

NUMÉR 69

Juin 2026

Inserm

MAGAZINE

POP CINÉ

Un tic pas
comme les autres

CADMIUM

Une bombe sanitaire

REPORTAGE

Parole magnétique

LES NOUVELLES ADDICTIONS

Sport amateur La tentation du dopage

LES VOLONTAIRES,

LE PODCAST DE L'INSERM



**DÉCOUVREZ LA SÉRIE ET PARTEZ À LA RENCONTRE
DE CELLES ET CEUX QUI PARTICIPENT À LA RECHERCHE
EN SANTÉ DE L'INSERM**

**Une série orchestrée par Chandrou Koumar,
journaliste et docteur en neurosciences,
produite par MaisonK Prod**

Prix du podcast santé francophone 2025

Disponible sur toutes
les plateformes d'écoute



LES ADDICTIONS : UNE QUESTION DE LIBERTÉ

L'addiction est souvent réduite à l'image d'une substance ou d'un comportement qui « rend accro ». La réalité est bien plus complexe ; c'est avant tout une perte progressive de liberté et une incapacité de contrôler un comportement malgré ses conséquences négatives. Les addictions évoluent avec la société. Le tabac ou l'alcool reculent chez les plus jeunes. D'autres progressent : cocaïne, kétamine, protoxyde d'azote,

usages problématiques des jeux d'argent ou des environnements numériques. Ces transformations reflètent les mutations de nos modes de vie et les sollicitations permanentes, où tout est conçu pour capter notre attention. L'addiction résulte de l'interaction entre des facteurs biologiques, psychologiques, sociaux et environnementaux. Les neurosciences ont permis de mieux comprendre comment elle détourne les mécanismes cérébraux de la récompense, de la motivation et du contrôle

de soi. Mais elles montrent aussi que tous les individus ne sont pas égaux face au risque : l'âge, le sexe, les vulnérabilités psychiques, les traumatismes ou encore le contexte social jouent un rôle majeur. Cette meilleure compréhension ouvre de nouvelles perspectives. Biomarqueurs, prévention personnalisée, outils numériques, approches psychosociales innovantes, psychédéliques thérapeutiques ou nouvelles stratégies pharmacologiques : la recherche renouvelle profondément notre manière de prévenir et de prendre en charge les addictions. Les opportunités de consommer, jouer, cliquer, s'anesthésier n'ont jamais été aussi nombreuses, tout va très vite. Les usages évoluent plus rapidement que nos politiques de prévention, et notre système de soins, déjà sous tension, peine parfois à répondre à ces nouvelles vulnérabilités. L'enjeu est donc immense : anticiper plutôt que subir, mieux prévenir, mieux accompagner, et préserver ce que l'addiction menace le plus, notre capacité à choisir librement nos comportements.

par
**Mickael
Naassila**

neurobiologiste Inserm à Amiens, directeur
du Groupe de recherche sur l'alcool &
les pharmacodépendances



« Anticiper plutôt que
subir, mieux prévenir,
mieux accompagner,
et préserver ce que
l'addiction menace le
plus, notre capacité à
choisir librement nos
comportements »

6 À la une

Sport amateur et dopage,
les liaisons dangereuses

10 Les 6 infos à connaître

Le mental en mode avion et une maladie
qui change de nom

12 L'image du moment

L'ADN sous haute tension



© Flore Avram

14

Zoom sur...

Les douleurs chroniques,
le calvaire des femmes

16 Futur science Bientôt un vaccin contre le cancer ?

17 Planète santé

Outre-Manche, des scientifiques ont trouvé comment
faire repousser les membres amputés !

18 DOSSIER LES NOUVELLES ADDICTIONS

Moins d'alcool et de tabac, plus de cocaïne et de dépendance aux
écrans... une société qui change et une prise en charge qui évolue.



© Inserm/François Guénet

32

Reportage Cerveau, langage et machine futuriste

On vous embarque en Allemagne, dans un lieu qui défie les lois de la
nature.

38 Opinions Cadmium : alerte sur une contamination totale

Ce métal cancérigène est partout dans l'environnement, à
commencer par nos assiettes. Un Français sur deux possède
des concentrations trop élevées dans son organisme. Comment
se protéger de ce poison pour la santé ? Réponses avec trois
spécialistes.

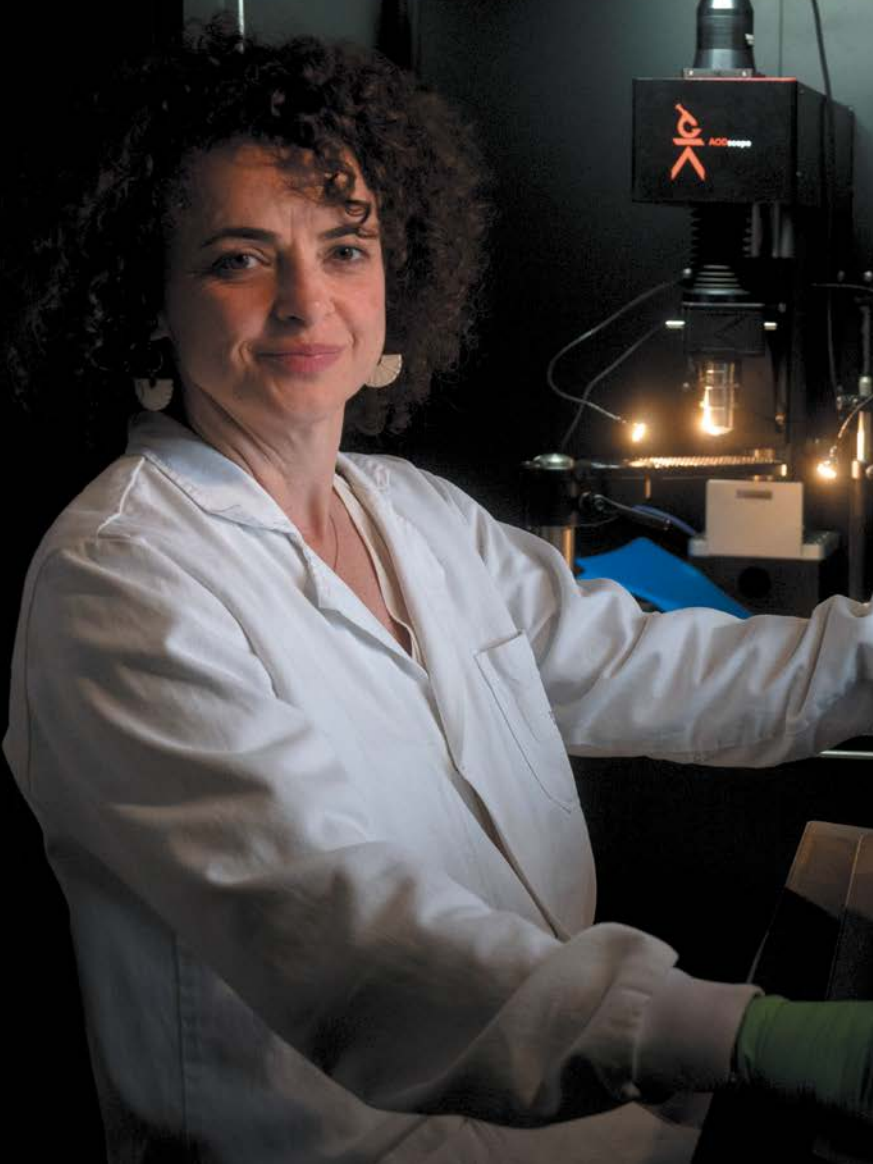


© Iris Hatfield

40

Portrait

Elle se sert des neurosciences pour étudier le système nerveux. Mais aussi pour faire avancer l'égalité hommes-femmes. Rencontre avec l'inspirante Violetta Zujovic.



© Inserm / François Guénet

44

Témoignage François Petit

Il manie les outils mathématiques sur le bout des doigts. Son objectif ? Entrer dans l'ère de la médecine personnalisée.

46 CULTURE

Cinéma

SYNDROME DE TOURETTE : AU-DELÀ DES CLICHÉS

En bref

FAIRE RÉSONNER LA SCIENCE

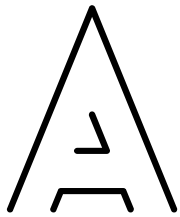
Mots-croisés

SEA, SCIENCE AND SUN

À la une



Se muscler à la salle de sport de quartier, gagner sa place pour la finale de régionale 3, réussir à boucler le triathlon du printemps... À la clé, pas forcément de médailles, mais un risque élevé d'adopter une conduite dopante comme le montre un rapport de l'Inserm qui met au jour le dopage des sportifs amateurs resté jusque-là dans l'ombre.



lors que les *Enhanced games*, littéralement « les jeux augmentés », organisés à Las Vegas en mai dernier, portent au pinacle des sportifs haut niveau « fiers » de leur dopage, une expertise collective de l'Inserm alerte : le dopage n'épargne pas le sport de loisir. En effet, *« quand vous prenez un médicament qui va diminuer la douleur pour finir une course, ça signifie que sans le médicament, vous n'y seriez peut-être pas arrivé. Donc vous avez une "conduite dopante", même si ce n'est pas au sens réglementaire »*, explique **François Carré**, cardiologue et médecin du sport au CHU et à l'université de Rennes, qui a participé à l'expertise.

Endurance et apparence, les moteurs du dopage

Or, en France, le phénomène est encore peu documenté. *« La population générale est absente des "radars antidopage", qui ciblent surtout le sport de haut niveau. Et les données nationales sur les sportifs amateurs datent des années 2000, relate Maryse Lapeyre-Mestre, pharmaco-épidémiologiste à l'université de Toulouse qui a également participé à l'expertise. Néanmoins, des études européennes, notamment dans les pays nordiques, montrent que l'usage de produits pour améliorer les performances et l'apparence est*

« La population générale est absente des "radars antidopage", qui ciblent surtout le sport de haut niveau »

François Carré :
unité 1099
Inserm/Université
de Rennes 1,
Laboratoire
traitement du
signal et de
l'image ; CIC 1414
Inserm/CHU de
Rennes

Maryse Lapeyre-Mestre : CIC 1436
Inserm/CHU de
Toulouse

fréquent. » Ainsi, dans l'enquête FAIR (pour *Forum for Anti-Doping in Recreational Sport*), 0,4 % des 7 000 sportifs récréatifs interrogés déclaraient avoir consommé des substances qu'ils considéraient interdites dans leur sport, 10,3 % prenaient des médicaments en vente libre pour améliorer leurs performances et 43,7 % en consommaient pour soulager la douleur, mieux récupérer ou dormir.

Autre constat, les produits consommés varient selon les pratiques. Dans les trails, les courses longues, les marathons, *« une proportion importante des participants – peut-être la moitié, voire davantage – peut prendre des anti-inflammatoires non stéroïdiens, et même des antalgiques de type opioïdes, note Maryse Lapeyre-Mestre. Tandis que dans les salles de sport, la musculation, le culturisme ou le fitness, il y a une injonction à "améliorer" son apparence physique, notamment par la prise de stéroïdes anabolisants androgènes (SAA), qui accroissent la masse et la puissance musculaires. Le problème est que ces médicaments peuvent avoir des effets indésirables graves. »*

DOPAGE : L'ANGLE MORT DU SPORT AMATEUR



© Juliaas / Adobe Stock

▲ Le trail de nuit attire de plus en plus de coureurs et nécessite une vigilance accrue.

