

# RECHERCHE & SANTÉ

Fondation pour  
la  
Recherche  
Médicale

*Innovier pour sauver*

# 167 3<sup>e</sup> trimestre 2021

AU CŒUR DU SUJET

## L'intelligence artificielle au service de la santé

REGARDS CROISÉS

Les réseaux sociaux sont-ils néfastes pour la santé mentale ?

TOUS ENGAGÉS

Visite virtuelle de labo, Challenge FRM inter-écoles... Tous unis malgré la crise sanitaire !

## SOMMAIRE

04

VOS DONNS  
EN ACTIONS

08

LES ACTUS  
DE LA RECHERCHE

10

REGARDS CROISÉS

12

AU CŒUR DU SUJET

L'intelligence artificielle  
au service de la santé

18

VOS QUESTIONS  
DE SANTÉ

21

TOUS ENGAGÉS !

Pour tout renseignement ou  
pour recevoir Recherche & Santé,  
adressez-vous à :

FRM - 54, rue de Varenne  
75335 Paris Cedex 07

Service des relations donateurs :  
01 44 39 75 76

Contribution de soutien  
pour 4 numéros : 12 €  
(chèque à l'ordre de la Fondation  
pour la Recherche Médicale)



Retrouvez la Fondation  
pour la Recherche Médicale  
en ligne :

FRM.ORG



## LE MOT DU PRÉSIDENT

# Nous devons tant à la recherche : soutenons-la !

**Stop au dénigrement de la recherche médicale française !**

**Par une tribune parue dans Les Échos\* le 9 juin dernier, la FRM rappelle que la recherche médicale est une aventure au long cours, bâtie sur des hypothèses, des prises de risque et une part de chance.** La

connaissance du vivant nécessite en effet d'explorer toutes les voies sans *a priori*. Sur des milliers de pistes investiguées, seules quelques-unes déboucheront sur un développement clinique, et moins encore sur une exploitation pharmaceutique. Ainsi, des dizaines d'années d'exploration patiente, d'essais et d'erreurs sont souvent nécessaires pour faire surgir de nouvelles options thérapeutiques.

**Si la mise au point des vaccins à ARN messager contre le Sars-CoV-2, responsable de la Covid-19, a pu se concrétiser en un an, c'est aussi parce qu'elle est l'aboutissement de recherches commencées dès les années 1990.** Et les illustrations des succès de nos équipes ne manquent pas :

Giacomo Cavalli, éminent spécialiste de l'épigénétique dont les recherches sur la régulation des gènes offrent des perspectives de nouveaux traitements ; Nathalie Cartier-Lacave, pédiatre et chercheuse à Paris qui, avec sa technique pionnière de thérapie génique, soigne des enfants atteints de leucodystrophie ; ou encore Bernard Malissen, dont les découvertes ont dévoilé tout un pan du fonctionnement de notre système immunitaire, un sujet au cœur de nos préoccupations actuelles... Ces trois chercheurs d'exception sont d'ailleurs les trois derniers Grand Prix de la FRM.

**Aussi, plus que jamais la créativité des chercheurs doit être encouragée et soutenue :** l'intelligence artificielle (IA) est l'un de ces domaines prometteurs pour l'amélioration de la prévention, du diagnostic, et parfois même des traitements (cf. p.12-17) que nous devons continuer à accompagner. Soutenir la recherche, c'est investir dans la vie ! Il n'y a pas de plus grand dessein.

\*<https://www.lesechos.fr/idees-debats/cercle/opinion-soutenons-la-recherche-francaise-1322007>



© Julie Bourges

**DENIS DUVERNE**

Président du Conseil de surveillance



Directeur de la publication : Benjamin Pruvost • Comité de rédaction : Marie-Charlotte Brun, Valérie Lemarchandel, Nadia Martini, Marion Méry, Émilie Ozenne, Delphine Torcharde-Pagniez • Ont participé à la rédaction : Camille Aulas, Stéphane Boumendil, Catherine Brun, Émilie Gillet • Ont participé au dossier : Jean Charlet (parrain du dossier), Irène Buvat, Maxens Decavèle, Emmanuel Reyrat, Sébastien Wolf • Conception et réalisation : CITIZENPRESS • Responsable d'édition : Camille Aulas • Secrétariat de rédaction : Alexandra Roy • Couverture : Getty Images • Chef de fabrication : Sylvie Esquer • Impression : Maury • Périodicité : trimestrielle • Date et dépôt légal à parution : Juillet 2021 • ISSN 0241-0338 • Dépôt légal N° 8117.

Depuis plusieurs mois, sur son site Internet et ses réseaux sociaux, la FRM dévoile les portraits de ceux pour qui les chercheurs se mobilisent chaque jour et s'engagent avec obstination dans des projets au long cours : les patients. Grâce aux avancées de la recherche médicale, ce sont des vies, leurs vies, qui ont été sauvées.



Retrouvez toutes les vidéos sur [frm.org](http://frm.org)

Depuis toujours, la recherche médicale se bat pour la vie, toutes les vies. Celle de Michel, atteint d'un mélanome métastatique (le cancer de la peau le plus agressif), sauvé grâce à la recherche médicale et notamment grâce aux travaux du Pr Caroline Robert (cf. encadré ci-dessous), ou encore celle d'Antoine, parvenu grâce à un traitement innovant à guérir de l'obésité génétique. En avril, nous découvrons aussi l'histoire de Noah, 23 ans, atteint de mucoviscidose, qui nous expliquait comment la double greffe de poumons dont il a bénéficié fin 2019 a changé sa vie.



1,7K LIKES, 160 COMMENTAIRES, 352 PARTAGES  
26 mars 2021



« Une leçon vie, bravo à vous, Monsieur. Merci à tout le monde médical pour votre fabuleuse aide dans nos combats. Vous nous sauvez et prolongez nos vies si précieuses. »

– NADINE



2,4K LIKES, 176 COMMENTAIRES, 423 PARTAGES  
6 avril 2021



« Noah est la preuve vivante que les chercheurs et médecins nous sont indispensables, ne l'oublions pas. Bon courage, Noah. »

– NELLY

## Les visites de labo de Thierry Lhermitte

Notre parrain est allé à la rencontre du Pr Caroline Robert, qui codirige l'équipe « Adaptation aux thérapies anticancéreuses » à l'Institut Gustave-Roussy (Villejuif). Ses recherches visent notamment à élucider les mécanismes de résistance du mélanome aux nouvelles thérapies. Ces travaux, soutenus par la FRM, étaient au cœur de la chronique de Thierry Lhermitte dans l'émission « Grand bien vous fasse ! » du 3 mai 2021, sur France Inter.



Réécoutez cette chronique sur [frm.org](http://frm.org)



© DR



NEUROSCIENCES

# Vasopressine et trouble du spectre autistique

**D**epuis de nombreuses années, on suspecte la vasopressine de jouer un rôle dans le trouble du spectre autistique. Appelée aussi hormone antidiurétique, la vasopressine est produite par certains neurones cérébraux et régule diverses fonctions comme la soif et la tension artérielle, mais elle joue aussi un rôle dans les interactions sociales. En collaboration avec des chercheurs marseillais et américains, une équipe de l'Institut de génomique fonctionnelle de Montpellier s'est intéressée à un modèle murin d'une maladie génétique rare présentant des similitudes avec le trouble du spectre autistique. Ces souris, dont les neurones à vasopressine



© Getty Images

sont désorganisés et dysfonctionnels, déclenchent des mécanismes de peur sociale lorsqu'elles croisent des congénères pourtant inoffensifs. Les chercheurs montrent que lorsque l'on administre de la vasopressine directement dans le cerveau de ces souris, leur comportement social s'améliore. Ils précisent également les mécanismes cérébraux en jeu. En 2019 déjà, un essai clinique américain avait montré qu'un spray nasal de vasopressine améliorait

**392 384 €**

Financement FRM en 2017 et 2018



certains symptômes chez les enfants atteints de trouble du spectre autistique. Un résultat qui reste à confirmer dans un essai clinique de plus grande ampleur. —

Source : *Journal of Clinical Investigation*, novembre 2020

**399 984 €**

Financement FRM en 2017



© Gadachar et autres / Science 2021

FERTILITÉ

## LA NAGE DES SPERMATOZOÏDES

Les microtubules, des fibres qui constituent en quelque sorte le squelette des cellules, sont essentiels au déplacement des spermatozoïdes. Mais pour fonctionner correctement, elles doivent subir une modification enzymatique appelée glycylation. Sur cette image issue de données de microscopie optique, on peut voir en haut le trajet de nage linéaire d'un spermatozoïde normal, lorsque les microtubules ont subi une glycylation, et au milieu et en bas des trajets de nage circulaires et diagonaux anormaux de spermatozoïdes pour lesquels la glycylation des microtubules n'a pas eu lieu. Ce défaut pourrait expliquer certaines formes de stérilité masculine.

