Isem), présente l'Overboat. Une perle technologique et écologique permettant de naviguer en suspension au-dessus de l'eau.



« Ce qui distingue notre bateau d'un autre c'est qu'il a des jambes. Un peu comme dans la chanson, sauf que ce n'est pas pour marcher mais pour voler. » Et ça, Vincent Dufour en avait rêvé toute sa vie. Océanographe spécialiste des poissons récifaux, adepte de la glisse et marin depuis l'enfance, ce chercheur a toujours aimé « aller à l'avant des bateaux et mettre les pieds à la surface de l'eau. On a la sensation de voler ! »

Son rêve baptisé Overboat s'est exposé en décembre dernier au salon nautique de Paris sous la forme d'un bateau monoplace d'un mètre cinquante sur trois. Sous sa coque : quatre montants d'un peu plus d'un mètre de long, les fameuses jambes, se terminant par un foil. Un foil c'est une aile sous-marine permettant, comme sur un kitesurf, de soulever la coque hors de l'eau grâce à la portance hydrodynamique.

Sauf qu'Overboat ne se laisse pas aller au gré des flots et des vents. Equipé d'une propulsion électrique, de nombreux capteurs d'altitude et de position et d'un système entièrement robotisé relié à des foils articulés, le bateau se pilote quasi-automatiquement. « Non seulement c'est une nouvelle façon de se déplacer sur l'eau, mais surtout, il n'y a pas besoin d'être un crack puisque l'intelligence du bateau va tout gérer à votre place. Il y a juste à appuyer sur une gâchette pour doser l'accélération. »

Une nouvelle façon de se déplacer

Pour mener à bien ce projet, Vincent Dufour a dû jouer les chefs d'orchestre et réunir autour de lui une équipe solide. Lionel Lapierre (Laboratoire d'informatique, de robotique et de microélectronique de Montpellier), Laurent Latorre (Polytech), Loïc Daridon (Laboratoire de mécanique et génie civil), Daniel Matt et Philippe Combette (Institut d'électronique et des systèmes) forment ainsi « la dream team » s'amuse Vincent Dufour. « Grâce à ce jus de cerveaux collectif nous avons déjà déposé trois brevets » et un ou deux autres devraient suivre.

Entièrement électrique ce bateau volant a pour autre avantage sa dimension écologique. « Quand on soulève le bateau hors de l'eau, la coque ne génère pas de résistance et on gagne 60 % de l'énergie consommée. » Destinée aux particuliers mais aussi aux scientifiques, sa version monoplace sera commercialisée dès 2019, mais Vincent Dufour « ne voit pas de limites réelles à cette technologie » et compte bien décliner l'Overboat en version XXL. 

Résidus de l'industrie chimique, produits pharmaceutiques, perturbateurs endocriniens, microplastiques, autant de produits qui se retrouvent dans l'air, dans l'eau, dans les sols... et chez tout être vivant. Pour lutter contre la pollution et préserver notre planète et notre santé, les chercheurs se mobilisent, offrant l'espoir de perspectives nouvelles.

POLLUTION



L'homme cette espèce cancérigène

Qu'elles soient marines ou terrestres, des villes ou des champs, à plumes ou à poils, aucune espèce ne semble à l'abri du cancer. Une maladie en plein boom chez les animaux aussi, comme le suggère une étude menée par des chercheurs du Centre de recherches écologiques et évolutives sur le cancer (CREEC). Ces derniers estiment que les activités humaines pourraient conduire à une augmentation des taux de cancer dans la faune sauvage.

« Il est désormais avéré que les changements globaux augmentent l'incidence des cancers chez l'homme, nous avons donc supposé que ces mêmes modifications augmenteraient également le taux de cancer chez les animaux, qui partagent le même environnement que nous », explique Mathieu Giraudeau, chercheur au laboratoire Mivegec et membre du CREEC. Les changements globaux ? La pollution chimique évidemment. Mais pas seulement...

Pollution chimique

Pesticides, perturbateurs endocriniens, microplastiques, résidus de l'industrie pharmaceutique, autant de substances connues pour leurs effets cancérigènes, et auxquelles les animaux sont exposés autant que l'Homme. « Et même davantage, déplore Mathieu Giraudeau, car il existe des normes limitant l'exposition pour l'être humain, mais les animaux sauvages peuplant les zones agricoles sont certainement exposés à des doses bien plus élevées que nous. »

Et les belugas de l'estuaire du Saint-Laurent au Canada en sont un bon exemple : dans une eau fortement polluée par les effluents de l'industrie de l'aluminium, 27 % de ces mammifères marins examinés se sont avérés atteints de cancers. De la même façon, les lions de mer californiens présentent une augmentation des taux de cancer provoquée par la pollution de l'eau aux composés organochlorés.

Une pollution qui n'épargne pas les espèces à plumes : « Il est prédit que d'ici à 2050, 99 % des espèces d'oiseaux marins auront ingéré des micro-plastiques. » Une contamination problématique car ces microplastiques relâchent une multitude de composés chimiques dans l'organisme, dont certains comme le bisphénol A ont un effet cancérigène démontré.