« 30 % des personnes qui font un usage illicite des stéroïdes anabolisants risquent de devenir dépendantes »

Une conduite risquée pour le cœur...

« C'est la crainte qu'on a toujours, en particulier pour les adolescents qui vont dans des salles de sport et risquent d'y rencontrer de mauvais conseillers. Les premiers produits pris n'ayant pas d'effet, on va leur en proposer d'autres, potentiellement plus efficaces, mais parfois frelatés, certains contenant des stéroïdes qui peuvent provoquer des lésions au niveau du muscle cardiaque, explique François Carré. Chez des pratiquants un peu plus âgés, autour de 25 ou 30 ans, les stéroïdes peuvent aussi favoriser la formation de plaques sur les parois des artères coronaires. Si ces plaques se rompent, leur contenu entre dans le vaisseau et un caillot se forme immédiatement. Cela peut entraîner un infarctus du myocarde, qui se complique souvent d'une arythmie, avec un risque d'arrêt cardiaque. » Pour

Louise Carton :
unité 1172 Inserm/
CHU de Lille/
Université de Lille,
Lille Neurosciences
et cognition

Pour en savoir plus

Dopage et pratiques dopantes en milieu sportif, avril 2026, Inserm/EDP Sciences, coll. « Expertises collectives », 1032 p., 80 € ; synthèse disponible sur inserm.fr

les sports d'endurance, le cardiologue est tout aussi inquiet. « Là, c'est monsieur ou madame Tout-le-Monde qui, le jour du marathon, va prendre un anti-inflammatoire. Or, ces médicaments aussi peuvent provoquer des accidents cardiaques et même perturber la fonction rénale », décrit-il. Des effets qui dépendent de la dose prise, mais aussi des fragilités notamment cardiaques de la personne.

... et la santé mentale

En outre, « il est bien documenté que les stéroïdes anabolisants peuvent engendrer une augmentation de l'anxiété, de l'irritabilité, de l'agressivité, et parfois des épisodes hypomaniaques, voire maniaques [c'est-à-dire une augmentation de l'énergie, un comportement extraverti, une accélération des pensées, un moindre besoin de dormir... ndlr.] », indique **Louise Carton**, psychiatre, addictologue et pharmacologue à la faculté de médecine de Lille, qui a également contribué à l'expertise Inserm.

Et arrêter d'en prendre est loin d'être facile alors que « les études évaluent que 30 % des personnes qui en font un usage illicite risquent de devenir dépendantes », souligne-t-elle. D'une part, « les stéroïdes peuvent être associés à la

K. Fadah et al. *Front Cardiovasc Med.*, 26 juillet 2023

► Une compétition d'Hyrox, sport récent qui mixe la course à pied et le cross-fit

bigorexie, aussi appelée "anorexie inversée" : les individus se voient plus minces qu'ils ne le sont en réalité. Mais même après avoir pris des stéroïdes pour "gonfler" leur image, leur perception ne change pas, ce qui les pousse à continuer à en prendre », décrit la psychiatre. D'autre part, les SAA fournissent de la testostérone, l'hormone masculine, à l'organisme, qui va par conséquent diminuer progressivement sa production naturelle. Revers de la médaille, quand le sportif arrête une cure au long cours de stéroïdes, son organisme est en manque non pas de drogue, mais de testostérone. C'est pourquoi avec ces stéroïdes « on retrouve le concept de renforcement positif et négatif comme dans les addictions, avec un risque élevé de rechute, relate Louise Carton. Le sportif va reprendre des stéroïdes, pas pour le renforcement positif correspondant à l'effet recherché, par exemple augmenter la musculature, mais pour essayer de pallier les effets négatifs dus au manque : fatigue, baisse du moral, dépression... »

Prévenir le dopage amateur

Face à cet état des lieux, se dessinent des pistes pour prévenir le dopage et surtout ses risques pour les sportifs amateurs. Par exemple, « l'usage des stéroïdes peut être associé à celui d'autres produits : cocaïne, amphétamines, opioïdes, cannabinoïdes... Il faudrait donc étudier ces mélanges dans le contexte sportif », indique Louise Carton. Par ailleurs, « les sportifs professionnels étant bien entourés médicalement, le risque d'accident est faible.



© Leona Lee / Unsplash

« Il y a une antinomie à recourir à des médicaments pour avoir une activité sportive, alors que l'activité physique est censée apporter un bénéfice pour la santé ! »

En revanche, le sportif amateur ne connaît rien, notamment les effets-doses des médicaments. On va lui dire "prends deux comprimés", et il va en prendre quatre ! », assure François Carré. En résumé, selon le cardiologue, le sport amateur cumule deux fragilités : « Une information très insuffisante, qui favorise une banalisation [accentuée par les réseaux sociaux, ndlr.], et une sous-estimation des risques de la prise de produits potentiellement dangereux ». D'où l'importance de former l'écosystème – médecins, pharmaciens, éducateurs sportifs... – des sportifs amateurs à la détection et à la prise en charge de ces conduites dopantes. « Il pourrait aussi y avoir des contrôles aléatoires sur les produits vendus dans les salles de fitness, voire qu'elles fassent elles-mêmes ces contrôles, complète Maryse Lapeyre-Mestre, qui le rappelle : il y a une antinomie à recourir à des médicaments pour avoir une activité sportive, alors que l'activité physique est censée apporter un bénéfice pour la santé ! »

Françoise Dupuy Maury

◀ De plus en plus de femmes sont adeptes des stéroïdes pour améliorer leurs résultats et accélérer le processus pour obtenir un « corps parfait ».



© Viacheslav Yakobchuk / Adobe Stock

Les 6 infos à connaître



C'est le nombre de facteurs de risque génétiques associés à la maladie d'Alzheimer et aux démences apparentées. Ces régions du **génom**e, nommées « locus », portent potentiellement des variations qui modulent la probabilité de développer ces maladies neurodégénératives. Portés par Céline Bellenguez et Jean-Charles Lambert à l'institut Pasteur de Lille, ces travaux ont combiné 52 études européennes incluant des données génétiques de plus de 978 000 personnes, dont près de 128 000 atteintes de la maladie d'Alzheimer ou de démence. Parmi les 91 locus associés au risque de démence, 16 ont été identifiés pour la première fois. Désormais, l'enjeu est d'étendre ces travaux aux autres populations mondiales et de caractériser l'impact des variants pathogènes rares présents dans le génome, afin de mieux repérer les individus les plus à risque. J. P.

Génome. Ensemble du matériel génétique d'un organisme, stocké dans l'ADN des cellules

Céline Bellenguez, Jean-Charles Lambert : unité 1167 Inserm/Université de Lille/CHU de Lille/Institut Pasteur de Lille

C. Bellenguez et al. *Nature Genetics*, 3 juin 2026

SOMP

Anciennement appelé syndrome des ovaires polykystiques (SOPK), le SOMP (syndrome ovarien métabolique polyendocrinien), aussi appelé SMOP, est un trouble complexe qui affecte le système hormonal mais aussi reproductif et métabolique. Il touche environ 1 femme sur 10 et associe dérèglements hormonaux, troubles de l'ovulation et résistance à l'insuline, avec des impacts sur la fertilité, le poids, la santé mentale, la peau, et le risque cardiovasculaire. Adoptée en mai 2026, cette nouvelle terminologie, fruit d'un travail de 14 ans, reflète mieux la diversité des symptômes, pas seulement ovariens, sans modifier sa prise en charge médicale. J. P.



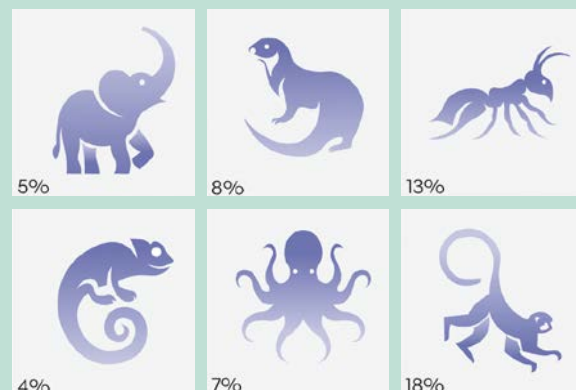
© Alena / Adobe Stock

LE MENTAL EN MODE AVION

Que se passe-t-il dans notre esprit lorsque l'on glisse doucement dans les bras de Morphée ? Pour explorer l'hypnagogie, cet état de conscience entre veille et sommeil, l'équipe DreamTeam de l'Institut du cerveau, dont le doctorant Nicolas Decat, a étudié l'activité électrique cérébrale et les récits de 92 participants soumis à des siestes interrompues. Grâce à des outils d'intelligence artificielle appliqués aux 375 expériences mentales récoltées, les chercheurs ont identifié quatre états mentaux liés à l'endormissement : souvenir fugace, connexion à l'environnement, imagerie proche du rêve et réflexions volontaires. Contre toute attente, ces états mentaux peuvent apparaître dans les trois stades de vigilance mesurés : éveil, endormissement et sommeil léger. Autrement dit, l'imagerie onirique peut survenir pendant l'éveil, et à l'inverse, des pensées volontaires persistent pendant le sommeil ! Pour aller plus loin, un questionnaire en ligne, **Drifting Minds**, reste ouvert jusqu'à fin 2026, en vue de recueillir plus de 5 000 témoignages sur les expériences d'endormissement. J. P.

Nicolas Decat : unité 1127 Inserm/CNRS/Sorbonne université

N. Decat et al. *Cell Reports*, 28 avril 2026
redcap.link/DriftingMinds



© Inserm/Nicolas Decat

▲ Découvrez votre profil d'endormissement : archiviste (5 % de la population), vagabond (8 %), pragmatique (13 %)...

Du bitume aux espaces verts



© Gautier Normand / Adobe Stock

Atténuation des îlots de chaleur urbains, amélioration de la qualité de l'air, encouragement des activités physiques et sociales... les zones végétalisées urbaines

sont reconnues comme des leviers essentiels pour améliorer la santé et le bien-être des citoyens. Aujourd'hui, l'aire urbaine parisienne est dotée de 2 500 hectares de couverture végétale, dont 70 % sont concentrés dans les grands espaces boisés périphériques. Le problème est donc de dénicher, dans une ville dense comme Paris, de nouvelles zones à verdir. Les travaux de **Léo Moutet** et de **Kévin Jean**, en lien avec le conservatoire national des Arts et métiers de Paris, ont montré que l'une des clés pouvait être la réaffectation des lieux dédiés à la voiture, places de parking et voiries. Trois scénarios de verdissement de ces

espaces, allant de 77 à 917 hectares, permettraient de réduire la mortalité prématurée de 0,8 % à 3 % dans la population parisienne d'ici 2040. Plus concrètement : un décès pourrait être évité chaque année pour 3 hectares végétalisés. Dans tous les scénarios, les bénéfices sur la santé sont répartis équitablement entre les différents quartiers. Enfin, l'analyse économique montre qu'après 5 à 10 ans, les gains liés à l'amélioration de la santé publique dépasseraient les coûts d'aménagements. **J. P.**

Léo Moutet, Kévin Jean : unité 1024 Inserm/CNRS/ENS, Institut de biologie de l'École normale supérieure

L. Moutet et al. *Environ Res.*, 15 mai 2026

GROSSESSE Le vaccin Covid passe le test



© Mairina Demiduk / Adobe Stock

La vaccination contre la Covid-19 pendant la grossesse augmente-t-elle le risque d'effets indésirables graves ? La chercheuse Inserm Sylvie Escolano et son équipe ont analysé les données de santé de 5,27 millions de grossesses survenues entre 2015 et 2019, dont plus de 612 000 exposées aux vaccins Pfizer-BioNTech ou Moderna. Résultats : l'éventuelle survenue de 16 événements indésirables graves observés classiquement après une vaccination (infarctus aigu du myocarde, thrombose, embolie pulmonaire, convulsions...) n'a mis en évidence aucune vulnérabilité spécifique liée à la grossesse. D'une ampleur inédite, ces travaux confirment la sécurité chez les femmes enceintes de ces vaccins à ARN messager qui font produire au corps la protéine de l'agent infectieux. Ils constituent une référence précieuse pour les futures recherches en pharmacovigilance. J. P.