**5 µm**

Chez l'Homme, le spermatozoïde est constitué d'une tête ovoïde mesurant environ 5 µm (soit 5 millièmes de millimètre) et d'une queue appelée flagelle d'une taille de 50 µm en moyenne.



Alors que l'ovocyte qu'il va féconder mesure, lui, presque deux fois et demie plus, soit environ 120 µm.

Source : *Science*, janvier 2021



INFECTIOLOGIE

# Mieux comprendre les infections bactériennes persistantes

**L**a persistance, c'est la capacité des bactéries à survivre à de hautes doses d'antibiotiques sans pour autant présenter de véritable résistance à ces médicaments. Ce phénomène est un problème de santé publique : lorsque le traitement est arrêté, il y a un risque élevé de rechute de l'infection, voire de développement d'une infection chronique. À l'université de Rennes I, le laboratoire « ARN régulateurs bactériens et médecine » s'est penché sur les mécanismes de la persistance chez le staphylocoque doré, responsable de nombreuses **infections nosocomiales**. Les chercheurs ont mis en évidence un processus moléculaire guidé par l'antitoxine SprF1, une molécule qui favorise l'entrée des bactéries dans la persistance aux antibiotiques. Les chercheurs souhaitent désormais développer des molécules ciblant cette antitoxine SprF1 afin de traiter les infections chroniques à staphylocoques dorés. —

Source : *Nature Microbiology*, janvier 2021



© Getty Images

→ **Infection nosocomiale** : maladie d'origine bactérienne, ou plus rarement virale, contractée lors d'un passage dans un établissement de santé.

308 000 €

Financement FRM en 2016



MÉTABOLISME

# Un anticancéreux bon pour le cœur !



© Getty Images

**L**e tamoxifène est une hormonothérapie fréquemment prescrite aux femmes après certains cancers du sein pour réduire le risque de récurrence : en bloquant les récepteurs aux œstrogènes à la surface des cellules cancéreuses, il inhibe leur prolifération. Mais on sait aussi que le tamoxifène a un effet protecteur sur les artères, ce qui expliquerait pourquoi il limite également les risques de maladies cardiovasculaires souvent engendrés par un traitement anticancéreux. Une équipe de l'Institut des maladies métaboliques et cardiovasculaires de Toulouse vient d'éclaircir l'un des mécanismes de cette protection cardiovasculaire. Les chercheurs montrent en effet que le tamoxifène favorise la cicatrisation des cellules endothéliales, les cellules qui tapissent les artères et les protègent de l'**athérome**. « Notre étude souligne que le

*tamoxifène mime les œstrogènes mais en ciblant des voies qui ne sont pas toujours celles qu'on anticipe. Nous avons ainsi mis en évidence un effet protecteur sur les artères, avec un effet indirect sur les cellules endothéliales. Ce travail devrait inciter à étudier d'autres effets "indirects" du tamoxifène, par exemple sur les cellules du système immunitaire, qui jouent un rôle clé dans la surveillance immunitaire des tumeurs », soulignent Jean-François Arnal, professeur à l'université Toulouse III-Paul Sabatier, et Coralie Fontaine, chercheuse Inserm, qui ont coordonné ces travaux. De quoi permettre de mieux appréhender le spectre d'action de ce médicament largement utilisé.* —

Source : *Circulation Research*, décembre 2020

→ **Athérome** : dépôt fibreux composé essentiellement de graisses, qui bouche progressivement les artères.

411 024 €

Financement FRM en 2016 et 2018





# NOTRE DÉFI PRIORITAIRE

En investissant 4,5 millions d'euros en 2020 pour soutenir neuf projets de recherche pluridisciplinaires innovants sur les maladies neurodégénératives, la FRM espère contribuer à une meilleure compréhension de leurs mécanismes, avec l'objectif ultime de les prévenir, les diagnostiquer précocement et les soigner.

**L**e 2 mars 2021, la FRM organisait la journée de lancement de son deuxième appel à projets dans le cadre de son programme stratégique sur les maladies neurodégénératives. L'événement virtuel réunissant les neuf consortiums lauréats, des lauréats de son premier appel à projets « Alzheimer » de 2019 et des mécènes de la FRM, a été l'occasion d'échanges nourris. De quoi créer une véritable communauté autour de la FRM et susciter l'émulation. Car l'enjeu est de taille : les maladies neurodégénératives

constituent un des plus grands défis médicaux actuels, avec plus d'un million de personnes atteintes en France. Maladies d'Alzheimer, de Parkinson et de Huntington, sclérose en plaques, sclérose latérale amyotrophique... toutes entraînent la mort progressive de certains neurones et conduisent à des déficits cognitifs, sensoriels ou moteurs, puis à l'invalidité. Aucune ne bénéficie de traitement curatif à ce jour. La FRM s'est donc saisie de cet enjeu de santé et de société pour en faire l'un de ses grands axes stratégiques.

## Zoom sur deux projets particulièrement prometteurs

**598 370 €**

Financement FRM en 2020



### MALADIE DE PARKINSON

## Comprendre l'origine des formes héréditaires

**C**onnaître les gènes en cause dans le développement des formes héréditaires de la maladie de Parkinson (environ 5 % des cas) pourrait permettre de cerner les mécanismes de la maladie. À ce jour, seuls douze gènes mutés ont été identifiés et la majorité des formes génétiques restent inexpliquées. L'objectif du projet mené par Suzanne Lesage, à l'Institut du cerveau, à Paris, est donc d'identifier d'autres gènes mutés en cause, notamment dans des formes précoces (avant 50 ans). L'équipe a déjà identifié des mutations délétères dans 130 gènes candidats. Elle veut maintenant confirmer le rôle de ces gènes dans la survenue de la maladie dans des neurones en culture et chez la mouche du vinaigre. De quoi apporter un éclairage sur les mécanismes moléculaires de la maladie et ouvrir de nouvelles pistes thérapeutiques. ■

**516 965 €**

Financement FRM en 2020



### SCLÉROSE LATÉRALE AMYOTROPHIQUE

## Vers une thérapie cellulaire contre la maladie

**L**e consortium animé par Cédric Raoul, à l'Institut des neurosciences de Montpellier, envisage une approche originale pour tenter de stopper l'évolution de la sclérose latérale amyotrophique (SLA), une maladie rare et fatale quelques années après son diagnostic. Il a été observé que les patients présentent des lymphocytes T régulateurs (des globules blancs chargés de mettre fin aux réponses immunitaires) nettement moins nombreux et aux propriétés fortement diminuées. L'hypothèse est celle d'une altération du métabolisme de ces cellules. Quand ils l'auront confirmée, les chercheurs se proposent de reprogrammer le métabolisme de ces lymphocytes T régulateurs pour réhabiliter leurs propriétés protectrices. Ils les injecteront ensuite à des souris modèles mimant la maladie pour tenter de ralentir son évolution. ■



Spécialiste des virus émergents, il a récemment découvert des facteurs cellulaires humains nécessaires à l'infection par les virus du chikungunya ou de la dengue, et contribué à des avancées sur la Covid-19.

## BIOGRAPHIE

1995

Doctorat d'immunologie de l'université de Bordeaux II.

1996

Arrivée à l'Institut Pasteur (Paris) et première découverte majeure sur le virus du sida.

2000

Recruté comme chargé de recherche à l'Inserm.

2010

Création de son équipe « Biologie des virus émergents » à l'Institut de recherche Saint-Louis, à Paris.

# Ali Amara

Virologue, directeur de recherche à l'Inserm et pasteurien dans l'âme, Ali Amara se livre avec humilité et humour pour *Recherche & Santé*.

912 900 €

Financements FRM depuis 2008.