Pollution lumineuse

En plus de cette pollution chimique, les animaux sauvages sont confrontés à une modification environnementale d'un autre type : la pollution lumineuse. Chez l'homme, des études montrent que l'exposition à la lumière artificielle pendant la nuit perturbe la production de mélatonine, l'hormone qui régule l'horloge biologique. Un dérèglement associé à un risque de cancer plus élevé. « Les oiseaux qui sont exposés à la pollution lumineuse nocturne subissent eux aussi des perturbations du rythme circadien et de la production de mélatonine. On trouve même désormais des espèces pour lesquelles certains couples nichent sur des lampadaires en ville », explique Mathieu Giraudeau.



D'ici à 2050, 99 % des espèces d'oiseaux marins auront ingéré des micro-plastiques.

© IRD - Jean-Michel Boré

Les activités humaines pourraient conduire à une augmentation des taux de cancer dans la faune sauvage. Un phénomène très sous-estimé que les chercheurs souhaitent étudier de plus près pour mieux comprendre cette maladie et peut-être développer de nouveaux traitements.

Changements alimentaires

Les chercheurs ont identifié un troisième facteur pouvant augmenter l'incidence des cancers chez les animaux : l'alimentation. « C'est un problème particulièrement important en milieu urbain, qu'il s'agisse de la nourriture qu'on leur distribue dans les parcs ou encore des animaux sauvages qui se nourrissent dans les poubelles. Cette alimentation ne correspond pas à leurs besoins et entraîne des carences en micronutriments et des modifications du microbiome qui peuvent être associées à des cancers », explique le chercheur. Et les animaux des villes ne sont pas les seuls concernés : une étude a par exemple montré que 92 % des vautours fauves présentaient des résidus de fluoroquinolone, une famille d'antibiotiques administrés au bétail dont les charognards consomment les carcasses et qui possèdent des propriétés cancérigènes.

Appauvrissement génétique

Le déclin de nombreuses espèces pourrait également les rendre plus vulnérables au cancer. « S'il y a de moins en moins d'individus dans les populations d'animaux sauvages, il y a également moins de diversité génétique, ce qui peut favoriser l'accumulation de mutations favorables à la survenue de cancers », expliquent les chercheurs. Ce phénomène a d'ailleurs été vérifié chez deux espèces en danger d'extinction : les renards gris des îles Santa Catalina en Californie et les zèbres de montagne du Cap en Afrique du Sud, chez qui la baisse de diversité génétique a augmenté les taux de cancer.

Nouvelles stratégies thérapeutiques

Malgré un manque de données déploré par les chercheurs, ces derniers sont catégoriques : toutes les espèces animales étudiées sont concernées par le cancer. « Ce phénomène reste très peu étudié, on connaît la prévalence du cancer pour seulement 31 espèces de vertébrés », constate le chercheur qui estime que les cancers sont très sous-estimés dans la faune sauvage. « Il faut maintenant d'une part récolter davantage de données sur le terrain pour mieux évaluer le cancer dans les populations sauvages et d'autre part vérifier expérimentalement l'impact des activités humaines sur les animaux », explique Mathieu Giraudeau.

Ce champ de recherche intéresse d'autant plus les scientifiques qu'il ouvre de nouvelles voies dans la lutte contre le cancer chez l'Homme. « Certaines espèces animales développent des adaptations pour survivre en milieu pollué, certaines autres sont plus résistantes au cancer. Si on parvient à mieux comprendre ces phénomènes on peut envisager de développer de nouvelles stratégies thérapeutiques pour lutter contre cette maladie en s'inspirant des défenses anti-cancer mises en place par ces espèces. »



« Mangez cinq fruits et légumes par jour. » Un slogan qui pourrait bien devenir *has been* dans les années à venir. En cause ? La dégradation, par la hausse de la concentration du CO₂ dans l'atmosphère, de la qualité nutritionnelle des plantes.

Un phénomène encore mal compris sur lequel s'apprêtent à plancher les chercheurs du laboratoire montpellierain de biochimie et physiologie moléculaire des plantes.

Si les plantes ne nous nourrissaient plus ?

« Dans 50 ans l'augmentation de la teneur en CO₂, que l'on ne maîtrise plus maintenant, va probablement stimuler sensiblement la production agricole mais ces productions seront d'une qualité nutritive moindre. » C'est le constat alarmant que partage Alain Gojon, chercheur au laboratoire de biochimie et physiologie moléculaire des plantes.