Sylvie Escolano : unité 1018 Inserm/Université Paris-Saclay/Université de Versailles - Saint-Quentin-en-Yvelines/Gustave-Roussy, Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations

S. Escolano et al. *The Lancet*, mai 2026



© LuchscherF / Adobe Stock

Un antidouleur à deux vitesses

Morphine, codéine, fentanyl... les opioïdes ne sont pas toujours sans risques sur la santé. Des effets secondaires graves comme des troubles respiratoires ou une accoutumance peuvent y être associés. Les neurochimistes cherchent donc à synthétiser des substances capables de soulager le patient sans lui nuire. Une équipe de l'**Institut de psychiatrie et neurosciences de Paris** a observé que la morphine agit en deux temps sur le cerveau. Un premier mécanisme s'enclenche au bout de quelques minutes et peut provoquer une insuffisance respiratoire en cas de forte dose. L'effet analgésique recherché survient, lui, dans un second

temps. Grâce à de l'imagerie par ultrasons, les scientifiques ont montré que lorsque la molécule inhibe le message nerveux de la douleur, les décharges neuronales localisées dans les différentes parties des réseaux sensoriels sont désynchronisées, ce qui apaiserait la douleur. Il s'agirait donc de deux mécanismes dissociables sur lesquels il serait possible d'agir. Ces résultats constituent un point de départ pour tenter de rééquilibrer la balance bénéfice-risque des opioïdes, qui aujourd'hui penche encore dangereusement. **F. D.**

Institut de psychiatrie et neurosciences de Paris : unité 1266 Inserm/Université Paris Cité

J.-C. Mariani et al. *PNAS USA*, 9 mars 2026



LE FABULEUX DESTIN DE L'ADN



Ne vous méprenez pas, on ne vient pas de découvrir les haricots magiques de Jack. Ces petites fèves bleues étoilées sont en réalité des noyaux de cellules humaines vues au microscope, alors qu'elles sont en train de se multiplier. Au départ, rien d'alarmant. Mais la nature de cette image est tout autre. Tous les jours, les cellules sont soumises à de nombreuses sources de stress comme le vieillissement, les polluants chimiques ou les rayons du soleil, qui endommagent l'ADN. En moyenne, on dénombre au moins 100 000 lésions par jour dans l'ADN de chaque cellule. Ici, les cellules brillent de mille feux parce que leur ADN a été volontairement cassé pour voir comment elles s'adaptent. Chaque point blanc représente un endroit où l'ADN de leur noyau a été cassé. Heureusement, les cellules savent répondre à ces dégâts, non sans conséquences. **Sophie Polo**, directrice de recherche Inserm à Paris, et son équipe s'intéressent à l'impact de ces dommages sur l'ADN. En effet, celui-ci ne flotte pas aléatoirement dans le noyau des cellules. Le matériel génétique est organisé de manière plus ou moins dense autour de protéines « bobines » qui soutiennent la structure de l'ADN. Compacté et torsadé, il est solide et protégé mais son utilisation devient limitée. Pour exploiter un gène, la partie utile de l'ADN se déroule et devient accessible à toute la machinerie cellulaire. Une cellule peut ainsi enrouler et dérouler son ADN pour activer ou désactiver certains gènes selon ses besoins. Cette flexibilité structurale joue un rôle crucial dans le contrôle de l'expression des gènes mais aussi dans la réparation de l'ADN, deux paramètres centraux au développement embryonnaire et à la protection des cellules contre certaines maladies. Les chercheurs ont notamment épinglé dans le cancer des « bobines » défilantes qui altèrent la réparation de l'ADN, identifiant dans la foulée des cibles thérapeutiques potentielles. Dans des cas extrêmes, cette architecture permet d'éteindre des brins entiers d'ADN, comme lors de l'inactivation du chromosome sexuel X. Présent en deux copies dans les cellules femelles, un chromosome X est toujours rendu silencieux pour éviter les doublons d'expression de gènes. Ce chromosome X inactif le reste tout au long de la vie et subit un risque élevé de cassure. Lauréate d'un prix Impulscience de la Fondation Bettencourt Schueller en 2025, Sophie Polo souhaite aussi lever le voile sur les mécanismes de réparation de l'ADN dans le chromosome X inactif encore méconnu. L'objectif : mieux comprendre si et comment l'hypercondensation régule la réparation de cassures et, réciproquement, déterminer si celles-ci influencent l'inactivation du chromosome X. Améliorer les connaissances sur ce phénomène est critique car il sous-tend les différentes susceptibilités des hommes et des femmes aux maladies, notamment le fort biais féminin pour les maladies auto-immunes.

Mia Rozenbaum

Sophie Polo : UMR 7216 Université Paris Cité, Épigénétique et destin cellulaire

G. Giacomini et al. *Nucleic Acids Res.*, 21 mars 2024

LES DOULEURS CHRONIQUES DES FEMMES

Les souffrances des femmes ne sont toujours pas entendues. Pourtant les douleurs chroniques les affectent de manière disproportionnée par rapport aux hommes. Le projet de recherche participative Dolora vise à faire évoluer l'accompagnement de ces douleurs chroniques féminines en associant étroitement des patientes à la démarche scientifique.

Aiguë ou lancinante, diffuse ou localisée, profonde ou superficielle, la douleur présente de multiples facettes. Elle peut même devenir chronique lorsqu'elle persiste dans le temps, au-delà de trois mois, et qu'elle résiste aux antidouleurs. En France, ce type de douleur touche davantage les femmes que les hommes : elles représentent 57 % des personnes concernées selon l'enquête Prevaldol de 2025 diligentée par l'Observatoire français de la douleur et des antalgiques (OFDA). Dans certaines pathologies, cette surreprésentation est particulièrement marquée. C'est notamment le cas de la migraine, de la fibromyalgie – une affection caractérisée par des douleurs diffuses persistantes accompagnées de fatigue chronique, des troubles du sommeil et de la concentration –, ou encore du syndrome de l'intestin irritable, qui provoque des maux de ventre intenses. Par ailleurs, certaines maladies spécifiquement féminines sont également

associées à des douleurs chroniques. Ainsi l'endométriose, caractérisée par la présence de tissus similaires à la muqueuse utérine – l'endomètre – en dehors de l'utérus, provoque fréquemment des douleurs pelviennes, particulièrement pendant les règles. Or vivre avec de tels maux peut avoir des répercussions considérables sur le quotidien. « *Les douleurs sont parfois tellement fortes qu'il est impossible de se lever, de marcher. Et la fatigue associée, qui peut être très importante, affecte tout le fonctionnement du corps humain* », confirme **Céline de La Fontaine**, présidente de l'association de patients Fibromyalgie Aube qui souffre elle-même de cette maladie.

« C'est dans votre tête, madame »

Et double peine, la parole de ces femmes est souvent minimisée, mise en doute et par conséquent invisibilisée. « *C'est dans votre tête, madame* », « *Arrêtez votre ci-*



© Flore Avram

Céline de La Fontaine :
association
Fibromyalgie Aube

Maud Frot : unité
Inserm 1028/
CNRS / Université
Claude Bernard -
Lyon 1

néma ! », sont des refrains que de nombreuses patientes ont en effet entendus. « *Les femmes souffrant de douleurs chroniques parlent d'un vécu commun, en particulier d'une disqualification de leur discours, d'une invisibilisation de leur parole par rapport aux hommes*, déplore **Maud Frot**, chargée de recherche Inserm au Centre de recherche en neurosciences de Lyon. *Pour des symptômes similaires, la douleur féminine est ainsi plus souvent attribuée à une cause psychologique ou émotionnelle, quand une raison physique est davantage recherchée chez un homme.* » Ces biais de genre peuvent entraîner des délais dans le diagnostic, des traitements inadaptés et des parcours de soin particulièrement éprouvants. Ce qui n'est pas sans conséquences sur la santé mentale et physique de ces femmes dont le statut de patientes est longtemps minoré

ou tout simplement ignoré. « C'est un véritable enjeu de santé publique », estime la neuroscientifique.

De la recherche participative à la médiation scientifique

C'est pour mieux répondre aux besoins de ces femmes qui souffrent au quotidien qu'est né le projet Dolora auquel participe notamment Céline de La Fontaine et Maud Frot. Son originalité : associer un consortium de chercheuses de différents domaines, les neurosciences, l'épidémiologie, la sociologie, et plusieurs associations de patientes dont Fibromyalgie Aube mais aussi l'association française d'actions contre l'endométriose, appelée Endomind, et SED'in France qui sensibilise aux **syndromes d'Ehlers-Danlos**. « L'idée est de coconstruire un projet de recherche avec et pour les femmes qui vivent la douleur au quotidien », explique

Émeline Descamps, chargée de recherche CNRS à l'université de Toulouse et coordinatrice de Dolora. De cette collaboration est notamment née l'idée de développer un outil d'appréciation et d'accompagnement de la douleur chronique dédié aux femmes. Celui-ci ne se limiterait pas à mesurer l'intensité de la douleur mais inclurait aussi les dimensions psychosociales de la patiente. Le projet de recherche participative Dolora s'attache aussi à créer des outils de médiation afin de sensibiliser à ces problématiques. Une pièce de théâtre intitulée *La roue de l'infortune* a ainsi été mise en scène par Matthieu Pouget, Vanille Romanetti et Héloïse Chouette en étroite collaboration avec le collectif Dolora, à partir de paroles et d'expériences soigneusement sélectionnées. Celle-ci détourne le format d'un jeu télévisé bien connu pour mettre en scène les mécanismes qui conduisent à l'invisibilisation de la parole des femmes. « Cette pièce, en suscitant des émotions chez le public, l'invite à s'interroger sur

ses propres représentations de la douleur », ajoute Émeline Descamps. Le collectif travaille aujourd'hui sur *Dolorart*, un projet de bande dessinée avec la graphiste et scénariste Marianne Tesseraud. Là encore, les patientes font partie intégrante du projet. « Cela nous permet de mettre en mots nos maux et de partager notre vécu au profit d'autres personnes », explique Céline de La Fontaine, qui collabore activement à la construction de cette BD. Au-delà de montrer l'invisibilisation, cette bande dessinée ambitionne de fournir des clés pour mieux comprendre et mieux communiquer autour de la douleur. Avec l'idée de « permettre à davantage de femmes de reconnaître leurs symptômes, de se sentir légitimes dans leur statut de patientes et d'être mieux accompagnées », ajoute Émeline Descamps.