**S**on chemin n'était pas tout tracé. Médecine ? Une appendicite l'empêche de se présenter au concours ; ce sera finalement la biologie. Son laboratoire ferme ses portes pendant son doctorat à Bordeaux ? Le doctorant apprend la ténacité : il trouve un laboratoire pour terminer sa thèse. Son Graal porte un nom : l'Institut Pasteur. Fort de sa détermination, le jeune docteur en immunologie convainc alors Jean-Louis Virelizier de lui donner sa chance au sein de son unité d'immunologie virale à Pasteur. Jusqu'au récent décès de ce dernier, de la Covid-19, il a gardé des liens avec lui. Car ainsi avance Ali Amara, la gratitude comme seconde nature. Il tient à citer ses pairs, qui ont forgé sa conception de la recherche : Dan Littman, immunologiste de renom aux côtés

duquel il a travaillé durant un an à New York dans un laboratoire « scientifique de niveau exceptionnel » ; Félix Rey, pasteurien et virologue « de classe internationale, un puits de savoir, d'une modestie et d'une gentillesse extrêmes, qui m'a beaucoup inspiré et m'enrichit encore, à la fois humainement et intellectuellement » ; Hugues de Thé, immense médecin-chercheur en cancérologie qui l'a accueilli à Saint-Louis et lui a prodigué de précieux conseils pour lancer sa propre équipe. Sans oublier la FRM, « à laquelle je serai toujours redevable de m'avoir soutenu à ce moment clé de mon parcours ». Il évoque son équipe avec chaleur, « un peu comme une deuxième famille », souhaitant ses collaborateurs « heureux, dans une bonne ambiance de travail ». Derrière, perce un autre engagement. Touché par les paroles de ses sœurs,

de ses amies et de ses filles, le chercheur est devenu un féministe convaincu, ravi qu'actuellement « les lignes bougent et que les valeurs d'égalité avancent enfin ! ». Dans un quotidien dont il déplore qu'il soit fait de trop d'administratif et de recherche permanente de financements, Ali Amara se ménage d'indispensables respirations : littérature, musique, art et sport. Son ballon d'oxygène ? La nature. « Né dans les Cévennes, au milieu des châtaigniers et des giroles, c'est un besoin... épigénétique ! En marchant, l'esprit se pose, des idées apparaissent. Je crois à l'unité du monde, tout est connecté, il n'y a pas de hasard. » Comment se projette-t-il dans les années à venir ? « Faire des découvertes, les partager et transférer les résultats vers les patients. » Des ambitions somme toute pasteurienne. ■



## MICROBIOTE

## De l'intestin au cerveau



© Getty Images

**D**epuis quelques années déjà, on soupçonne que le microbiote intestinal – ces milliards de microorganismes qui peuplent naturellement nos intestins – a une influence sur le fonctionnement de notre cerveau, et notamment sur la régulation de nos humeurs. Un consortium de chercheurs de l'Institut Pasteur, du CNRS et de l'Inserm vient de démontrer l'existence d'une relation causale entre altérations du microbiote intestinal et troubles de l'humeur. Les chercheurs révèlent ainsi que, chez la souris, une modification du microbiote provoquée par un stress chronique peut engendrer une baisse de production de certaines molécules de type métabolites lipidiques. Et que l'effondrement dans le sang et le cerveau de la quantité de ces métabolites serait à l'origine d'un état dépressif. D'ailleurs « *le simple transfert du microbiote d'un animal présentant des troubles d'humeur à un animal en bonne santé suffit à induire des modifications biochimiques, et à lui conférer des comportements synonymes d'un état dépressif* », raconte Pierre-Marie Lledo, coauteur de l'étude. ■

Source : Nature Communications, décembre 2020

## ALZHEIMER

## Réguler le cuivre dans le cerveau pour améliorer la mémoire



© Getty Images

**D**ans le cerveau des malades d'Alzheimer, des plaques amyloïdes s'accumulent à la surface des neurones et y piègent le cuivre, de sorte qu'un cerveau de malade en contient cinq fois plus qu'un cerveau sain. En conséquence, le cuivre n'est plus accessible au fonctionnement normal du cerveau.

En collaboration avec des équipes chinoises, deux chercheurs toulousains ont mis au point une molécule capable d'extraire le cuivre de ces plaques amyloïdes afin de le réintroduire dans le circuit métabolique normal du cerveau. Lorsque cette molécule a été administrée à des souris modèles pour la maladie d'Alzheimer, leurs troubles de la mémoire ont été réduits. Des résultats prometteurs pour envisager de mettre sur pied un essai préclinique pour tester cette molécule comme candidat médicament. ■

Source : ACS Chem. Neuroscience, décembre 2020

→ **Plaques amyloïdes** : agrégats constitués d'une petite protéine, le peptide bêta-amyloïde, qui se déposent entre les cellules nerveuses. Ces agrégats, toxiques pour les neurones, sont retrouvés en abondance dans le cerveau des patients atteints de la maladie d'Alzheimer.





## INFECTIOLOGIE

## Infections urinaires et dommages collatéraux

**P**lus d'une femme sur deux connaîtra au moins un épisode d'infection urinaire dans sa vie, et certaines d'entre elles sont touchées de manière récurrente. Dans 80 % des cas, ces infections sont causées par la bactérie *E. coli*, qui colonise naturellement nos intestins et dont certaines souches sont pathogènes pour les voies urogénitales. Une équipe de l'Institut de recherche en santé digestive de Toulouse a découvert que chez 25 % des femmes présentant une infection urinaire à *E. coli*, on détecte dans l'urine une toxine appelée colibactine. Cette toxine est connue pour être associée à un risque accru de cancer colorectal lorsqu'elle est présente dans l'intestin. Les chercheurs ont par ailleurs montré que chez la souris, lorsqu'une infection urinaire induit la production de colibactine, cette dernière provoque des dommages à l'ADN des cellules de la muqueuse de la vessie, ce qui induit des mutations. « Si pour le moment on ne peut que spéculer sur l'impact de ces mutations, il est probable qu'elles soient associées à un risque accru de cancer de la vessie. On pourrait imaginer mettre en place une prise en charge plus spécifique des patientes souffrant régulièrement d'infections urinaires, avec une recherche systématique des marqueurs de la colibactine dans leurs urines », suggère Éric Oswald, qui a dirigé ces travaux. ■

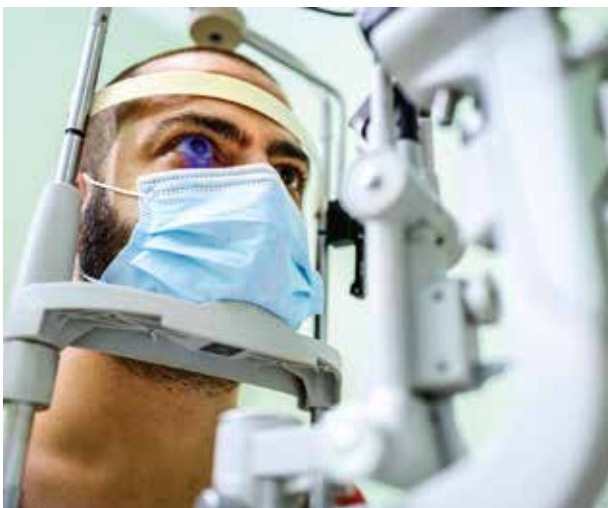
Source : PLoS Pathogens, février 2021



© Getty Images

## OPHTALMOLOGIE

## Une thérapie génique pour retrouver la vue



© Getty Images

**L**a neuropathie optique héréditaire de Leber (NOHL) est une maladie génétique qui entraîne une baisse brutale de la vision, le plus souvent chez des hommes entre 20 et 30 ans. Dans 95 % des cas, elle est due à une anomalie dans l'ADN des mitochondries, les usines énergétiques des cellules. Une équipe de l'Institut de la vision, à Paris, a mis au point une approche de thérapie génique innovante pour ces malades, permettant d'adresser le « gène médicament » directement dans les mitochondries de l'œil. Testée chez 37 patients lors d'un essai clinique international mené par Gensight Biologics, cette thérapie a permis l'amélioration de la vision chez plus des trois quarts d'entre eux. Plus surprenant, alors qu'elle n'a été injectée que dans un seul œil, un effet bilatéral a été constaté : les chercheurs expliquent cela par le transfert du « gène médicament » d'un œil à l'autre. Ils espèrent désormais que leur approche pourra obtenir une autorisation de mise sur le marché puis être testée pour d'autres maladies mitochondriales dans d'autres tissus de l'organisme. ■

Source : Science Translational Medicine, décembre 2020

→ **Mitochondries** : organites présents dans chaque cellule de l'organisme. Les mitochondries utilisent les nutriments et l'oxygène apportés par le sang pour produire l'énergie dont la cellule a besoin.