Un défi alimentaire mondial

Tout avait pourtant bien commencé. Pour une fois, la hausse de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère provoquée par l'activité humaine et responsable, entre autres, du réchauffement climatique, avait une conséquence positive. Elle stimulait la croissance de très nombreuses espèces de plantes en boostant leur photosynthèse. « La photosynthèse, explique Alain Gojon, c'est la capacité des plantes à faire des sucres avec le CO₂, la lumière et l'eau. C'est la base de la chaîne alimentaire de la vie. »

Dès les années 90, les chercheurs y voient un double espoir, celui de stimuler la production alimentaire mondiale tout en piégeant le CO₂ en excès. « C'est une des solutions possibles au défi alimentaire auquel la planète est confrontée, reprend Alain Gojon. Nous serons 9 milliards d'habitants en 2050, plus de 10 milliards avant la fin du siècle. Il va falloir nourrir tout le monde. » Les premiers calculs effectués sur la base des projections d'augmentation du CO₂ tablent sur une hausse de la production agricole de 40 %. Une manne.

Moins de minéraux mais plus de sucre

Plus de 2600 expériences ont été réalisées pour tester cette prédiction. Ces dernières appelées FACE pour *free air CO₂ enrichment*, consistent à reproduire une bulle artificielle de CO₂ sur des cultures en plein champ grâce à un système de buses injectant en continu du gaz carbonique. Des centaines d'espèces végétales dont le blé, la tomate, le riz, la pomme de terre ou encore les haricots ont été testées partout dans le monde. « Les premières publications sortent dès 1998, mais c'est seulement depuis 3 ou 4 ans que nous avons des syn-

thèses de toutes ces expériences. » Avec à la clé, deux conclusions.

D'abord le gain de productivité agricole, bien moindre finalement que ne l'avaient espéré les chercheurs. « Nous sommes plus autour de 10 % que de 40 % », précise Alain Gojon. La seconde, inattendue, est la perte significative des éléments minéraux et des protéines contenus dans ces plantes cultivées sous CO₂ : « La perte d'azote, qui est un constituant majeur des protéines, est d'environ 15 %. Pour les minéraux comme le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium ou le fer, on est à moins 10 %. » Des études récentes effectuées sur des variétés de riz rapportent même une perte en vitamines pouvant aller jusqu'à 40 %. On y trouve par contre plus de sucre puisque la teneur en carbone est augmentée.

Des conséquences graves sur la santé

D'ici cinquante ans, les plantes de consommation courante pourraient donc être plus riches énergétiquement mais plus pauvres en éléments nutritionnels essentiels avec potentiellement des conséquences graves sur la population humaine.



« Une étude récente indique qu'à l'échelle mondiale, 120 millions de personnes supplémentaires souffriront d'une carence en protéines et c'est un milliard et demi de femmes et d'enfants supplémentaires qui souffriront d'anémie aggravée à cause du manque de fer. » Encore une fois c'est le Sud qui payera le prix fort. « Au Nord, poursuit le chercheur, le déséquilibre nutritionnel pourrait se traduire par une hausse de l'obésité et du surpoids en raison de l'augmentation de la teneur en sucre des plantes. » Pour mieux cerner ce phénomène, le laboratoire QualiSud procèdera à une analyse des modifications de la qualité nutritionnelle des aliments produits sous fort CO₂ afin d'en mesurer l'impact sur la santé humaine.

Un processus qui pourrait déjà être enclenché puisqu'en comparant des plantes sauvages contemporaines avec des échantillons prélevés sur des herbiers datant de l'ère pré-industrielle, des chercheurs constatent que pour les mêmes espèces, la teneur en éléments minéraux est déjà inférieure. « Le problème, poursuit Alain Gojon, c'est que rien dans ce qu'on connaît actuellement de la physiologie de la nutrition minérale des plantes ne nous permet d'expliquer ça. » Et c'est bien l'enjeu des recherches qui débiteront à Montpellier dès janvier 2019.

Deux hypothèses

« La première hypothèse est que, pour une raison qu'on ne comprend pas, l'augmentation du CO₂ affecte le fonctionnement des plantes qui sont alors moins efficaces pour prélever les éléments minéraux dans le sol. » La seconde sur laquelle travaillera le laboratoire Eco&Sol de Montpellier en association avec l'équipe d'Alain Gojon est que « le CO₂ pourrait avoir un effet sur le fonctionnement des cycles biogéochimiques des éléments dans le sol. L'idée c'est que les plantes fonctionnent peut-être toujours aussi bien mais qu'il y a moins d'éléments minéraux disponibles pour elles dans le sol ».

En vérifiant ces hypothèses les chercheurs espèrent bien sûr comprendre ce mécanisme mais peut-être aussi, trouver des solutions à cette future crise. « Grâce aux dispositifs uniques dont dispose l'Ecotron de Montpellier, nous allons utiliser 140 lignées de plantes et essayer d'identifier quels sont les déterminants génétiques de l'impact négatif du CO₂ élevé sur la qualité nutritionnelle des plantes. » Avec l'espoir peut-être de produire des variétés de plantes moins impactées par l'augmentation du CO₂.



Pour faire face à la pénurie d'eau et préserver cette ressource qui se raréfie, des chercheurs de l'Institut européen des membranes proposent un procédé de traitement des eaux usées innovant. En ligne de mire : des eaux de qualité à la sortie des stations d'épuration qui pourront être réutilisées.