Un long chemin vers la reconnaissance

Alors comment faire face à ces douleurs chroniques ? « La porte d'entrée du parcours de soin reste le médecin traitant, indique Émeline Descamps. Il existe aussi des médecins spécialisés dans la prise en charge de la douleur, les algologues, ainsi que des structures hospitalières dédiées. » Les structures spécialisées douleur chronique (SDC) sont ainsi réparties sur tout le territoire et proposent un accompagnement multidisciplinaire. Mais les délais d'attente peuvent être longs avant d'obtenir une consultation. « Les associations de patients peuvent également jouer un rôle important, elles offrent notamment une oreille attentive à ces femmes qui ont avant tout besoin d'écoute », poursuit la chercheuse. D'autant que l'origine de certaines douleurs chroniques demeure difficile à identifier. Finalement, « peu importe le diagnostic, l'important est d'échanger avec des personnes qui vivent la douleur au quotidien », ajoute Maud Frot. « Ces échanges peuvent aider les patientes à trouver leur point d'appui pour apaiser leur souffrance », poursuit Émeline Des-

camps. Ainsi des interventions non médicamenteuses comme la sophrologie, la méditation ou encore la réflexologie peuvent atténuer certaines douleurs. « La prise en charge médicamenteuse est essentielle pour soulager les crises mais pas suffisante », confirme Maud Frot, qui coordonne par ailleurs le projet Algodanse*. Ce projet vise à tester l'effet de médiations comme la danse-thérapie, l'art-thérapie et le yoga chez des adolescentes souffrant de douleurs chroniques. Les premiers résultats suggèrent un impact positif sur la gestion de la douleur, le rapport au corps mais aussi sur l'humeur et l'anxiété de ces jeunes filles. Une note positive pour améliorer un quotidien lourd à porter.

Simon Pierrefixe

Syndromes d'Ehlers-Danlos

Groupe hétérogène de maladies rares héréditaires du tissu conjonctif.

*Voir *Le magazine de l'Inserm* n°65, Reportage « Quand l'art soulage les douleurs », pp. 32-37 et écouter le podcast *Les Volontaires* sur le projet Algodanse, sur toutes les plateformes d'écoute

Émeline Descamps : unité 1214 Inserm/ Université Toulouse III - Paul-Sabatier, Toulouse neuroimaging center

L. Sergent et al. *La Revue du praticien*, mars 2026



© Flore Avram

VACCINER AVANT L'ARRIVÉE DU CANCER ?

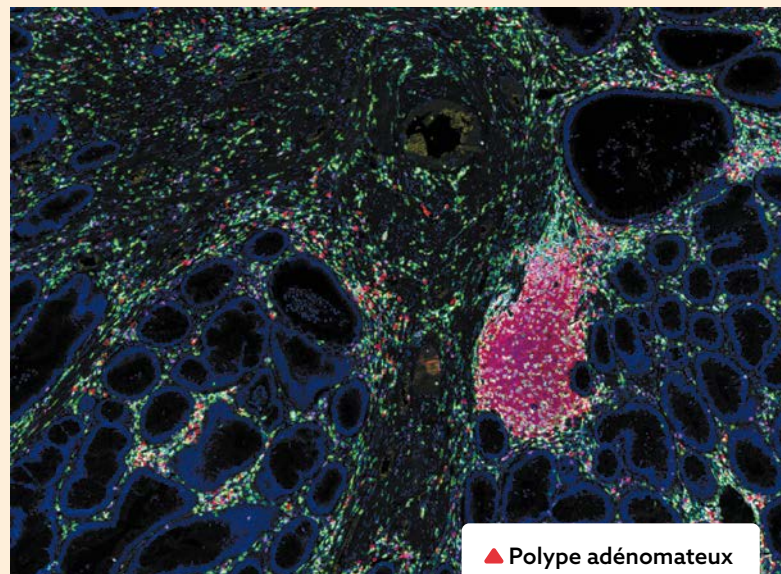
Le projet de recherche Darvac, auquel plusieurs équipes Inserm participent, ambitionne de développer des vaccins contre des cancers qui ne sont pourtant pas provoqués par des virus. Le principe repose sur des protéines fantômes qui activent la réponse immunitaire.

ARN. Molécule qui sert d'intermédiaire aux gènes de l'ADN pour la fabrication des protéines

Jérôme Galon : unité 1138 Inserm/ Université Paris Cité/Sorbonne Université

Le projet Darvac fait partie du programme Impact Santé.

Pour vaincre la bataille contre le cancer, il faut l'engager le plus tôt possible. Dès le stade précoce, voire avant. C'est sur ce constat que repose le projet Darvac. « L'objectif est de développer des vaccins afin de booster le système immunitaire des patients avant que le cancer se déclenche », résume **Jérôme Galon**, immunologiste au Centre de recherche des Cordeliers, à Paris, qui coordonne le projet. Comment activer une réaction immunitaire et empêcher le développement du cancer ? La réponse se trouve du côté obscur du génome, dans ce que l'on appelle le *dark genome* ou génome fantôme. « Il s'agit d'**ARN** issus de ce qu'on appelait avant "ADN poubelle", car on pensait qu'il ne servait à rien et que les ARN ne codaient aucune protéine, explique Jérôme Galon. Mais



▲ Polype adénomateux coloré par immunofluorescence multiplexe

© Morgand E. et Galon J. (Inserm)

on découvre peu à peu que certaines sont issues de ce génome et ont des fonctions importantes, notamment pour réguler l'expression des gènes. »

Activer le système immunitaire

L'idée du projet est venue de l'analyse de la réaction immunitaire sur plusieurs patients à risque de développer des cancers. D'abord chez de gros fumeurs, en observant leurs poumons. Et dans un deuxième temps chez des personnes présentant des polypes intestinaux, potentiel signe précurseur de cancer colorectal. « Entre les patients dont les lésions précancéreuses n'évoluaient pas en cancer et ceux chez lesquels ces lésions n'étaient pas bien maîtrisées, on a observé une différence dans l'activation du système immunitaire », détaille Jérôme Galon. En d'autres termes, on assiste soit à une activation immunitaire, soit à un échappement immunitaire, et cela se décide au stade précancéreux. Or les analyses ont montré que certaines protéines fantômes influencent ce jeu de bascule, comme le rapporte l'immunologiste : « Nous avons observé que certaines de ces protéines étaient surexprimées chez ceux qui n'ont pas développé de cancer, suggérant qu'elles sont liées à une forte capacité de réponse immunitaire. » La première étape du projet Darvac,

qui a débuté officiellement en mars 2025, consiste à vérifier ce lien. Puis les équipes de recherche devront identifier les protéines les plus efficaces pour activer le système immunitaire. Les meilleures candidates seront ensuite testées en vaccin sur des modèles murins, en particulier des souris humanisées, qui disposent de la même base immunitaire que les humains.

Vers des essais sur l'humain

« Si tous les résultats sont concluants, nous pourrions lancer les essais chez l'humain avant la fin du projet, dans quatre ans », espère le directeur de recherche de l'Inserm. Les premières démonstrations porteront sur les cancers colorectaux et du poumon, sur lesquels les équipes ont déjà travaillé. Mais ce type de vaccin pourrait, à terme, être efficace pour les mélanomes, les cancers de la prostate, du rein, du sein... Bref, tous les cancers non viraux !

Bruno Scala

C. Mascaux et al. *Nature*, 26 juin 2019

E. Morgand et al. *Sci Transl Med.*, sous presse

FAIRE REPOUSSER LES MEMBRES, BIENTÔT POSSIBLE ?

La cicatrisation est une réparation imparfaite : elle entraîne une accumulation de tissu fibreux, qui peut altérer le fonctionnement d'organes tels le cœur ou le foie. Un défaut que n'a pas la salamandre de faire repousser un membre perdu. Une récente étude américano-britannique pourrait aider à stimuler ce mécanisme extraordinaire chez l'humain. Détails avec Gwenaël Rolin, chercheur Inserm à Besançon.

Que montre cette étude ?

Gwenaël Rolin : Ces travaux révèlent que deux éléments sont cruciaux pour amener un tissu lésé à se régénérer au lieu de cicatriser : la matrice extracellulaire – le réseau de protéines et de sucres qui entourent les cellules – et la protéine HAPLN1, qui fixe l'acide hyaluronique dans cette matrice. De fait, bien que rare chez les mammifères, la régénération tissulaire peut survenir chez l'humain et les rongeurs dans un cas précis : l'amputation de l'extrémité charnue des doigts, la pulpe. Alors, elle induit une restauration complète des différents tissus de cette région : peau, muscles, ongle... Dans ces travaux, les chercheurs ont voulu comprendre pourquoi ce qui est possible pour la pulpe ne l'est pas pour le reste du doigt. Pour ce faire, ils se sont intéressés non pas à un seul type de cellules ou de protéines, mais à un ensemble d'éléments, dont

la matrice extracellulaire et ses propriétés mécaniques (souplesse, viscosité...). Une approche innovante.

Qu'ont-ils découvert exactement ?

G. R. : Après plusieurs expériences de biologie cellulaire et moléculaire au niveau de bouts de doigts de souris amputés, ils ont noté que l'activation de la régénération ou, au contraire, de la cicatrisation dépend de la composition et de la souplesse de la matrice extracellulaire. Dans les régions qui cicatrisent, elle est plus rigide et riche en molécules de collagène. Dans celles qui se régèrent, elle est souple et riche en acide hyaluronique. Puis des manipulations génétiques dans des fibroblastes, les cellules productrices de la matrice



© BOOCYS/Adobe Stock

extracellulaire, ont révélé qu'une protéine, la fameuse HAPLN1, contribue à augmenter la teneur en acide hyaluronique et à diminuer celle en collagène. D'où la conclusion que HAPLN1 a le potentiel de transformer une matrice extracellulaire propice à la cicatrisation en une favorable à la régénération.

Que pensez-vous de ces travaux ?

G. R. : Ils sont doublement intéressants. D'abord, ils rappellent que les mammifères ont gardé une modeste mais réelle aptitude de régénération. Laquelle nécessite plus de recherches pour comprendre ses mécanismes. Ensuite, ils pourraient mener à des stratégies de médecine régénératrice inédites, fondées sur HAPLN1. Par exemple, on pourrait ajouter cette protéine à la matrice extracellulaire afin d'augmenter sa souplesse, dans les tissus lésés incapables de se régénérer seuls. Et ainsi éviter ou limiter le remplacement de tissu sain par du tissu cicatriciel (fibrose) dans le cœur après un infarctus du myocarde ou dans le foie en cas d'infection par le virus de l'hépatite C. Néanmoins, ces travaux ont été menés chez la souris, un animal dont les mécanismes de réparation sont similaires aux nôtres mais pas strictement identiques. Pour se prononcer définitivement sur l'intérêt de cette étude, il faudra confirmer ses résultats chez le porc puis le singe, plus proches de nous. Et enfin chez des humains. Ce qui devrait nécessiter encore plusieurs années de recherche.