Chaque trimestre, *Recherche & Santé* invite au débat.

Si vous avez des suggestions de sujets que vous aimeriez voir traités dans cette rubrique, n'hésitez pas à nous en faire part sur nos différents réseaux sociaux !

# Les réseaux sociaux sont-ils néfastes pour la santé mentale ?

De plus en plus d'études s'intéressent à l'impact des réseaux sociaux sur la santé mentale, en particulier celle des adolescents. En septembre 2019, une publication de chercheurs britanniques dans *The Lancet Child and Adolescent Health* montrait une fois de plus que les filles sont particulièrement vulnérables aux risques liés aux réseaux sociaux, et notamment au risque de harcèlement. **Il convient cependant de distinguer les risques réels de l'effet « amplificateur » que peuvent avoir ces plateformes.**





### Michael Stora

Psychologue et psychanalyste, fondateur en 2000 de l'Observatoire des mondes numériques en sciences humaines (OMNSH), spécialiste de la cyberaddiction.



### Olivier Duris

Psychologue clinicien, à l'hôpital de jour du centre André-Boulloche (Paris) et dans l'Unité d'accompagnement de l'association PREAUT, spécialiste notamment du rapport aux écrans des enfants et adolescents.



### OUI, MAIS... Il est important de ne pas considérer tous les réseaux sociaux sur le même plan. Ils répondent à des usages différents.

Certaines applications, comme TikTok par exemple (application de partage de vidéos, musicales le plus souvent, NDLR), sont très créatives et permettent aux utilisateurs d'exprimer et de partager des émotions négatives comme positives. Cela peut être très utile, surtout à la période de l'adolescence où la créativité est essentielle.

### Il est important de ne pas considérer tous les réseaux sociaux sur le même plan.

Mais d'autres réseaux, comme Instagram notamment (application de partage de photos, et notamment d'autoportraits appelés selfies, NDLR), constituent une chambre d'amplification d'un idéal tyrannique. Depuis vingt à trente ans, on assiste à une narcissisation de notre société. Cela peut être particulièrement délétère durant l'adolescence, qui est une période de fragilité narcissique. Certains réseaux participent à créer une image numérique fictive qui doit correspondre à un nouvel idéal sociétal et culturel de beauté. On observe ainsi que l'image n'a plus un statut d'apparence mais devient un enjeu existentiel. De sorte qu'aujourd'hui les 18-35 ans sont ceux qui font désormais le plus appel à la médecine et la chirurgie esthétiques.

Par ailleurs, il y a la culture du « like » sur les réseaux sociaux : on est dans l'attente de l'assentiment des autres utilisateurs. Ce qui augmente le risque de dépendance aux réseaux sociaux et agit comme un renforcement négatif : si vous n'avez pas assez de « likes », le risque de détresse narcissique s'accroît. ■




### NON Les réseaux sociaux ne créent pas eux-mêmes des troubles mentaux.

D'ailleurs, il n'existe pas de trouble des réseaux sociaux dans les critères internationaux de définition des troubles mentaux et psychiatriques, alors qu'un trouble des jeux vidéo est recensé. En revanche, certaines applications peuvent exacerber ou rendre visibles ce qui existe déjà, comme la solitude ou la mésestime de soi. Elles peuvent ainsi créer une sorte de cercle vicieux.

Dans ma pratique clinique quotidienne auprès d'enfants et d'adolescents, les réseaux sociaux ne sont jamais la cause principale de leurs souffrances. Ils sont parfois abordés, mais de façon très secondaire, avec notamment ce que l'on appelle le FOMO pour « fear of missing out », c'est-à-dire cette crainte de rater une information importante ou une occasion

### Il ne faut pas diaboliser en bloc les réseaux sociaux mais plutôt aider nos enfants à grandir avec et à les appréhender aux âges justes.

d'interagir socialement. Il est donc crucial de ne pas faire de généralités : chaque réseau social est différent, et chaque personne en fait un usage qui lui est propre. D'ailleurs, les réseaux sociaux servent avant tout aux adolescents à communiquer entre eux, à échanger, à sociabiliser encore plus avec leur groupe d'amis. Ces réseaux peuvent aussi les aider à sortir de leur solitude, et à trouver une nouvelle forme d'écoute par rapport à celle qui existe déjà dans leur environnement. Il ne faut pas diaboliser en bloc les réseaux sociaux mais plutôt aider nos enfants à grandir avec et à les appréhender aux âges justes. ■

AU CŒUR DU SUJET 

# L'intelligence artificielle au service de la santé



**PARRAIN DU DOSSIER : JEAN CHARLET**

Jean Charlet est chargé de recherche à l'AP-HP. Il travaille au Laboratoire d'informatique médicale et ingénierie des connaissances pour la e-santé, Limics (Inserm/Sorbonne Université/Université Sorbonne Paris Nord).

© Getty Images



Grâce aux progrès informatiques, la santé est entrée dans l'ère de la médecine augmentée. Le développement de l'intelligence artificielle et l'exploitation des données massives (ou *big data*) génèrent beaucoup d'espoirs pour l'amélioration de la qualité des soins : amélioration du diagnostic, du suivi des patients et de la prévention, mise au point de nouvelles thérapies ou techniques, comme la chirurgie assistée par ordinateur... Si les applications sont nombreuses, il reste néanmoins encore beaucoup de travail pour que l'intelligence artificielle entre dans la pratique courante des médecins et des chercheurs.

**L**a recherche médicale vit une révolution numérique liée à l'abondance de données et à notre capacité à les collecter, à les stocker et surtout à les traiter.

« Les capacités des ordinateurs sont quasi illimitées : ils peuvent analyser des milliards d'informations à une vitesse considérable et en comparant une multitude de paramètres, alors que le cerveau humain ne gère plus de 6 ou 7 variables en même temps », résume Irène Buvat, directrice de recherche au Service hospitalier Frédéric-Joliot (CEA, Orsay). Associé à l'expertise des médecins, le développement de l'intelligence artificielle (IA) est donc très prometteur en santé.

#### Données et programmes

L'IA s'appuie sur deux éléments importants : les algorithmes et les données massives.

Les **algorithmes** sont des programmes informatiques qui imitent des modes de

## 55 % des Français

estiment que l'intelligence artificielle jouera un rôle positif dans le domaine de la santé, en améliorant soins et prévention.

Source : étude Keley pour YouGov France, 2018

raisonnement faisant appel à l'intelligence. Il y a les programmes d'IA où les tâches à effectuer ont été prédéfinies par l'humain. Il s'agit par exemple d'un programme sachant jouer aux échecs car on lui a fourni les règles du jeu et la puissance de calcul nécessaire pour anticiper les conséquences de ses choix. Il existe aussi les programmes d'IA avec apprentissage, ●●●

→ **Algorithme** : suite d'opérations et/ou de règles formelles effectuée par un programme informatique pour résoudre un type de problème donné.



## Les algorithmes à l'épreuve de l'éthique

L'automatisation de certaines tâches grâce aux algorithmes n'est pas sans soulever des questions morales et déontologiques. « Si l'on délègue à des machines des décisions habituellement prises par des médecins, ces derniers ne vont-ils pas perdre leurs compétences ? » interroge Jean Charlet. À cette question, le Comité consultatif national d'éthique (CCNE) a répondu en novembre 2018 : « Une place trop grande accordée à ces systèmes risquerait de déshumaniser la médecine. La relation entre personnel soignant et patient reste primordiale. L'homme "doit garder la main", le contrôle, la décision finale. » Un avis partagé par le Conseil de l'Europe et l'Académie de médecine américaine dans des rapports publiés en 2020. Autres questionnements éthiques soulevés par le CCNE : « Comment s'assurer,

en face de systèmes aussi complexes, que le patient donne un consentement éclairé à leur usage ? Qui est responsable en cas d'erreur ou de dérèglement de la machine ? La gestion des données massivement collectées par ces systèmes inquiète : que deviennent-elles et que reste-t-il du secret médical ? » Face à ces questions, sur lesquelles travaillent déjà de nombreux experts, les sages du CCNE insistent surtout sur le fait que « le risque principal serait de ne pas avoir suffisamment recours à l'IA, explique David Gruson, codirecteur du groupe de travail du CCNE. Nous avons beaucoup de données de santé en France, il ne faudrait pas les sous-exploiter. » Enfin, la formation des médecins et soignants à ces outils ainsi que l'information des patients restent des sujets capitaux au cœur du développement de l'IA médicale.

où le système apprend par lui-même, pour peu qu'on lui fournisse les bons exercices et surtout les bons corrigés. Par exemple, si on fournit au programme une multitude de photos d'objets et leurs identifications associées, il pourra par la suite distinguer une voiture d'un avion sur n'importe quelle nouvelle photo. Certains programmes, si on leur fournit suffisamment de données, sont mêmes capables de découvrir des rapprochements par eux-mêmes, sans aucune indication préalable. On parle alors d'apprentissage profond ou *deep learning*.