Les eaux usées, une ressource d'avenir

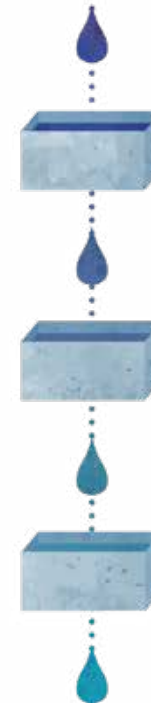


Pesticides, insecticides, résidus de produits pharmaceutiques, perturbateurs endocriniens, toutes ces substances produites par les activités humaines se retrouvent dans l'environnement, et les eaux ne sont pas épargnées. Un phénomène d'autant plus problématique que ces micropolluants sont nocifs même à très petites doses.

Pour préserver l'or bleu à l'heure où la pénurie d'eau devient préoccupante, les chercheurs mettent au point de nouveaux procédés destinés à éliminer efficacement ces substances à la sortie des stations d'épuration. Un véritable défi qui répond à un double objectif écologique : limiter l'impact des micropolluants sur l'environnement, et permettre de réutiliser les eaux usées ainsi dépolluées. Une voie d'avenir pour optimiser la gestion des ressources aquatiques.

Pollution réfractaire

« Aujourd'hui environ 80% des micropolluants sont éliminés par les traitements biologiques mis en œuvre dans les stations d'épuration, grâce à des boues actives qui les dégradent naturellement », explique Julie Mendret, chercheuse à l'Institut européen des membranes (IEM). Problème : certaines molécules ne sont pas biodégradables et persistent dans l'eau même après ce traitement. « Il reste 20% de pollution réfractaire qui sont rejetés dans le milieu naturel.



En France, contrairement à d'autres pays comme la Suisse, il n'existe aucune norme sur les micropolluants en sortie de station », souligne la chercheuse.

Les conséquences sur l'environnement sont pourtant connues : ces micropolluants qui retournent dans le circuit de l'eau se déposent notamment dans les limons et affectent tout l'écosystème. « Les études montrent que les poissons vivant à proximité des rejets des stations sont contaminés par ces molécules. Ces composés toxiques sont devenus un enjeu majeur et les stations d'épuration du futur devront se moderniser afin de limiter leurs émissions », explique Julie Mendret. La chercheuse a décidé de relever ce défi en proposant un procédé de traitement des eaux usées innovant et intensif.

Innovant et intensif

Aujourd'hui deux types de procédés permettent de traiter ces micropolluants : les procédés membranaires et les procédés d'oxydation avancée. Le premier repose sur l'utilisation de membranes qui retiennent les molécules de très petite taille et laissent passer l'eau. Cette méthode de filtration est efficace mais présente des limites : « les polluants sont certes isolés de l'eau, mais ils ne sont pas détruits, et il faut ensuite les éliminer », explique Julie Mendret.

Autre solution : les procédés chimiques d'oxydation avancée. « L'ozonation est particulièrement efficace sur les micropolluants, souligne la chercheuse. Ils sont oxydés par l'ozone qui les décompose en molécules de plus en plus petites jusqu'à obtenir des molécules de CO₂ et H₂O dans le cas d'une minéralisation complète. » Le polluant est finalement éliminé et ne subsistent que des molécules d'eau et de dioxyde de carbone, inoffensives. Une méthode efficace mais imparfaite : d'une part l'ozonation est peu rentable sur des polluants très dilués dans l'eau et d'autre part elle peut donner lieu à la formation de sous-produits toxiques.

Un procédé 2 en 1

Face à ces limites, les chercheurs de l'IEM ont eu l'idée de coupler ces procédés de traitement de

l'eau pour associer leurs avantages respectifs. Un projet ambitieux baptisé Saware. « C'est un procédé 2 en 1 : on associe une filtration très poussée, la nanofiltration, avec un procédé d'oxydation avancée à base d'ozone. Les molécules sont retenues par la membrane et oxydées simultanément grâce à l'ozonation », détaille Julie Mendret.

Une hybridation qui présente plusieurs avantages : l'ozone agit plus efficacement sur les polluants préalablement concentrés par la filtration, et les sous-produits toxiques qui peuvent être générés par l'ozonation sont retenus par la membrane et ne sont donc pas relâchés dans le milieu naturel.

Pour mettre au point ce dispositif, Julie Mendret et André Ayral de l'IEM ont opté pour des membranes de nanofiltration en céramique, un matériau résistant à l'action de l'ozone. « C'est la première fois qu'on utilise ce type de membrane catalytique pour traiter les eaux usées urbaines », souligne la spécialiste.

Une innovation qui pourrait garantir à la sortie des stations d'épuration une eau de grande qualité, susceptible d'être réutilisée (lire encadré). « Malheureusement nous sommes bloqués par la législation française très stricte qui limite la réutilisation des eaux usées », déplore Julie Mendret. Un appel du pied pour faire évoluer la réglementation, et contribuer à préserver cette ressource inestimable. 