**Propos recueillis par
Kheira Bettayeb**

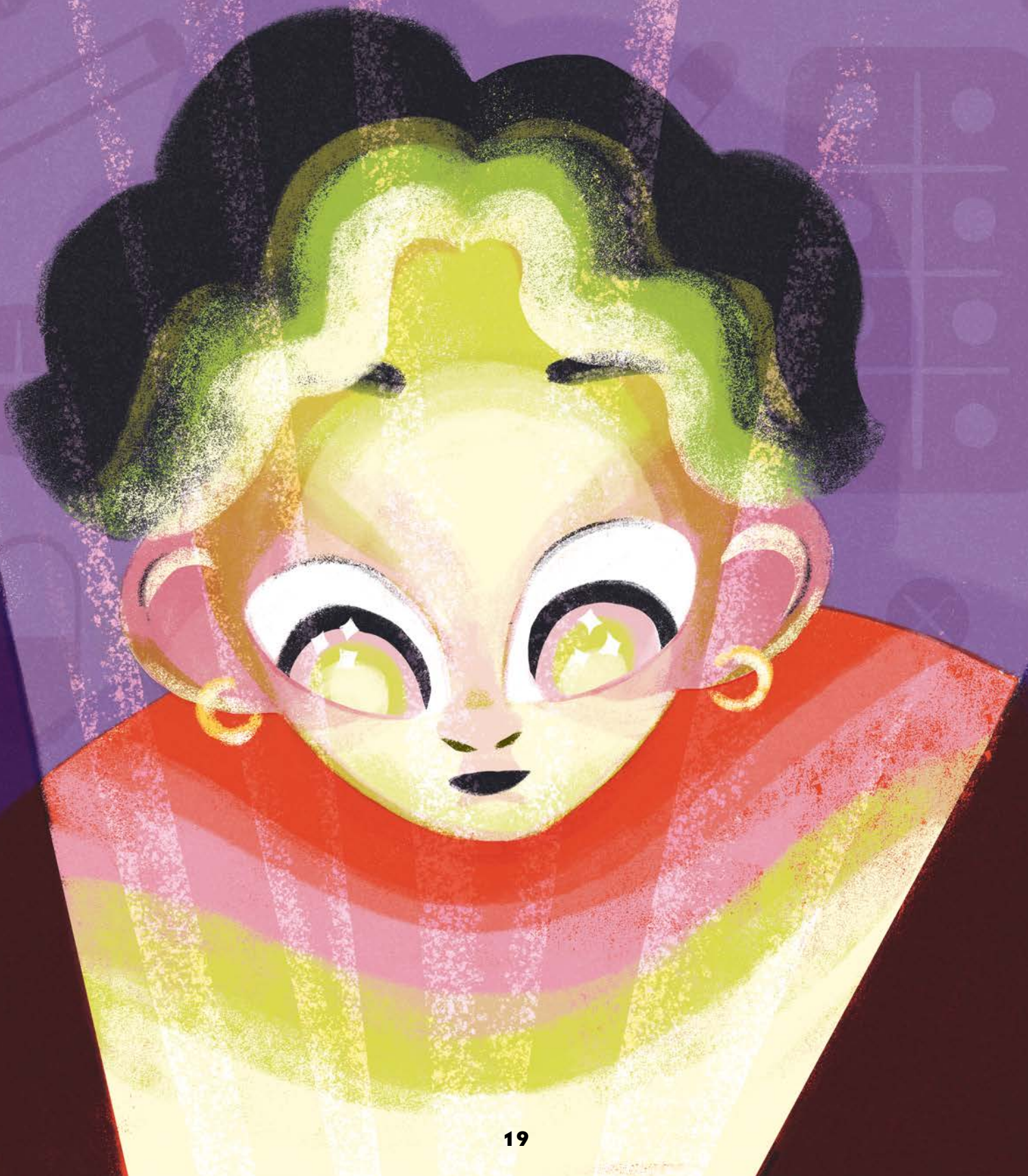
B. W. H. Mui et al. *Science*, 9 avril 2026

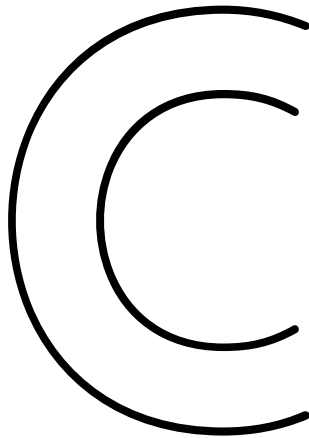
Par Julie Coquart

LES NOUVELLES ADDICTIONS

Alors que l'Observatoire français des drogues et tendances addictives vient de publier un rapport sur les usages numériques et la santé*, quelles sont les nouvelles données sur les addictions : entre produits anciens, nouvelles substances ou nouveaux comportements, quelle est l'évolution des consommations et des risques d'addiction ? Quels en sont les mécanismes ? Et surtout, quelles nouvelles pistes la recherche propose-t-elle pour la prévention et la prise en charge ?

* www.ofdt.fr/communiquede-presse/usages-numeriques-et-sante-de-l-enfant-au-jeune-adulte-2680





Marketing social.

Démarche qui s'appuie sur les techniques du marketing commercial pour encourager les comportements favorables au bien-être et/ou à la santé des individus

Sébastien Carnicella : unité 1216 Inserm/ Université Grenoble Alpes

Marie Jauffret-Roustide : unité 1276 Inserm/ CNRS/EHESS, Centre d'étude des mouvements sociaux

Karine Gallopel-Morvan : unité 1309 Inserm, Recherche sur les services et le management en santé

Mickael Naassila : unité 1247 Inserm/ Université de Picardie - Jules-Verne

cannabis, tabac, alcool, cocaïne, jeux vidéo, kétamine, jeux de hasard... Les produits et comportements susceptibles de provoquer des addictions ne manquent pas. Pour autant, le nombre de personnes dépendantes, tout autant que la façon de consommer, ainsi que les méthodes de prévention et de prise en charge évoluent. Mais, au fait, c'est quoi une addiction ? Pour répondre, **Sébastien Carnicella**, neuroscientifique Inserm à l'Institut des neurosciences de Grenoble, rappelle l'étymologie : « *Addiction* » vient du latin *addicere*, *addictus*.



© Lightfield studios/Adobe Stock

C'était un terme juridique de l'Antiquité romaine pour désigner la sanction subie par une personne débitrice qui ne pouvait rembourser ses dettes, et qui était mise en esclavage. Elle perdait ainsi sa liberté. C'est cela, l'addiction : une perte de liberté, une perte de contrôle. » D'autres critères permettent d'affiner cette définition, et les classifications médicales, tels le *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (DSM) ou la Classification internationale des maladies (CIM), révisent régulièrement leurs catégories [voir encadré ci-contre]. Quel est le tableau actuel des addictions en France, quelles substances prennent le pas sur les autres ?

Alcool, tabac et cannabis en baisse

Chez les ados, l'alcool, le tabac et le cannabis perdent du terrain. L'enquête internationale *Health Behaviour in School-aged Children*, menée dans plus de 40 pays, montre qu'entre 2010 et 2022, la part des jeunes de 16 ans ayant déjà consommé de l'alcool est passée de 60 % à 43,4 %, soit une chute de 30 %. Même tendance pour le cannabis (de 10 % à 2,8 %) et le tabac (de 30 % à 11,4 %). Pour la sociologue de l'Inserm **Marie Jauffret-Roustide**, ce recul s'inscrit dans le phénomène *sober curious* : une génération qui questionne davantage l'impact des substances sur sa santé physique, émotionnelle et mentale. Avec **Karine Gallopel-Morvan**, chercheuse en **marketing social** à Rennes, elle étudie ces nouveaux comportements afin de mieux adapter les politiques de prévention aux expériences des jeunes.

Cette baisse ne doit pas pour autant cacher une autre réalité, celle des épisodes de *binge drinking*, défini comme un mode d'alcoolisation épisodique mais répété, qui consiste à absorber des quantités massives d'alcool en quelques heures, afin d'obtenir le plus vite possible un niveau d'ivresse élevé. D'autant que les travaux de **Mickael Naassila**, neurobiologiste dans le Groupe de recherche sur l'alcool et les pharmacodépendances à Amiens, ont montré que le *binge drinking* signait un facteur de vulnérabilité à développer une addiction. « *Connaître deux épisodes par mois de ce type de consommation entre 18 et 25 ans multiplie par trois le risque d'alcoolodépendance* », alerte-t-il.

Et si les alcoolisations ponctuelles importantes sont plutôt en diminution chez les jeunes hommes, elles tendent à augmenter parmi les femmes de plus de 35 ans, d'après le Baromètre 2021 de Santé publique France. « *Toutes les personnes qui boivent de l'alcool ne présentent pas des critères d'addiction, mais dès un verre par jour, l'alcool expose à des risques cardiovasculaires et de cancer, qui augmentent avec les quantités*

hbsc.org

J. de Ternay et al. *BMC Public Health*, 27 mars 2025

R. Andler et al. *BEH*, 9 avril 2023

consommées, souligne **Véronique Fonteille**, médecin responsable de l'équipe de liaison et de soins en addictologie du groupement hospitalier Est des Hospices civils de Lyon. *Il n'y a pas d'effet protecteur sur la santé à boire un verre d'alcool par jour ! Il faut déconstruire cette idée reçue.* »

Cocaïne et protoxyde d'azote à la hausse

« En parallèle de la baisse de consommation de certains produits, l'usage d'ecstasy, de cocaïne, de protoxyde d'azote et de poppers progresse », note Marie Jauffret-Roustide. Selon l'Observatoire français des drogues et des tendances addictives (OFDT), la consommation de cocaïne a été multipliée par dix en trente ans. « La hausse est très forte, mais on part d'un chiffre très bas, comparé à d'autres produits comme l'alcool, le tabac ou le cannabis », nuance la chercheuse. D'autant que les 1,1 million de consommateurs ne développent pas tous une addiction.

Consommation et dépendance ne sont donc pas systématiquement liées. Néanmoins, une étude publiée dans *The Lancet* en décembre 2024 estime qu'environ 10 % des usagers basculent vers une addiction ou un usage problématique. Même sans dépendance, les consommateurs restent exposés à

CLASSIFICATION : DES OUTILS EN ÉVOLUTION

Médicalement, une addiction est définie par deux classifications. Celle du *Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux* (DSM) est développée par l'Association américaine de psychiatrie. La version actuelle, le DSM-5, date de 2013 et comprend onze critères. Un patient est considéré comme victime d'une addiction quand il en présente deux pendant au moins un an. C'est dans cette version que l'addiction aux jeux de hasard et d'argent a été

reconnue. En parallèle, l'OMS établit quant à elle une classification statistique internationale des maladies et des problèmes connexes. En janvier 2022, la onzième édition reconnaissait l'addiction aux jeux vidéo (ou trouble du jeu vidéo). Ainsi, les classifications ne sont pas figées et évoluent avec les pratiques et leur perception. Certaines conduites semblent de bonnes candidates pour de prochaines éditions : les troubles du comportement alimentaire, des formes de sexualité compulsives... ou encore la consommation de protoxyde d'azote.

des risques psychiatriques, cardiovasculaires ou de surdose. Santé publique France a ainsi mis en évidence ces dernières années une hausse des passages aux urgences liés à la cocaïne. « *Autrefois réservée à*

Véronique Fonteille : unité 1028 Inserm/CNRS/Université Claude-Bernard - Lyon 1, Centre de recherche en neurosciences de Lyon

M. Jauffret-Roustide, J.-M. Granier. *Esprit*, avril 2026



▲ Défini par l'absorption régulière (deux fois par mois ou plus) d'au moins six verres en deux heures, le *binge drinking* multiplierait par trois le risque des 18-25 ans d'évoluer vers une alcoolodépendance.