Autre élément indispensable à l'IA donc, les données massives, ou *big data*. Dans le domaine de la santé, les données numériques se multiplient : dossiers de l'Assurance maladie, fichiers des causes de décès ou du Système national des données de santé, dossiers médicaux de patients (résultats d'examens et d'imagerie, comptes rendus chirurgicaux, protocoles thérapeutiques...), etc. À quoi s'ajoutent encore les données issues de programmes de recherche. Il existe donc beaucoup d'enjeux

autour de toutes ces informations pour permettre leur utilisation optimale par l'IA. Il s'agit notamment de s'assurer de leur précision, de leur représentativité de la vie réelle, mais aussi de la qualité de leur organisation et de leur partage (ce qui nécessite un juste équilibre entre confidentialité des données et accès à ces données).

### Un essor en cancérologie

Le projet ConSoRe (pour Continuum Soins-Recherches), mis en place par Unicancer, le réseau des centres de lutte contre le cancer, a justement pour objectif d'organiser ces données massives dans le domaine de la cancérologie : « Il s'agit d'un système qui collecte, analyse et structure les données. Associé à un moteur de recherche, il permet à des médecins d'identifier des patients répondant à des critères de recherche précis, de visualiser l'évolution de leur maladie et leurs traitements, de localiser des dossiers de cancers rares, ou encore de savoir si des cas similaires ont déjà été traités ailleurs », explique Emmanuel Reyrat, directeur du département des systèmes d'information à Unicancer.

Ces données pourront ensuite être traitées par différents algorithmes.

C'est probablement dans le domaine du diagnostic que l'IA va d'abord bouleverser la cancérologie. Plusieurs équipes de recherche dans le monde ont déjà prouvé que des programmes sont capables de détecter un mélanome ou un cancer du sein avec plus d'acuité qu'un médecin, même lorsqu'il s'agit d'une tumeur atypique. En France, une équipe du Centre de recherche des Cordeliers (Paris) a développé un algorithme qui détermine à l'avance les patients atteints d'un cancer du rectum qui répondront complètement à la radiochimiothérapie, ce qui permet de leur éviter une opération inutile. Dans le cadre du plan France médecine génomique 2025, des projets de recherche bio-informatique visent à trouver des corrélations entre les **données génomiques** et les expressions cliniques des cancers : ...

→ **Données génomiques** : données issues de l'analyse du génome - séquençage de l'ADN - et du fonctionnement des gènes des cellules.



INFO

INTOX

L'intelligence artificielle (IA) fait naître autant d'espoirs qu'elle nourrit de peurs. D'où l'importance de déconstruire quelques idées reçues.



## L'IA fonctionne comme un cerveau humain.

INTOX

Certains programmes d'IA ont été créés en s'inspirant de ce que l'on comprend aujourd'hui du fonctionnement du cerveau, mais notre connaissance en la matière est très parcellaire. Par ailleurs, l'IA ne pense pas, elle n'a pas d'intuition et le plus souvent elle ne gère pas le contexte des informations qu'elle traite. L'objectif des chercheurs n'est pas que l'IA pense comme nous, mais plus modestement qu'elle soit capable d'imiter ou d'améliorer notre façon d'accomplir certaines tâches très précises, comme jouer aux échecs ou distinguer un mélanome d'un simple grain de beauté.



© Getty Images

## L'IA va supprimer des emplois.

INTOX

Certes, l'IA ouvre la voie à l'automatisation de certaines tâches. En médecine, elle permettra très probablement de gagner du temps et de la précision, mais elle ne remplacera pas le lien humain entre un médecin et son patient, empreint d'empathie et d'intuition.

## L'IA n'échappe pas au racisme et au sexisme.

INFO

Parce qu'une grande majorité des programmes d'IA sont conçus par des hommes blancs et nourris avec des données essentiellement recueillies chez des hommes blancs, ils présentent de nombreux biais. Ainsi, les programmes de reconnaissance faciale sont par exemple à la peine avec les visages de personnes non caucasiennes, voire avec les visages de femmes. La médecine doit relever le défi du racisme et du sexisme, qui génèrent des inégalités d'accès aux soins. Il serait donc judicieux que l'IA puisse y contribuer...

●●● ils espèrent ainsi pouvoir faire des diagnostics génétiques de certains cancers et étudier de nouvelles pistes thérapeutiques. Dans le cadre du projet européen Desiree (Decision Support and Information Management System for Breast Cancer), auquel ont participé l'AP-HP (Paris) et le laboratoire Limics, un programme d'aide à la décision thérapeutique pour la prise en charge de femmes atteintes d'un cancer du sein vient d'être mis au point, sur la base des recommandations de bonnes pratiques mais aussi de l'expérience de toutes les décisions

prises lors de réunions de concertation pluridisciplinaires (RCP).

### Au service des patients mais aussi des médecins

Autre domaine dans lequel l'IA se développe : la santé cardiovasculaire. Une équipe de l'University College of London (Angleterre) développe par exemple un algorithme pour prédire le risque de décès après un infarctus du myocarde ou un **accident vasculaire cérébral** à partir de l'analyse des données d'imagerie IRM du cœur. D'autres projets visent à améliorer les logiciels de simulation

et de réglage avant la pose d'un stimulateur cardiaque. En France, le Samu travaille à l'adaptation francophone d'un programme danois d'IA capable d'aider les opérateurs du 15 à détecter un arrêt cardiaque grâce à l'analyse, en temps réel, de signaux verbaux (mots clés) et non verbaux (intonation de la voix, rythme de la respiration, etc.).

→ **Accident vasculaire cérébral** : accident neurologique d'origine vasculaire dû à l'obstruction d'une artère irriguant le cerveau (notamment par un caillot) ou à une hémorragie.



L'analyse des données d'imagerie médicale fait partie des champs les plus explorés par l'IA. Le projet européen SUOG (Smart Ultrasound in Obstetrics and Gynecology), porté notamment en France par des équipes de Sorbonne Université, l'Inserm et l'AP-HP, vise à utiliser l'IA pour améliorer le suivi de grossesse : intégré à l'appareil d'échographie, ce programme pourra suggérer en temps réel au praticien les images qu'il doit réaliser pour poser un diagnostic en cas de pathologie suspectée, afin d'optimiser une éventuelle prise en charge.

Il existe aussi des programmes de recherche en santé mentale, et notamment dans le champ de la prévention. Le projet PsyCARE (Intervention précoce dans

la psychose : vers une psychiatrie préventive et personnalisée) porté par Marie-Odile Krebs, professeur de psychiatrie, développe notamment une IA permettant de détecter et d'analyser précocement la psychose d'un adolescent ou d'un jeune adulte afin de mettre en place une prise en charge psychiatrique préventive et personnalisée. Pour identifier les personnes à risque, l'IA interviendra notamment via la modélisation des connaissances autour de la schizophrénie et l'identification d'un ensemble de **biomarqueurs** utilisés via un algorithme d'apprentissage.

#### De nouveaux outils à apprivoiser

L'objectif des chercheurs qui travaillent sur des projets d'IA n'est pas de remplacer les médecins,

mais de les aider à mieux diagnostiquer, mieux soigner et mieux anticiper les risques. « Il existe aujourd'hui de nombreuses preuves de concept que l'IA peut être utile en santé, insiste Jean Charlet, chercheur au Limics. Mais comme tout nouvel outil, elle va modifier la façon dont le travail est organisé. Or plus un outil est sophistiqué, plus il modifie en profondeur l'organisation préalable. » Nul doute, donc, que l'IA va s'implanter très progressivement dans le domaine de la santé, avec des conséquences sur la relation patient-médecin et l'émergence de nouveaux enjeux éthiques (cf. encadré p. 14). ■

→ **Biomarqueur** : molécule biologique que l'on peut doser, caractéristique d'un état ou d'une pathologie.