La « reuse », un levier puissant pour préserver les ressources en eau

Face à une pénurie d'eau mondiale, la réutilisation des eaux usées, aussi appelée « reuse », est une voie d'avenir. Une fois traitées, ces eaux peuvent en effet être destinées à différents usages : l'irrigation des espaces verts ou des cultures, la lutte contre les incendies, le lavage des voiries ou encore la recharge des nappes phréatiques. Certains pays comme Singapour vont même jusqu'à produire une eau potable après traitement des eaux usées.

En France, la « reuse » reste peu développée. En cause : un manque de sensibilisation du public et une réglementation très stricte. Les professionnels du secteur militent ainsi pour un assouplissement de la loi qui encadre strictement la réutilisation d'eaux usées, avant tout pour des raisons sanitaires. La Commission européenne s'est récemment emparée de ce dossier et a émis en 2018 une proposition de règlement dédiée à l'irrigation agricole avec pour objectif de faciliter la réutilisation de l'eau usée épurée.

Le plastique & la tortue



© Paulo de Oliveira - Biosphoto

« **E**mballages de gâteaux, bâtons de sucette, cotons-tiges, bouchons, bouteilles de sauce salade, sacs poubelle, morceaux de gobelets... » Autant d'objets jetables que Gaëlle Darmon, chercheuse au Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive (CEFE) ne s'attendait pas à trouver quasi-systématiquement dans l'appareil digestif des tortues.

Des tortues qui flottent

Depuis bientôt 2 ans, la chercheuse et ses collègues traquent la présence de plastique dans l'appareil digestif des tortues marines. D'après les premières conclusions de ce projet baptisé INDICIT (*Indicator Impact Turtle*), 60 % des mille tortues caouannes observées ont ingéré des déchets plastiques. « Cela varie entre 25 et 85 % selon les pays, explique Gaëlle Darmon, avec un taux autour de 80 - 85 % pour la France, l'Italie et l'Espagne. On atteint même 100 % très localement en Méditerranée française. »

Avec des conséquences lourdes pour ces animaux emblématiques de la faune marine. « Si les morts directes par occlusion ou perforation intestinale ne s'observent que dans 1 ou 2 % des cas, l'ingestion de plastique a d'autres conséquences graves sur la santé », constate la chercheuse. Les plastiques contenus dans leur tube digestif empêchent notamment les tortues de s'alimenter et de se déplacer normalement. « On a vu des tortues qui flottaient et qui n'arrivaient plus à plonger à cause des plastiques qui font des bulles d'air. »

Une étude menée dans sept pays

Pour mener ce projet, une centaine d'acteurs dans sept pays ont été mobilisés. En France – où le projet est piloté par le CNRS – en Italie, en Espagne, au Portugal, en Grèce, en Turquie ou encore en Tunisie, les chercheurs de dix laboratoires se sont associés à des centres de soins ou des réseaux d'échouage. « Grâce à eux nous avons pu procéder à des autopsies des tortues mortes et étudier les excréments des tortues amenées vivantes dans les centres de soin », explique Gaëlle Darmon.

À Montpellier, ces observations ont été rendues possibles grâce au Centre d'études et de sauvegarde des tortues marines de Méditerranée (CESTMed) basé au Grau du Roi et au Réseau des tortues marines de Méditerranée française (RTMMF).

L'étude terminée en janvier 2019 permettra, selon la chercheuse, de « dresser un état des lieux des pollutions sur la zone Atlantique et Méditerranée afin d'évaluer l'efficacité des mesures qui seront prises », mais aussi et surtout de sensibiliser le public à « l'urgence de réduire notre consommation d'objets à usage unique ». 

En France, 85 % des tortues marines ont ingéré des déchets plastiques issus de notre consommation courante. C'est le constat alarmant que dressent les chercheurs du projet européen INDICIT* qui étudient la présence de plastique dans l'appareil digestif de ces animaux marins.



26
Faire du sport pour préserver sa personnalité

28
Rencontre avec l'interféron

29
Le virus de l'immunologie

30
Un enfant du siècle



L'activité physique ne sculpte pas que votre silhouette, elle façonne également votre personnalité. Une étude conduite par des chercheurs du centre Euromov démontre que l'absence d'activité physique est associée à une évolution défavorable de certains traits de notre personnalité.

Quels sont les facteurs associés aux modifications de notre personnalité au cours de la vie ? Pour mieux comprendre comment nous évoluons, le chercheur en psychologie de la santé Yannick Stephan et ses collègues de l'université de Floride ont étudié les données issues de trois cohortes américaines. Les chercheurs ont évalué la personnalité de près de 10 000 volontaires qui ont été suivis pendant 20 ans. Les participants ont également renseigné régulièrement leurs habitudes de vie, déclarant notamment leur niveau d'activité physique.