Dossier

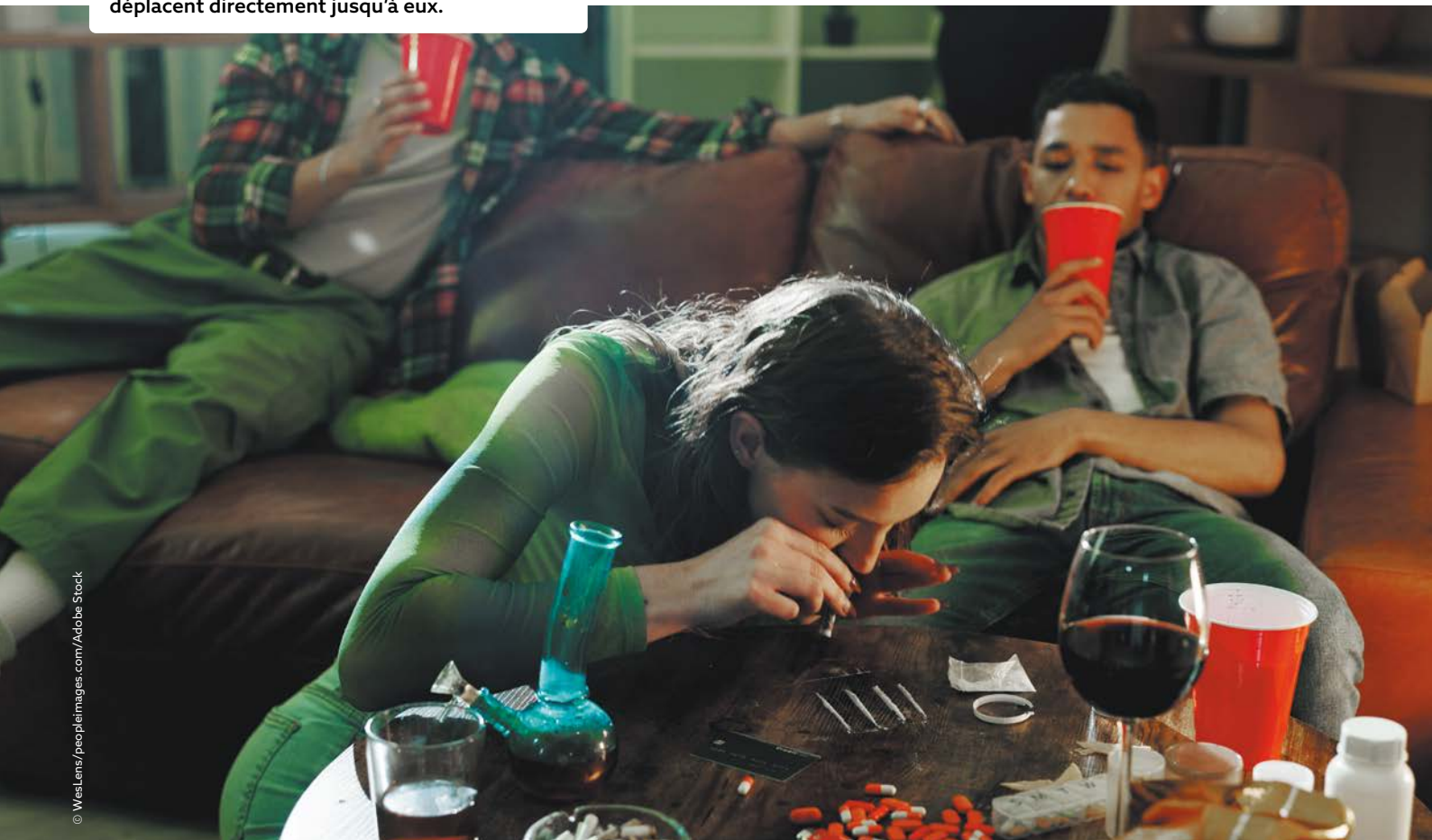
des milieux sociaux très favorisés, la cocaïne est devenue une drogue accessible qui s'est démocratisée dans toutes les classes sociales et diffusée dans tous les territoires, en raison de la baisse de son prix et de l'ubérisation (livraison à domicile) », explique Marie Jauffret-Roustide. Parmi les substances dont l'usage pose question, le protoxyde d'azote, banalisé sous le nom de « gaz hilarant », fait les gros titres. Utilisé à l'origine en cuisine, en médecine ou dans l'industrie, ce gaz est aujourd'hui détourné pour ses effets euphorisants, notamment chez les jeunes : en 2022, 14 % des 18-24 ans l'avaient déjà expérimenté, selon Santé publique France. Son usage détourné ne rentre pas encore officiellement dans le champ des addictions [voir encadré p. 21], mais depuis 2013, l'Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé le surveille, grâce à des enquêtes d'addictovigilance. Ainsi entre 2022 et 2023, les signalements d'intoxications ont triplé et ceux de cas graves quadruplé. Surtout, la moitié des signalements corres-

▼ L'ubérisation de la cocaïne est liée à la baisse de son coût et à un accès facilité : les consommateurs n'ont plus nécessairement besoin de se rendre sur des points de deal, ce sont les vendeurs qui se déplacent directement jusqu'à eux.

« Autrefois réservée à des milieux très favorisés, la cocaïne est devenue une drogue accessible qui s'est démocratisée dans toutes les classes sociales et tous les territoires »

Nicolas Cabé :
unité ad hoc 20
Inserm/Université
de Caen,
Neuropresage :
Mécanismes
pathologiques
et interventions
basées sur le
mode de vie
dans les troubles
cérébraux

pondent à un usage quotidien. Dans 80 % des cas, des troubles neurologiques ont été observés. Pour **Nicolas Cabé**, maître de conférences, praticien hospitalier et chercheur en psychologie et neurosciences à Caen, « il n'y a pas trop de doutes sur le fait que c'est une substance qui agit sur le cerveau. Elle peut entraîner une perte de contrôle, et une dépendance psychologique, liée à la brièveté de ses effets. Cette consommation répétée expose à plusieurs risques : épisodes d'hypoxie [diminution de la quantité d'oxygène dans





▲ Le protoxyde d'azote est vendu sous forme de cartouches (pour les siphons à chantilly par exemple). Son usage détourné consiste à inhaler le gaz par le biais d'un ballon, après avoir « cracké » la cartouche pour l'ouvrir.

© P. Qvist/Adobe Stock

le sang, ndlr.] *mais surtout complications neurologiques parfois sévères liées à une inactivation fonctionnelle de la vitamine B12.* » Ainsi, il est toujours préférable de s'abstenir de consommer, mais si cela arrive, pour réduire les risques, il faut éviter les prises répétées, ne jamais consommer seul, ne pas inhaler directement depuis les cartouches et être particulièrement vigilant en cas de régime pauvre en vitamine B12, notamment végétarien ou végétalien.

Kétamine et chemsex

Longtemps cantonnée aux milieux festifs techno, la kétamine se diffuse aujourd'hui bien au-delà. Pour la première fois, l'enquête EROPP** 2023 de l'OFDT s'est penchée sur cette substance : 2,6 % des adultes de 18 à 64 ans déclarent l'avoir déjà expérimentée. En plus de son côté addictif, la kétamine engendre rapidement des problèmes urologiques graves. Un effet dû entre autres à une particularité de la substance : la neuroadaptation et la tolérance au produit augmentent très rapidement. « *Si au départ une très faible dose procure un effet important, le fait d'en prendre régulièrement conduit ensuite à devoir augmenter de plus en plus les doses, ou à changer de voie d'administration, pour obtenir le même effet* », prévient Nicolas Cabé. La kétamine est également présente dans certaines

« Il n'y a pas trop de doutes sur le fait que le protoxyde d'azote agit sur le cerveau. Il peut entraîner une perte de contrôle, et une dépendance psychologique, liée à la brièveté de ses effets »

**Depuis 1999, l'enquête EROPP est menée tous les cinq ans sur les représentations, opinions et perceptions sur les psychotropes.

pratiques de chemsex, qui associent consommation de drogues et rapports sexuels, principalement chez les hommes ayant des relations sexuelles avec des hommes. D'après l'enquête Rapport au sexe (ERAS) 2023 de Santé publique France, 12 % des 20 000 répondants déclarent pratiquer le chemsex. L'objectif recherché : intensifier le plaisir ou réduire la fatigue. « *Notre prochain projet de recherche, Sex and drugs, vise à mieux comprendre les trajectoires des personnes*

P. Roux et al. *Am Men's Health*, janvier-février 2022

CHEMSEX

SEXE, PLAISIRS & PRODUITS :
SE PROTÉGER, RÉDUIRE LES RISQUES,
PARLER, SE SOUTENIR

GROUPE FACEBOOK — INFO CHEMSEX (BY AIDES)
HTTPS://BIT.LY/57C801A
NUMÉRO WHATSAPP / APP SIGNAL — 07 62 93 22 29
L'ÉTOILE D'ACCUEIL LE PLUS PROCHE — WWW.AIDES.ORG/CHEMSEX



Illustration : © Joff - Graphisme - © Atelier c'est signé
© wing-wing/Adobe Stock

► L'association française AIDES, qui lutte contre le VIH et les hépatites virales, mène des campagnes de prévention des risques, ici liés au chemsex.

Si le chemsex n'est pas officiellement reconnu comme une addiction [voir encadré p. 21], les chercheurs alertent sur les pertes de contrôle possibles, qu'elles concernent la sexualité ou la consommation de substances. De plus, certaines personnes peuvent progressivement éprouver des difficultés à vivre une sexualité sans recours aux substances.

Écrans et frustrations

Qu'en est-il des écrans ? **Julia de Ternay**, cheffe de clinique en psychiatrie-addictologie au Service universitaire d'addictologie de Lyon, a créé une consultation « Écran » destinée aux personnes dès 12 ans, même si le caractère addictif des usages numériques reste discuté. « Face à un décrochage scolaire, les parents vont mettre en cause le temps passé sur les écrans, ou attribuer à ces derniers la responsabilité d'un conflit avec leur ado, alors que la problématique est généralement bien plus complexe », souligne la psychiatre. La chercheuse a mené une étude nationale auprès de 3 900 personnes pour évaluer l'usage problématique des réseaux sociaux. En parallèle, une nouvelle étude qualitative auprès d'adolescents et de jeunes adultes cherche à mieux comprendre les liens entre santé mentale et usage des réseaux sociaux.

Jonathan Bernard, épidémiologiste Inserm au Centre de recherche en épidémiologie et statistiques à Paris et lauréat du prix Inserm Science et société-Opecst 2024, rappelle que « les interrogations sur les

Perrine Roux :
unité 1252
Inserm/IRD/
Aix-Marseille
Université,
Sciences
économiques
et sociales
de la santé et
traitement de
l'information
médicale

**Julia de
Ternay :** service
universitaire
d'addictologie de
Lyon

qui s'adonnent au chemsex : quels sont leurs parcours, qu'est-ce que cette pratique apporte, quels sont les facteurs associés à des trajectoires problématiques... », explique **Perrine Roux**, chercheuse Inserm en santé publique à Marseille. Les réponses récoltées permettront d'orienter les actions de prévention et de réduction des risques.