#### TÉMOIGNAGE DE CHERCHEUR

## « La reconnaissance faciale pour dépister la souffrance respiratoire »

### Maxens Decavèle

Réanimateur à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière (AP-HP, Paris), le Dr Maxens Decavèle prépare sa thèse de sciences sous la direction du Pr Alexandre Demoule, chercheur dans l'unité Inserm « Neurophysiologie respiratoire expérimentale et clinique » dirigée par le Pr Thomas Similowski.

**120 000 €**  
Financement FRM en 2019



**Manquer d'air, suffoquer, s'essouffler... La dyspnée est une perception très désagréable de sa propre respiration, souvent associée à la peur.** Très fréquente chez les patients en réanimation sous assistance respiratoire, elle peut entraîner une souffrance physique et psychologique si elle persiste ou se répète plusieurs fois. Or ces patients sont bien souvent incapables de verbaliser cette sensation ! C'est donc aux soignants de reconnaître les signes de dyspnée comme l'expression apeurée du visage, les mouvements de la cage thoracique ou l'accélération du rythme cardiaque. Pour systématiser cette surveillance et la rendre opérationnelle en continu, nous développons actuellement un programme de reconnaissance automatisée des expressions faciales de dyspnée, en collaboration avec l'Institut des systèmes intelligents et de robotique de Paris. Pour « construire » l'algorithme, nous travaillons pour l'instant à partir de visages d'étudiants soumis expérimentalement à de la dyspnée. L'entraînement de la machine sera ensuite complété par l'observation en continu de vrais patients, afin de nourrir l'algorithme avec des données en conditions de vie réelles. ■

© DR



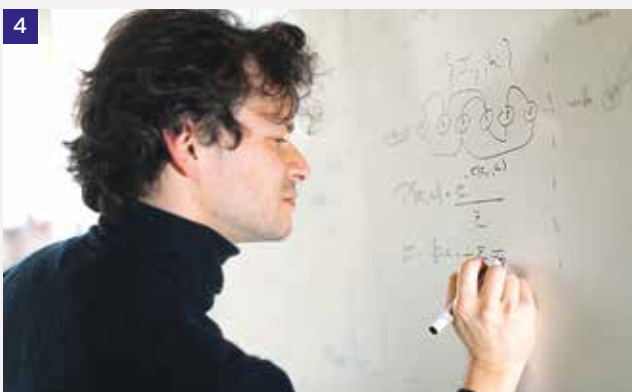


HISTOIRE DE LABO

# L'attention auditive décortiquée grâce à l'intelligence artificielle

Dans un environnement sonore complexe, nous sommes capables de nous concentrer sur un son spécifique : notre cerveau sélectionne les sons qui pourraient nous être utiles. Or la difficulté à focaliser son attention auditive est observée dans de nombreuses pathologies neurologiques, comme la maladie d'Alzheimer. Installé dans les laboratoires de l'École normale supérieure (ENS), à Paris, Sébastien Wolf analyse les ressorts neuronaux de l'attention auditive chez la souris.

Photos : © Nicolas Six



**108 334 €**

Financement FRM depuis 2018



**1 Sébastien Wolf** fait partie de l'équipe « Dynamique corticale et mécanismes de codage » de l'ENS.

**2 Des souris sont entraînées à appuyer sur une pédale** lorsqu'elles entendent un son spécifique. Elles sont récompensées par une goutte d'eau.

**3 La même opération est répétée.** Mais cette fois, l'activité des neurones de

la région qui traite les informations auditives chez la souris (le cortex auditif) est enregistrée très précisément.

**4 Sébastien Wolf analyse le cheminement extrêmement complexe** de l'information sonore dans les neurones grâce à l'étude de l'enregistrement obtenu par intelligence artificielle.

**5 Le chercheur analyse la cartographie des connexions** entre les neurones générée par l'IA. Objectif : bâtir une véritable théorie de l'attention auditive grâce à la modélisation des interactions neuronales.

Chaque trimestre, Marina Carrère d'Encausse, médecin, journaliste et marraine de la FRM, répond à vos questions.



© Nathalie Guyon

**PATHOLOGIE**

# « Qu'est-ce que le syndrome de Gougerot-Sjögren ? »



**L**e syndrome de Gougerot-Sjögren est une maladie chronique liée à l'insuffisance de sécrétions par certaines glandes du corps. Elle concernerait 50 000 à 200 000 malades en France, des femmes dans 90 % des cas, avec un pic de fréquence autour de 50 ans.

**Quelles sont les causes de ce syndrome ?**

C'est une maladie auto-immune : le système immunitaire du malade s'attaque à des cellules ou des organes pourtant sains et fonctionnels, et les détruit. Si la maladie est relativement rare, elle reste néanmoins la deuxième maladie auto-immune systémique la plus fréquente en France après la polyarthrite rhumatoïde. Dans cette maladie, les glandes salivaires et lacrymales sont envahies par des cellules immunitaires, et des auto-anticorps sont produits. La maladie peut être primitive, elle survient alors d'elle-même en dehors de toute autre pathologie, ou secondaire à une autre maladie auto-immune.

**Comment la maladie se manifeste-t-elle ?**

Elle se traduit le plus souvent par une sécheresse de la peau et des muqueuses (yeux, bouche, organes génitaux), par des douleurs articulaires et/ou musculaires et par une fatigue plus ou moins importante. Au niveau de la bouche, cela peut avoir comme conséquences des difficultés à mâcher et avaler, une diminution du goût et la survenue plus fréquente de caries. On observe souvent une inflammation des glandes parotides (à la jonction des joues et des oreilles). D'autres symptômes, plus rares, peuvent également survenir : douleurs neuropathiques, éruptions cutanées, anomalies de thyroïde, inflammation des ganglions ou des reins, etc.

**Quels sont les traitements actuels ?**

Aucun traitement ne permet de guérir définitivement la maladie, mais des médicaments et une bonne hygiène de vie permettent de prendre en charge les symptômes. Il s'agit notamment de ne pas fumer, d'avoir une hygiène bucco-dentaire

parfaite et d'utiliser des collyres et substituts salivaires contre la sécheresse des yeux et de la bouche. Par ailleurs, des médicaments contre la douleur sont prescrits. Pour certains malades, un traitement immunosuppresseur peut être envisagé avec comme objectif de moduler ou freiner l'hyperactivité du système immunitaire. ■

**Avec le Pr Xavier Mariette, responsable de l'équipe « Auto-immunité » du Centre de recherche en immunologie des infections virales et des maladies auto-immunes, coordinateur du projet européen NECESSITY (NEw Clinical Endpoints in primary Sjögren's Syndrome: an Interventional Trial based on stratifying patients).**

- **Systémique** : se dit d'une maladie ou d'un traitement qui concerne tout l'organisme.
- **Auto-anticorps** : anticorps produit par le système immunitaire et dirigé contre un ou plusieurs composants de l'individu lui-même.
- **Douleurs neuropathiques** : douleurs chroniques, consécutives à une lésion du système nerveux périphérique ou central (moelle épinière, nerf sciatique...).



© Getty Images



IMMUNITÉ

## À quoi les rappels de vaccin servent-ils ? »

### Marina Carrère d'Encausse :

« Quand avez-vous été vacciné pour la dernière fois ? »

Nombreux sont ceux qui ignorent la réponse à cette question. D'ailleurs, un Français sur deux ne serait pas à jour de ses vaccins. Car la vaccination ne concerne pas que les nourrissons et les enfants : la protection immunitaire conférée par certains vaccins n'est pas éternelle, c'est pourquoi des rappels peuvent être nécessaires à l'âge adulte.

Il s'agit principalement du vaccin diphtérie-tétanos-polio (DTP), pour lequel des rappels sont recommandés à 25, 45 et 65 ans, puis tous les 10 ans après 65 ans. Ces rappels sont importants pour renouveler la protection contre le tétanos, que l'on peut contracter en bricolant ou en jardinant. Concernant le vaccin rougeole-oreillons-rubéole (ROR), un rappel est conseillé pour toute femme née entre 1980 et 1990 et en âge de procréer, car sa génération n'a reçu qu'une seule dose de vaccin ROR dans la prime enfance (une protection jugée maintenant insuffisante) et la rubéole peut provoquer de graves malformations fœtales.