« En étudiant ces données nous nous sommes aperçus que ceux qui déclaraient un très faible niveau d'activité physique voyaient leurs traits de personnalité se modifier au cours du temps, explique Yannick Stephan. Plus exactement, l'inactivité est associée à un déclin du caractère consciencieux. »

Selon le modèle des cinq traits centraux de la personnalité (lire encadré), le caractère consciencieux reflète une tendance à être organisé, autodiscipliné, à toujours réfléchir avant d'agir. Ceux qui présentent un faible niveau de caractère consciencieux se montrent plutôt impulsifs, paresseux et désorganisés.

Caractère consciencieux

« Le caractère consciencieux est le trait de personnalité qui est le plus en lien avec la santé, explique le chercheur. On estime qu'un faible niveau de caractère consciencieux est associé à une augmentation du risque de mortalité de 40 % toutes causes confondues. » Ce lien s'explique naturellement par les comportements et les habitudes de vie : « le fait d'être consciencieux amène à adopter moins de comportements à risque – tabac, alcool, sédentarité, mauvaise

Faire du sport pour préserver sa personnalité

alimentation... ce qui limite le risque de maladies associées et préserve une meilleure santé ». Par le biais de ces mêmes mécanismes, ce trait de personnalité est de même lié au risque de maladie d'Alzheimer.

Dans ce cas peut-on envisager des moyens d'améliorer le caractère consciencieux pour préserver sa santé ? « C'est justement un des enseignements de cette étude : ceux qui avaient un niveau d'activité physique très faible, soit moins d'une à deux sessions d'activité physique par mois, présentaient un déclin du trait caractère consciencieux. On peut donc supposer qu'adopter une activité physique régulière permettrait de maintenir un haut niveau de caractère consciencieux et donc aussi une meilleure santé. »

Corriger les traits de personnalité « pathogènes »

On sait depuis longtemps que l'activité physique est bénéfique pour la santé, mais cette étude démontre que ce bénéfice se manifeste aussi par des modifications de personnalité. Les chercheurs ont d'ailleurs remarqué que l'inactivité physique était également associée à une baisse du niveau d'extraversion, de l'ouverture aux expériences et du caractère agréable. « Les personnes sédentaires ont tendance à s'isoler ce qui limite les interactions sociales et affecte ces traits de personnalité », précise Yannick Stephan.

Faire du sport pour améliorer son corps et sa tête ? « On peut tout à fait imaginer des programmes d'intervention centrés sur la mise en place d'activités sportives pour atténuer les traits de personnalité considérés comme "pathogènes" et renforcer ceux qui sont protecteurs », propose le chercheur. Un argument supplémentaire pour mettre tout le monde en mouvement, alors même que les programmes d'incitation existants peinent à se faire entendre. « On estime qu'un quart de la population mondiale est totalement inactive, un chiffre qui n'a pas bougé depuis 2001 », constate Yannick Stephan. Bougez un peu, vous serez plus consciencieux, et vous vivrez mieux. 

Les big five

Les chercheurs en psychologie ont défini cinq traits centraux utilisés pour la description et l'étude de la personnalité. Ce modèle dit des big five s'articule autour des traits suivants :

- L'instabilité émotionnelle : tendance à être anxieux, en colère ou déprimé. À l'inverse un faible niveau d'instabilité émotionnelle désigne des personnes plutôt calmes qui ressentent moins de sentiments négatifs.
- Le caractère consciencieux : tendance à être organisé, autodiscipliné, à toujours réfléchir avant d'agir. À l'inverse une personne présentant un faible niveau de caractère consciencieux se montrera impulsive, paresseuse et désorganisée.
- L'extraversion : tendance à être très sociable et enthousiaste, à chercher des sensations. À l'inverse un faible niveau d'extraversion caractérise des personnes plus effacées et moins dépendantes de l'interaction avec les autres.
- L'ouverture aux expériences : tendance à faire preuve de curiosité intellectuelle, imagination, créativité. À l'inverse une personne peu ouverte aux expériences a plutôt des intérêts restreints et peut se montrer résistante au changement.
- Le caractère agréable : tendance à l'empathie et à l'altruisme. À l'inverse ceux qui présentent un faible niveau de caractère agréable se montrent peu soucieux du bien-être des autres.

« L'inactivité est associée à un déclin du caractère consciencieux »

Rencontre avec l'interféron



Virologue à l'Institut de recherche en infectiologie de Montpellier (IRIM), Caroline Goujon dirige depuis 2015 une équipe de recherche sur l'interféron. Une molécule sécrétée par nos cellules, indispensable pour résister aux agents pathogènes et dont le fonctionnement reste encore méconnu.

que ce dernier a tout pour passionner. Anti-viral naturel, cette molécule sécrétée par nos cellules a l'incroyable pouvoir de nous protéger contre les virus et les bactéries, sans avoir recours aux anticorps. Comment agit-il ?

Produit par la cellule lors de l'intrusion d'un agent pathogène, l'interféron va se lier à la surface de celle-ci ainsi qu'à celles des cellules environnantes et émettre un signal d'alarme qui déclenchera chez chacune d'elles une reprogrammation génétique. « Ces cellules exposées à l'interféron vont exprimer une centaine de gènes dont une poignée va coder des protéines capables de combattre l'infection » souligne la biologiste.