► À l'origine, la kétamine est un médicament utilisé en anesthésie. Elle est le plus souvent sniffée sous forme de poudre et peut également être injectée ou inhalée.



écrans existent depuis l'époque de la télévision, mais que smartphones et tablettes ont fortement augmenté l'exposition des enfants ». Les recherches montrent que les effets sur le développement du langage dépendent moins du temps d'écran lui-même que du contexte, comme la télévision allumée pendant les repas, associée à un langage moins riche.

Les cohortes **Eden** et **Elfe** mettent aussi en évidence des inégalités sociales, avec des temps d'écran beaucoup plus élevés dans les familles défavorisées. Ces données vont-elles dans le sens d'une addiction, ou du moins d'une perte de contrôle ? Pour Jonathan Bernard, la question relève davantage des mécanismes de captation de l'attention utilisés par les plateformes et réseaux sociaux que d'une addiction clairement définie. Le chercheur souligne qu'il n'existe pas encore de normes sociales stables permettant de distinguer un « bon » d'un « mauvais » usage des écrans. Certains comportements – utiliser son téléphone à table, en marchant ou pendant une conversation – rappellent néanmoins des mécanismes addictifs liés à une difficulté de contrôle. Selon lui, reconnaître officiellement une addiction aux réseaux sociaux permettrait surtout de clarifier

P. Martinot et al. *Sci Rep.*, 8 juin 2021

S. Yang et al. *J Child Psychol Psychiatry.*, 29 août 2023

J. Cabé et al. *J Addic.*, 8 janvier 2026

« Les interrogations sur les écrans existent depuis l'époque de la télévision, mais les smartphones et les tablettes ont fortement augmenté l'exposition des enfants »

les débats et d'améliorer la prise en charge en structurant mieux le parcours de soins.

Des mécanismes complexes

Ainsi, tout n'est pas tranché sur les substances ou les comportements susceptibles d'être d'authentiques addictions, et les classifications évoluent. Il en va de même avec les connaissances sur les mécanismes en jeu dans les processus addictifs. Pour Nicolas Cabé, l'addiction se définit avant tout par une perte de contrôle et la poursuite d'un comportement malgré ses conséquences négatives. À cela s'ajoute le *craving*, terme anglais qui correspond « au besoin, à l'envie irrépressible, indépassable et très enva-

Eden. Près de 2 000 enfants suivis depuis leur naissance, entre 2003 et 2006

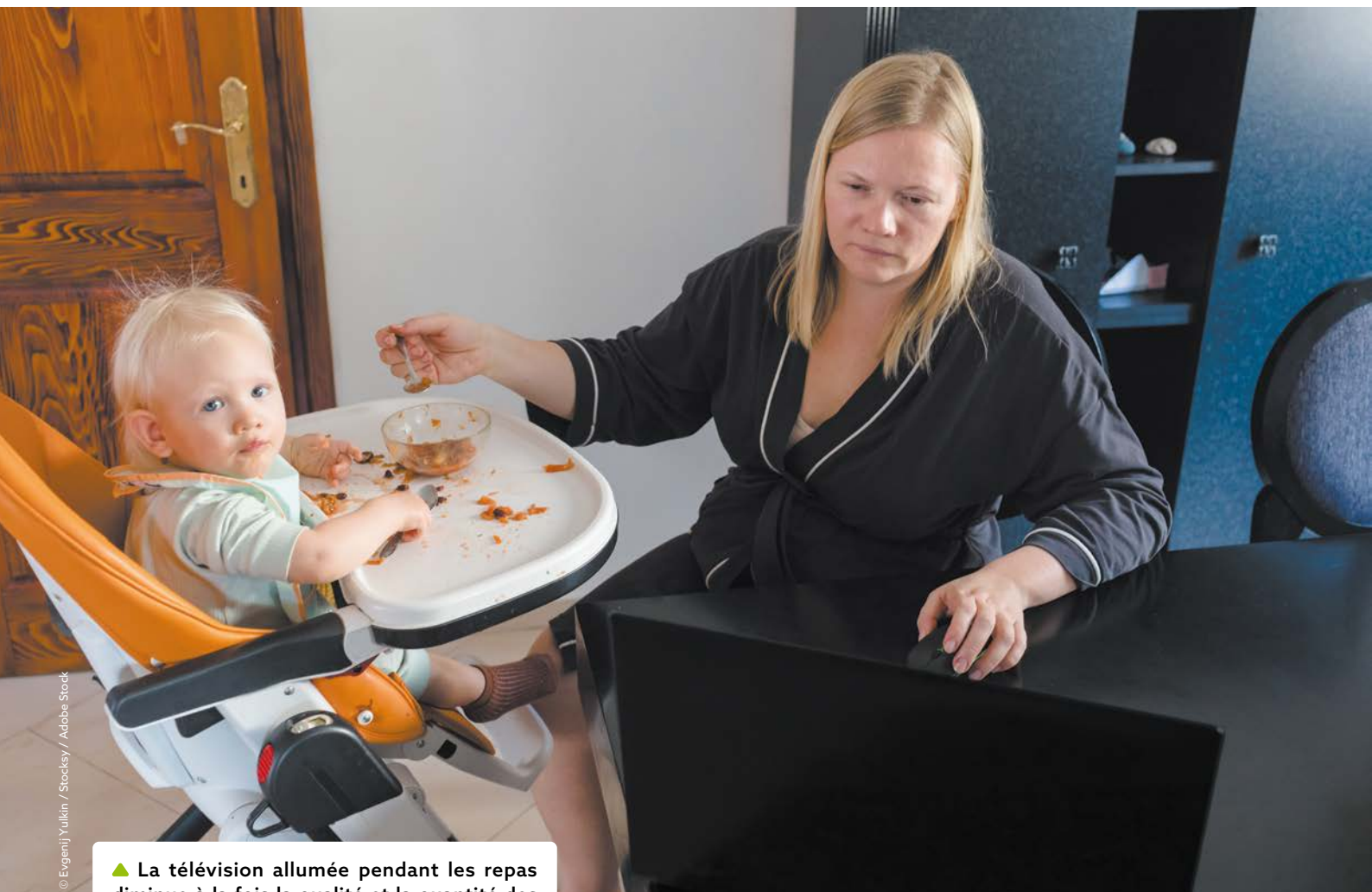
Elfe. Plus de 18 000 enfants suivis depuis leur naissance, entre 2011 et 2012

Jonathan Bernard : unité 1153 Inserm/INRAE/Université Paris-Cité/Université Sorbonne Paris Nord



© Suzi Medlar/Adobe Stock

◀ L'usage problématique des réseaux sociaux expose notamment à des risques de cyberharcèlement et à des impacts sur le sommeil en cas d'utilisation nocturne.



© Evgenij Yulkin / Stocksy / Adobe Stock

▲ La télévision allumée pendant les repas diminue à la fois la qualité et la quantité des échanges entre enfants et adultes.

hissante de consommer, alors même qu'on ne le voudrait pas vraiment. Il y a une notion de conflit intrapsychique, qui génère un mal-être important, et qui trouve sa résolution dans la re-consommation. »

Les substances ne sont pas seulement recherchées pour le plaisir mais aussi pour soulager une anxiété, une douleur psychique, un stress ou un vécu traumatique. Les addictions ne relèvent pas uniquement d'un mécanisme de récompense : elles sont aussi souvent liées à des stratégies d'adaptation ou à des difficultés de régulation émotionnelle. Véronique Fonteille souligne ainsi que certains produits peuvent apporter une dissociation à la suite d'un traumatisme psychologique : « Or, la dissociation est un mécanisme de survie. Certains patients nous disent : "Si je n'avais pas eu l'héroïne à 15 ans, je ne serais plus là pour vous parler, docteur..." »

Les addictions contemporaines se développent aussi dans des environnements conçus pour capter l'attention, favoriser la répétition des comporte-

« Certains produits peuvent apporter une dissociation à la suite d'un traumatisme psychologique »

ments et réduire les temps de pause ou de contrôle, dans une société de plus en plus addictogène.

La récompense au cœur des addictions

Tout repose sur un mécanisme central du cerveau : le circuit de la récompense, un réseau de plusieurs zones cérébrales qui fonctionnent ensemble pour identifier et renforcer ce qui procure du plaisir, comme manger ou avoir des rapports sexuels, « les récompenses naturelles ». Un fonctionnement utile donc !

Amandine Luquiers : unité 1018 Inserm/ Université de Versailles - Saint-Quentin-en-Yvelines/ Université Paris-Saclay

Ce système apprend rapidement à associer un comportement à une récompense. « Cette association se fait d'autant plus facilement que la récompense survient peu de temps après le stimulus qui l'a déclenchée, souligne **Amandine Luquiens**, psychiatre addictologue et chercheuse au Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations à Villejuif. *L'Euromillions – pour lequel il faut attendre 4 jours pour savoir si on a gagné – est ainsi un jeu d'argent peu addictif. À l'inverse, la roulette au casino l'est énormément car il n'y a qu'à attendre quelques secondes que la bille s'arrête.* » Mais ce mécanisme peut se dérégler. Face à des substances ou comportements addictogènes, cette association action-récompense devient rigide : le comportement n'est plus seulement une impulsion, une habitude, mais un automatisme difficile à contrôler, voire une compulsion. « Les signaux de danger, qui servent normalement à éviter ce qui est nocif, sont alors moins bien reconnus », continue Amandine Luquiens. Le cerveau privilégie ainsi de façon excessive le souvenir du signal positif associé au comportement. Les addictions reposent sur un véritable « piratage » du circuit de la récompense. Les consommations ou comportements addictifs augmentent la quantité de dopamine dans les synapses – les zones d'échange entre deux neurones – des neurones à dopamine, qui partent de l'**aire tegmentale ventrale** du cerveau et projettent dans le **noyau accumbens**, la partie ventrale du **striatum** [voir schéma ci-contre].

Mais tous les produits n'agissent pas de la même manière : « L'alcool, le tabac ou le cannabis augmentent la libération de dopamine, tandis que des psychostimulants comme la cocaïne ou la méthamphétamine bloquent sa recapture », précise Nicolas Cabé. Certes, le résultat final est le même, mais les mécanismes pharmacologiques diffèrent. Ce qui explique, en partie, la complexité à soigner les addictions. Elles s'accompagnent aussi d'altérations neurocognitives touchant le contrôle inhibiteur, la prise de décision ou la flexibilité cognitive, qui participent au maintien des consommations malgré les conséquences négatives. Enfin, les addictions ne concernent pas uniquement les jeunes : elles touchent aussi les personnes âgées, avec des enjeux spécifiques liés au vieillissement, à l'isolement ou aux traitements multiples.