Enfin, pour le vaccin contre la coqueluche, un rappel est recommandé entre 26 et 45 ans pour toute personne amenée à côtoyer régulièrement un nourrisson qui, lui, n'aurait pas encore été vacciné. Dans tous les cas, si vous ratez un rappel vaccinal, vous risquez de ne plus être suffisamment protégé contre la maladie : vous pouvez la contracter, voire la transmettre à votre tour. Votre médecin doit alors reprendre votre vaccination là où elle s'est arrêtée. Et si vous n'avez plus votre carnet de santé avec les dates de vaccination, il peut considérer que vous n'avez jamais été protégé et reprendre le schéma vaccinal à zéro, notamment pour le ROR et la coqueluche. ■



OPHTALMOLOGIE

## Pourquoi le soleil est-il nocif pour les yeux ? »

### Marina Carrère d'Encausse :

**Le spectre de la lumière solaire contient plusieurs rayonnements différents qui peuvent être néfastes pour nos yeux.** D'autant que ces derniers sont bien moins protégés que notre peau. Les rayonnements nocifs sont principalement les ultraviolets (UV). Imperceptibles et indolores, les UV ne sont que partiellement bloqués par des lunettes de soleil. Certes le cristallin en absorbe une partie, protégeant ainsi la rétine, mais il peut s'opacifier avec le temps. La cataracte, principale cause de cécité dans le monde, peut d'ailleurs être favorisée par une exposition trop fréquente à la lumière du soleil. Mais l'on peut aussi prendre un coup de soleil aux yeux : la photokératite est une inflammation de la cornée tandis que la photoconjonctivite est une inflammation de la conjonctive (membrane qui tapisse la face profonde des paupières et la face antérieure du globe oculaire). Ces inflammations apparaissent en général quelques heures après une exposition intensive et s'accompagnent de douleurs et de larmoiements réversibles et *a priori* sans conséquence à long terme sur la vision. Enfin, des données scientifiques actuelles suggèrent que différentes formes de cancers oculaires pourraient être associées à l'exposition solaire accumulée au cours de la vie. ■



© Getty Images



© Getty Images



MALADIES INFECTIEUSES

## Quels sont les virus les plus contagieux ? »

**Marina Carrère d'Encausse :**

**Deux critères majeurs permettent d'appréhender la dangerosité d'un agent infectieux :**

sa virulence, c'est-à-dire la sévérité des symptômes qu'il provoque, et sa contagiosité, autrement dit sa capacité à se propager d'une personne à une autre (lorsque ces personnes ne sont pas immunisées par un vaccin ou une précédente infection). Chez les virus, on estime cette contagiosité par le taux de reproduction appelé R0 : c'est le nombre moyen de personnes contaminées par un seul malade. À titre d'exemple, le variant historique du SARS-CoV-2, à l'origine de la Covid-19, possède un R0 entre 1,4 et 2,5, c'est-à-dire proche de celui de la grippe saisonnière. Le variant britannique du même virus est plus contagieux : son R0 se situerait autour de 3. C'est une contagiosité relativement faible si on la compare aux oreillons, où un malade contamine en moyenne 4 à 7 nouvelles personnes. Quant au champion toutes catégories, il s'agit du virus de la rougeole, avec un taux de contagiosité de 12 à 18! —



DÉMENCE

## « Pourquoi les femmes sont-elles plus à risque que les hommes ? »

**Marina Carrère d'Encausse :**

**Actuellement, les femmes âgées ont un risque 50 % plus important que les hommes de développer une démence, et plus particulièrement une maladie d'Alzheimer.**

Une inégalité qui peut s'expliquer par différentes raisons. Parmi les principaux facteurs de risque de démences : les maladies cardiovasculaires, et plus particulièrement les **accidents vasculaires cérébraux** (AVC). Or, après la ménopause, les femmes ont plus de risques de faire un AVC que les hommes. On sait aussi qu'elles sont moins bien prises en charge que ces derniers en cas d'AVC, et qu'elles souffrent donc de séquelles plus importantes. Par ailleurs, Séverine Sabia et son équipe Inserm du Centre de recherche épidémiologique et statistiques à l'Université de Paris viennent de montrer que le niveau d'éducation pourrait aussi entrer en ligne de compte. Notamment parce qu'il influence par la suite les capacités de mémorisation et d'agilité verbale des seniors : c'est ce que l'on appelle la réserve cognitive. Les chercheurs ont constaté « *une meilleure réserve cognitive chez les femmes nées plus récemment, en partie grâce à un accès plus important aux études supérieures.* » Cette inégalité de risques liée à l'éducation pourrait cependant s'estomper progressivement puisqu'à partir des années 1960 de plus en plus de femmes ont fait des études supérieures. —

Source : *The Lancet Public Health*, février 2021.



→ **Accident vasculaire cérébral** : accident neurologique d'origine vasculaire, dû à l'obstruction d'une artère irriguant le cerveau (notamment par un caillot) ou à une hémorragie.



© Getty Images

# TOUS ENGAGÉS !



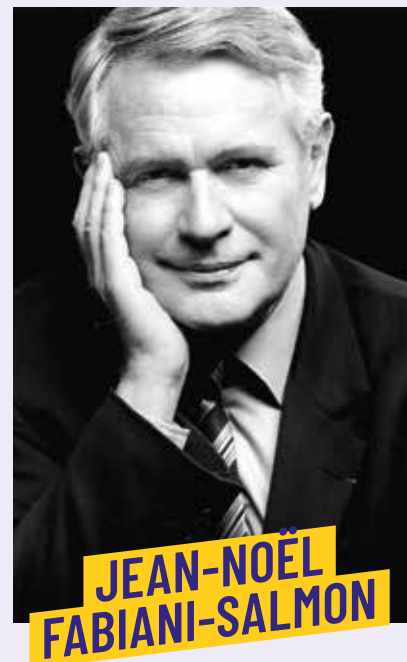
BEAU LIVRE

## La médecine racontée aux enfants

**C**et ouvrage relate l'histoire de la médecine et de ses grandes figures racontée par le Pr Jean-Noël Fabiani-Salmon, éminent chirurgien.

Il nous plonge au cœur de cette discipline passionnante dont les évolutions sont aussi exceptionnelles que fascinantes. En parcourant cet ouvrage, vous partirez à la rencontre de ceux qui ont

façonné l'histoire : Ambroise Paré, barbier-chirurgien des rois de France, Jenner, l'inventeur du vaccin, Laennec, l'inventeur du stéthoscope, et bien d'autres encore. Vous pourrez également en apprendre davantage sur les avancées médicales de ces dernières années... Ce livre est un bon moyen de faire connaître la médecine aux plus petits comme aux plus grands! ■



© DR

Ancien chef du service de chirurgie cardiovasculaire de l'Hôpital européen Georges-Pompidou, à Paris, il est professeur à l'Université de Paris (anciennement Paris-Descartes) où il a été chargé de l'enseignement de l'histoire de la médecine pendant dix ans. En 2012, il a reçu le prix Jean-Bernard, décerné par la FRM. Il est l'auteur de différents ouvrages dédiés à l'histoire de la médecine.

ÉVÉNEMENT

## Une visite de laboratoire pas comme les autres

**L**es philanthropes et testateurs de la Fondation pour la Recherche Médicale ont pu découvrir le laboratoire de Ronald Melki, responsable de l'équipe « Repliement et agrégation des protéines dans les maladies neurodégénératives » à l'Institut François-Jacob du CEA, à Fontenay-aux-Roses, grâce à une visite virtuelle diffusée le 2 juin dernier lors d'une émission inédite.