Une course contre la montre

Voici la théorie, « dans la vraie vie c'est une course contre la montre, explique Caroline Goujon. Un virus comme la grippe se multiplie très rapidement. L'interféron permet de limiter sa propagation mais n'est pas suffisant. » Résultat, nous tombons malade.

D'où l'intérêt pour les scientifiques « d'identifier cette poignée de gènes capables d'inhiber la réplication du virus » afin de mieux comprendre leur fonctionnement. Avec la clé « l'espoir lointain » d'ouvrir la voie à de nouvelles thérapies. Dans « l'atmosphère si particulière [de son] laboratoire confiné, et le calme », tant apprécié, d'un tête-à-tête entre virus et interféron, la chercheuse le sait : « Potentiellement, la solution est en nous. » 

Au hasard d'expériences

De retour en France, sept ans plus tard, elle obtient son concours de chargée de recherche, décroche un financement destiné aux jeunes chercheurs et monte sa propre équipe sur l'interféron. Il faut dire



Nadège Nziza termine son doctorat de biologie dans le laboratoire Cellules souches, plasticité cellulaire, médecine régénératrice et immunothérapie. Son travail vise à améliorer le diagnostic et la compréhension des différentes formes d'arthrites juvéniles. En juin dernier elle est arrivée finaliste du prestigieux concours « Ma thèse en 180 secondes ».

Le virus de l'immunologie

« C'luedo 2.0 voilà le titre que je donnerais à ma thèse. On oublie le colonel Moutarde et on se concentre sur une articulation d'enfant toute gonflée à cause d'une inflammation. » C'est avec ce scénario d'enquête que Nadège Nziza, doctorante en biologie cellulaire, a captivé l'auditoire et le jury du concours national de « Ma thèse en 180 secondes ».

Arthrite juvénile

L'inflammation dont elle parle porte un nom : l'arthrite juvénile. « Une maladie auto-immune touchant un enfant sur 3000 en France et pouvant conduire à la destruction des articulations, explique-t-elle, une maladie où le système immunitaire, censé nous protéger disjoncte et se retourne contre nous. »

L'immunologie. Un virus attrapé par la jeune chercheuse « dès l'enfance » et qui la pousse à 17 ans à quitter le Rwanda pour effectuer ses études en Belgique avant son doctorat en France « afin de rencontrer des spécialistes du domaine ».

Depuis trois ans à l'Inserm, sous la direction de Florence Apparailly, et avec le financement de la fondation Arthritis, Nadège collecte les échantillons de sang et de liquide synovial présent dans les articulations des petits patients du CHU de Montpellier, pour en apprendre plus sur cette maladie. Car si des traitements efficaces existent, son diagnostic reste lent et complexe. « L'arthrite juvénile idiopathique, la forme auto-immune de l'arthrite chez les enfants, se décline en 7 sous-types répondant à un traitement différent. Il y a aussi l'arthrite septique qui est infectieuse et se soigne avec des antibiotiques. » Seule solution aujourd'hui, tester l'un après l'autre les différents traitements jusqu'à obtenir un résultat...

Les bons coupables

Dans sa thèse l'étudiante se propose donc de déboucher plus rapidement les bons coupables : « J'analyse plusieurs types de globules blancs et de microARN, de petits fragments dérivés de l'ADN, et je recherche des différences entre les formes d'arthrite. Mon but est de trouver différentes signatures qui permettraient d'établir un diagnostic direct et ainsi faciliter le choix du traitement. » Des recherches ayant déjà permis de déposer un brevet « avec une liste de microARN différemment exprimés entre l'arthrite septique et l'arthrite juvénile idiopathique » explique Nadège Nziza.

Dans quelques mois la jeune chercheuse espère bien s'envoler « aux Etats-Unis, au Canada ou en Australie » pour un post-doctorat. « Toujours en immunologie mais sur les maladies infectieuses et plus particulièrement le paludisme parce que j'aimerais retourner au Rwanda et c'est ce qui touche le plus les gens de mon pays. » 

Un enfant du siècle

Engagé dans son époque, Thierry Escolar l'est sans aucun doute. Étudiant à l'Institut de préparation à l'administration générale (IPAG), diplômé en science politique et en histoire, il est également co-fondateur de l'association humanitaire montpelliéraine « Jeunesse s'engage ».



© Grey Photography

« **A**près la philosophie, il faut l'action. » Cette phrase de Victor Hugo est devenue la devise de l'association « Jeunesse s'engage » et « une façon de voir la vie » pour son président co-fondateur Thierry Escolar. Depuis plus de trois ans, cet étudiant organise des collectes et des maraudes hebdomadaires à destination des sans-abris de Montpellier et Paris, fait de la prévention santé auprès des jeunes, développe des partenariats institutionnels ou inter-associatifs... En 2015 et 2016, il constitue même une équipe pour se rendre à Palerme dans le cadre de deux missions humanitaires auprès d'enfants migrants.