Contexte sanitaire oblige, les visites de laboratoire proposées plusieurs fois par an aux donateurs et testateurs de la FRM ont laissé place à des événements digitaux. Présentée par Marina Carrère d'Encausse, médecin, journaliste et marraine de la FRM, l'émission a mis en lumière le quotidien de ce chercheur, soutenu à deux



reprises par la FRM, en 2016 et 2019. À cette occasion, Thierry Galli, président du conseil scientifique dédié aux maladies neurodégénératives de la FRM, a rappelé l'engagement fort de la Fondation en faveur de la recherche sur les maladies neurodégénératives puisqu'elle en a fait son premier axe prioritaire

dès 2019, avec un premier appel à projets lancé sur la maladie d'Alzheimer. En 2020, un second appel à projets a été déployé, élargi à l'ensemble des maladies neurodégénératives (cf. p. 6). Neuf projets de recherche ont été financés, à hauteur de 4,5 millions d'euros. ■

ENGAGEMENT

## Unis malgré la crise sanitaire, les étudiants lyonnais s'engagent avec la FRM contre la maladie d'Alzheimer



**B**aptisée Challenge FRM inter-écoles 2021, cette opération est le fruit d'un partenariat entre les associations étudiantes de plusieurs universités et écoles supérieures de Lyon et le Comité Auvergne-Rhône-Alpes / Lyon de la Fondation pour la Recherche Médicale. Depuis le 2 avril dernier et durant plusieurs semaines, ce défi a été ouvert aux étudiants ainsi qu'à leurs proches, aux enseignants et partenaires des écoles. Le principe? Chaque participant s'est engagé à réaliser une ou plusieurs des performances sportives ou ludiques du défi, relayé sur la plateforme

le sportif.com et sur les réseaux sociaux, dans le strict respect des règles sanitaires en vigueur. Un grand bravo et merci à tous les fondateurs de ce défi : l'Association des carabins de Lyon Est (ACLE – faculté de médecine Lyon Est), l'Association des étudiants lyonnais pharmaciens-ingénieurs (AELPI), l'Association des étudiants en orthophonie de Lyon (AEOL), le club INSA Athlétisme, l'Association lyonnaise des étudiants orthoptistes (ALEO) et l'Association des étudiants de l'université Lyon III (Corpo Lyon 3) et à l'ensemble des participants (plus de 130 en date du 1<sup>er</sup> juin) ! ■



## TESTAMENT

# Être acteur, dès maintenant, du progrès médical

Consacrer une partie de ses biens à la recherche médicale est un geste d'une grande humanité pour protéger les générations futures. **Quelle que soit votre situation familiale et patrimoniale, quel que soit votre âge, vous pouvez décider de léguer tout ou partie de votre patrimoine à la recherche.**

## Quel type de testament choisir ?

Le testament est l'acte qui vous permet d'organiser la transmission de tout ou partie de votre patrimoine. Une fois que vous avez déterminé les bénéficiaires que vous souhaitez gratifier, voici venu le temps de la rédaction.

**Le testament olographe** est la forme la plus simple. Il est entièrement écrit, daté et signé de la main du testateur et n'engendre que très peu de frais de conservation.

**Le testament authentique** est un acte reçu par deux notaires ou un notaire assisté de deux témoins. Le notaire rédige le testament sur les directives du testateur. Cette forme de testament présente certes un coût légèrement plus élevé, mais offre l'avantage de sécuriser davantage le projet de transmission, puisqu'un testament authentique est difficilement contestable.

Quelle que soit la forme de testament retenue, il reste révocable à tout moment.

**Vous pouvez dans tous les cas faire appel à un notaire :** outre les conseils juridiques qu'il pourra vous apporter, il sécurisera la conservation de votre testament en procédant à son enregistrement au Fichier central des dispositions de dernières volontés, qui recense tous les testaments enregistrés.

## Quels biens transmettre ?

Tous types de biens peuvent être légués à la FRM.

**Le legs particulier :** vous pouvez léguer un ou plusieurs biens déterminés immobiliers ou mobiliers (maison, comptes titres, etc.).

**Le legs à titre universel :** vous pouvez léguer une fraction de votre patrimoine (un tiers, la moitié, etc.) ou l'ensemble de

vos biens immobiliers ou de vos biens mobiliers.

**Le legs universel :** vous pouvez léguer l'ensemble de votre patrimoine, à charge ou non de délivrer des legs particuliers à des tiers légataires.

Quel que soit le type de legs retenu, il est primordial de veiller au respect de la réserve héréditaire de vos éventuels héritiers concernés (descendants ou à défaut conjoint). ■

### VOTRE CONTACT À LA FRM



**Marion MÉRY**

Responsable Legs, donations et assurances-vie

Tél. 01 44 39 75 67

marion.mery@frm.org

## BULLETIN DE SOUTIEN

M2107FDZ01R



**OUI**, je souhaite recevoir, sans aucun engagement et sous pli confidentiel **la brochure Legs, donations et assurances-vie.**



**OUI**, je soutiens la Fondation pour la Recherche Médicale et je fais un **don par chèque** de :

20 €  25 €  30 €  
 40 €  50 €  Autre :



**OUI**, je souhaite contribuer à soutenir **Recherche & Santé** en recevant ou en offrant 4 numéros (1 an) pour 12 €, que je joins par chèque libellé à l'ordre de : **Fondation pour la Recherche Médicale.**

NOM :

PRÉNOM :

ADRESSE :

CODE POSTAL :

VILLE :

### RÉDUCTIONS FISCALES :

**66 % de votre don est déductible de vos impôts à concurrence de 20 % de votre revenu net imposable. Vous recevrez un reçu fiscal. Si vous êtes redevable de l'IFI (impôt sur la fortune immobilière), vous pouvez déduire 75 % de vos dons de votre IFI, dans la limite de 50 000 euros.**



Merci de découper ce bulletin ou de le photocopier et de le retourner accompagné de votre règlement à l'adresse suivante :

**FONDATION POUR LA RECHERCHE MÉDICALE – 54, rue de Varenne, 75007 Paris**

Ces données recueillies font l'objet d'un traitement informatique par la FRM et sont nécessaires à l'édition de votre reçu fiscal et la gestion de vos dons. Elles ne sont pas transférées hors de l'UE et pourront être utilisées pour vous adresser des communications de la FRM et à des fins d'études statistiques. Conformément à la loi « Informatique et Libertés » du 6/01/1978 et à la réglementation relative à la protection des données personnelles (Règlement européen n° 2016/679) en vigueur depuis le 25 mai 2018, en contactant notre service donateurs,

54 rue de Varenne, 75007 Paris ou dons@frm.org, vous disposez d'un droit d'accès, de rectification des données vous concernant et d'un droit d'opposition à leur traitement, pour motifs légitimes. Sauf avis contraire de votre part ou de votre représentant légal, vos données pourront être transmises à des tiers dans le cadre de prospection caritative ou commerciale. Si vous ne souhaitez pas que vos données soient transmises à des tiers, cochez cette case

# TRANSMETTRE LE PROGRÈS MÉDICAL, POUR LA VIE

**Depuis toujours, la recherche médicale se bat pour la vie :** la recherche, c'est découvrir de nouveaux moyens de prévenir et diagnostiquer les maladies, trouver de nouveaux traitements pour soulager et guérir les malades. Ce sont des avancées sur toutes les pathologies qui ont abouti à des progrès médicaux et ainsi contribué à augmenter de 30 ans notre espérance de vie durant les 100 dernières années.

Depuis plus de 70 ans, la Fondation pour la Recherche Médicale (FRM) combat sans relâche toutes les maladies : cancers, maladies neurologiques et psychiatriques, maladies cardiovasculaires, maladies infectieuses... Aujourd'hui, alors que la maladie engendre encore tant de souffrance, **les chercheurs ont plus que jamais besoin d'être soutenus**, pour améliorer notre santé et celle des prochaines générations. Construisons ensemble votre projet : en choisissant la FRM, vous vous battez pour la vie en soutenant les chercheurs les plus novateurs et prometteurs.



## VOTRE CONTACT PRIVILÉGIÉ

**Marion Méry**  
Diplômée Notaire, Responsable legs,  
donations et assurances-vie

54 rue de Varenne, 75007 Paris  
Tél : 01 44 39 75 67  
Email : marion.mery@frm.org



**FRM.ORG**

## DEMANDE DE DOCUMENTATION GRATUITE ET SANS ENGAGEMENT DE VOTRE PART

Retourner ce coupon sous enveloppe affranchie à :  
Fondation pour la Recherche Médicale  
54 rue de Varenne 75007 PARIS

Je souhaite recevoir sous pli confidentiel  
la brochure sur les legs, donations  
et assurances-vie

Je souhaite être contacté(e) par téléphone

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_

Téléphone \_\_\_\_\_

Email \_\_\_\_\_ @ \_\_\_\_\_

L2107LLRS00