« Une façon de voir la vie »

C'est au cours de précédentes missions au Moyen-Orient et en Egypte que ce Montpelliérain issu des quartiers populaires a le déclic. « *En voyant des pays en faillite ou colonisés j'ai compris rétrospectivement la chance que c'était que d'avoir des structures, des fonctionnaires, choses sur lesquelles on peut être en désaccord mais qui font qu'il y a une paix et que ça fonctionne.* »

De retour en France, il attaque un double cursus science politique et histoire. L'actualité le rattrape pourtant avec le choc des attentats de 2015 mais aussi la précarité grandissante à Montpellier. « *On voyait de plus en plus de gens à la rue et la crise migratoire commençait à faire parler d'elle...* » Thierry réfléchit, « *en science politique on découvre une grille de lecture du monde intéressante. On nous a beaucoup encouragés à faire de la mise en pratique, des projets collectifs.* » Avec son ami Olivier Saunier il décide alors de fonder Jeunesse s'engage.

Une troisième voie

Leur objectif ? « *Proposer aux jeunes une troisième voie, un engagement qui ne soit ni culturel, ni de l'action politique partisane. Leur permettre juste de participer à une action ponctuelle mais qui les sensibilisera peut-être à notre responsabilité collective.* » Depuis plus de 500 jeunes ont répondu à cet appel.

L'étudiant en science politique a, quant à lui, bifurqué vers l'administration, parce qu'il pense que c'est là qu'il pourra « *se rendre utile* ». Après une expérience d'attaché parlementaire, il effectue aujourd'hui un apprentissage place Beauvau : « *Symboliquement de là d'où je viens, une fiche de paye de l'Assemblée nationale ou du ministère de l'Intérieur c'est juste une preuve qu'en France aussi c'est possible.* » Bientôt un(e) autre reprendra le flambeau à la tête de l'association mais l'engagement de Thierry Escolar lui, reste intact.

Raphaël, 8 ans



À quoi ça sert les chromosomes

Notre corps est composé d'un ensemble de cellules. Dans chacune d'elles se trouve un petit « sac » appelé noyau cellulaire. Il renferme les chromosomes qui sont le support physique de notre information génétique. Cette information est inscrite dans la molécule d'acide désoxyribonucléique, l'ADN et l'ensemble du matériel génétique porté par les chromosomes constitue le « génome », spécifique à chaque espèce vivante.

C'est au sein des chromosomes que l'on va trouver les gènes, des petites portions de chromosomes portant chacune l'information qui permet la synthèse d'une protéine, constituant indispensable à la structure et aux fonctions des cellules.

Au départ, les parents transmettent leurs chromosomes à leurs enfants lors de la fécondation, quand les cellules sexuelles se rencontrent. Chez l'humain, dans la toute première cellule œuf, il y aura au total 46 chromosomes. Ils fonctionnent par paires, 23 chromosomes provenant de la mère et 23 du père. On hérite ainsi intégralement et équitablement du « patrimoine génétique » de nos deux parents.

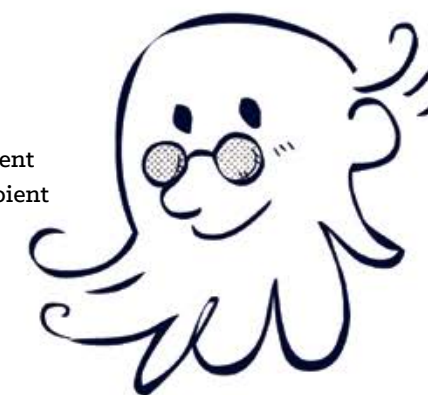
Ensuite, tout au long de notre vie, nos cellules se divisent pour se multiplier, c'est ce qui nous permet de grandir et de rester en bonne santé. Les chromosomes permettent ainsi de maintenir, de reproduire et de transmettre l'intégralité de l'information génétique de cellule en cellule au cours du développement des individus et tout au long de leur vie.

Chez l'humain, les 46 chromosomes contiennent environ 2 mètres d'ADN. Si l'on mettait bout à bout l'ADN de toutes les cellules d'un organisme adulte, on pourrait faire environ 500 fois la distance entre la terre et le soleil !

Le génome humain possède environ 23 000 gènes, ce qui ne représente qu'une toute petite partie de sa longueur. Le reste du génome contient des vastes régions qui sont localisées autour des gènes et qui servent à leur régulation, ainsi qu'à isoler les gènes des régions voisines pour que chaque gène puisse être régulé de façon autonome.

En effet, il ne faut pas que dans toutes nos cellules, tous les gènes s'activent en même temps. C'est ce qui va permettre que les cellules de ton cœur soient différentes de celles de ta peau par exemple.

Un article en partenariat
avec le site *The Conversation*



Giacomo Cavalli et Frédéric Bantignies
Chercheurs à l'Institut de génétique humaine



Université de Montpellier

www.umontpellier.fr