Du plaisir à l'addiction

Pour quelles raisons certaines personnes vont-elles développer une addiction et d'autres non ? Car être exposé à une substance ou à un comportement addictif ne conduit pas automatiquement à une addiction. Les conduites addictives s'inscrivent souvent dans un continuum allant d'usages occasionnels à des formes sévères avec perte de contrôle. Selon Amandine Luquiens, une personne peut conserver

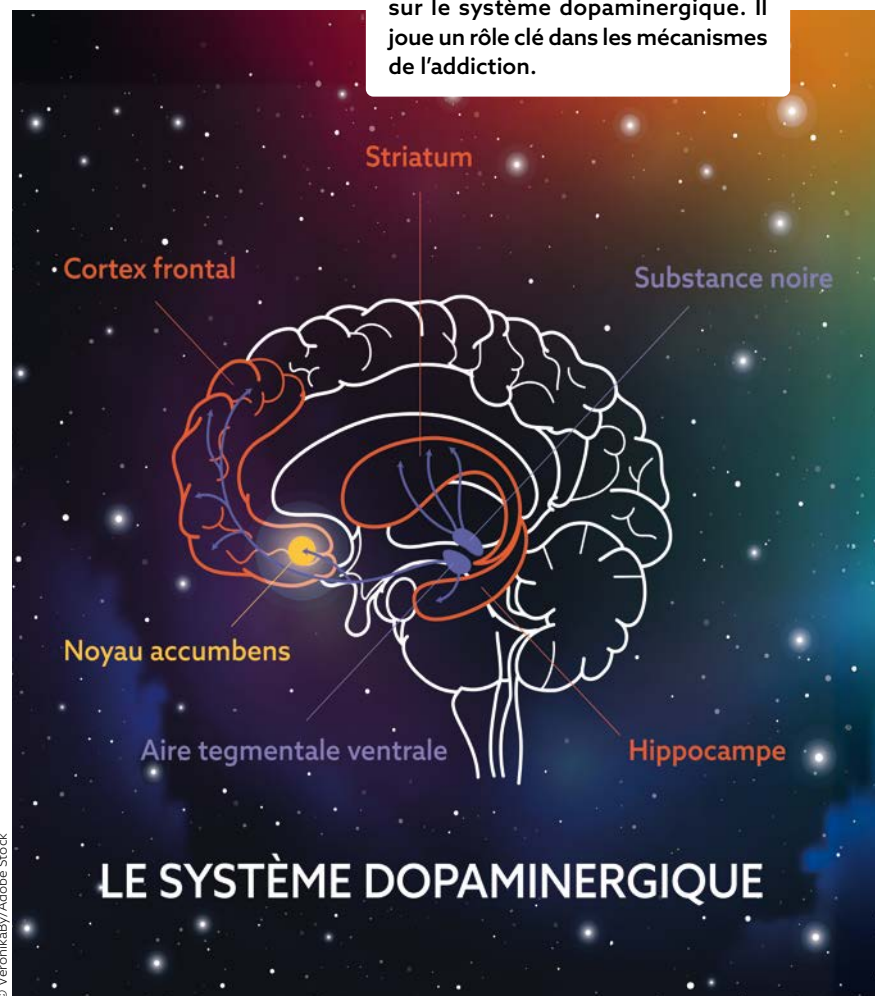
Aire tegmentale ventrale. Groupe de neurones localisés au sommet du tronc cérébral

Noyau accumbens. Ensemble de neurones situés à l'avant du cerveau. au rôle central dans le circuit de la récompense

Striatum. Structure nerveuse composée d'une partie dorsale et d'une partie ventrale, qui comprend le noyau accumbens. L'ensemble loge au cœur des hémisphères cérébraux.

longtemps un usage maîtrisé avant qu'un contexte de fragilité psychologique ou sociale ne fasse basculer la situation. Le risque augmente généralement avec l'exposition répétée aux substances ou comportements, mais il varie selon les produits. Ainsi, environ 75 % des usagers de cocaïne deviennent addicts dans les cinq premières années, puis le risque atteint un plateau vers dix ans. À l'inverse, avec le tabac, le risque augmente toute la vie. Le rapport à un produit au potentiel addictif peut être classé ainsi : le « non-usage », et dès qu'il y a usage, on rentre dans le « mésusage », qui se scinde en un « usage à risque » (source de dommage à court ou moyen terme) et un « trouble de l'usage », ou addiction. Certes, tout usage de substance n'est pas une addiction, mais il n'y a pas d'usage sans risque. C'est pourquoi les approches contemporaines intègrent également la réduction des risques, qui vise à diminuer les dommages sanitaires et sociaux même lorsque l'arrêt complet des consommations n'est pas immédiatement possible.

▼ Le circuit de la récompense repose sur le système dopaminergique. Il joue un rôle clé dans les mécanismes de l'addiction.



Dossier

« Au départ, la personne garde une part de choix, mais avec le temps, les modifications neurocognitives liées à l'addiction rendent le comportement plus automatique et entraînent une perte progressive de contrôle »

Marie Grall-Bronnec, psychiatre-addictologue et chercheuse à Nantes, présente l'approche trivariée, bien connue des cliniciens, qui considère qu'une addiction correspond à « *la rencontre d'une personne, d'un produit et d'un environnement ; elle résulte d'un processus progressif influencé par trois types de facteurs* ». D'abord, des facteurs individuels : une vulnérabilité génétique, « *certains traits de personnalité – comme la recherche de sensations fortes ou l'attrance pour la nouveauté et la transgression – ou encore des expériences*

Marie Grall-Bronnec : unité 1246 Inserm/ Université de Tours/Nantes Université, Méthodes pour la recherche en santé axée sur le patient (Sphère)

▼ La roulette présente un risque d'addiction car le délai très court entre la mise et le résultat incite le joueur à retenter sa chance immédiatement. Plus ce délai est court, plus le potentiel addictif est important.

traumatiques ». Ensuite, l'environnement social et culturel peut favoriser le développement d'une addiction, notamment en cas de précarité, d'isolement ou de difficultés économiques. Enfin, des facteurs liés à l'objet addictif lui-même interviennent aussi : alcool, jeux vidéo ou pornographie... sont choisis selon les effets recherchés (apaisement, excitation, sensation de plaisir...). Au départ, la personne garde une part de choix, mais avec le temps, les modifications neurocognitives liées à l'addiction rendent le comportement plus automatique et entraînent une perte progressive de contrôle.

Lutter contre l'addiction, aider les usagers et usagères de drogues se passe sur plusieurs niveaux : améliorer la prévention, aider à la réhabilitation sociale, prévenir les rechutes, lutter contre le *craving*...

Du côté de l'épigénétique

Ainsi, à Strasbourg, **Laurence Lalanne**, cheffe de l'équipe Addiction dans un laboratoire Inserm, explore les facteurs sociaux et psychiatriques du trouble lié à l'usage d'opioïdes en lien avec les modifications épigénétiques, c'est-à-dire des changements dans l'activité des gènes, sans modification de la séquence d'ADN. Objectif ? Mieux prédire la sévérité du trouble



et améliorer la prise en charge. Ce projet s'appuie sur une cohorte de 300 patients recrutés dans les haltes soins addictions de Strasbourg et Paris, ainsi que les centres de soin, d'accompagnement et de prévention en addictologie de Strasbourg et Lyon. « *Les addictions aux opioïdes résultent des effets combinés de facteurs psychosociaux et neurobiologiques ; si l'action de chaque facteur sur la sévérité des troubles de l'usage a été bien identifiée, leur action combinée n'est pas connue* », explique la chercheuse. La première partie de l'étude consiste à caractériser la sévérité des facteurs psychiatriques (troubles du sommeil, dépression, anxiété...), sociaux (parcours de vie, incarcération, traumatismes...) et celle de l'addiction. Ensuite, les scientifiques cherchent à identifier un biomarqueur épigénétique associé à la sévérité du trouble de l'usage des opioïdes et à certains facteurs psychosociaux. Pour cela, des prélèvements sanguins sont réalisés afin d'analyser les modifications épigénétiques présentes dans les cellules sanguines, en partant de l'hypothèse qu'elles reflètent en partie celles du cerveau. « *Nous suivons les patients pendant deux ans, afin d'évaluer si les biomarqueurs identifiés permettent de prédire leur évolution clinique* », continue Laurence Lalanne. À terme, l'idée serait de développer un test capable d'identifier les personnes les plus à risque avant même une exposition aux opioïdes, notamment lors de prescriptions d'antalgiques morphiniques.

L'importance du sexe

Grâce à une approche combinant des études chez de jeunes adultes et des modèles expérimentaux de *binge drinking* chez le rat, l'équipe de Mickael Naassila a identifié quatre profils de consommation d'alcool, des usages modérés aux formes les plus sévères. Ils révèlent également une vulnérabilité particulière des femelles, davantage représentées parmi les profils de consommation les plus rapides et excessifs, avec un risque accru de rechute et de développement d'un trouble de l'usage de l'alcool. Ces résultats renforcent l'importance d'intégrer le sexe biologique dans les études qui portent sur les mécanismes de vulnérabilité, la prévention et la prise en charge des addictions à l'alcool.

Marie Jauffret-Roustide a de plus montré dans ses travaux que les différences de genre vis-à-vis des addictions ne sont pas uniquement biologiques. Elles sont également sociales et politiques : « *Les femmes subissent plus de stigmatisation que les hommes*

L. Lalanne et al. *BMJ Open*, 13 octobre 2025

J. André et al. *Front Psychol.*, 17 juillet 2023

J. Jeanblanc et al. *Biol Sex Differ.*, 29 avril 2026

M. Jauffret-Roustide et al. *Revue française des affaires sociales*, 1^{er} avril 2025

A. Luquiens et al. *Sci Rep.*, 29 décembre 2022

BINGE DRINKING : DES OUTILS NUMÉRIQUES DE PRÉVENTION

Face à la hausse du *binge drinking* chez les jeunes adultes, l'équipe de Mickael Naassila développe des outils numériques de prévention fondés sur les sciences comportementales et des biomarqueurs biologiques. L'étude nationale Smartbinge teste actuellement l'application MyDéfi auprès de 628 étudiants



© 2026 MyDéfi Alcool

de 18 à 25 ans. Cette étude compare une version classique de l'application à une version personnalisée selon les habitudes de consommation afin d'évaluer si un accompagnement individualisé peut réduire la consommation d'alcool et améliorer la qualité de vie. Elle utilise aussi un biomarqueur sanguin objectif de l'exposition à l'alcool, le PEth, mesuré grâce à des autoprélèvements sanguins.

Parallèlement, les chercheurs ont créé un outil qui identifie différents profils de *binge drinking* à partir de données comportementales, psychologiques et motivationnelles. « *L'objectif est de dépasser une vision uniforme du binge drinking. Tous les jeunes ne boivent pas pour les mêmes raisons et ne présentent pas le même niveau de vulnérabilité. Les approches numériques permettent aujourd'hui d'envisager une prévention beaucoup plus ciblée et individualisée* », souligne Mickael Naassila. Pour évaluer votre consommation d'alcool de type *binge drinking*, l'outil est en libre accès : it.cborg.info/reunira/bdct_fr.html

C. André et al. *Int J Methods Psychiatr Res.*, 1^{er} avril 2025

quand elles consomment de l'alcool et d'autres drogues, ce qui les éloigne des soins. »

Les pictos en prévention

Et si des pictogrammes permettaient de mieux prévenir les risques liés aux jeux d'argent ? C'est l'idée explorée par Amandine Luquiens, en partant du constat que certains jeux ont un potentiel addictif plus élevé que d'autres.

Avec des experts de 13 pays, les chercheurs ont identifié 10 caractéristiques favorisant l'addiction, comme les pertes déguisées en gains (miser 3 euros et gagner 1 euro), les quasi-gains (avoir presque la combinaison gagnante) ou l'accès illimité (jeu accessible en

Laurence Lalanne : unité 1329 Inserm/ Université de Strasbourg, Strasbourg Translational neuroscience and psychiatry



© crizzystudio/Adobe Stock

▲ **L'activité physique améliore la neuroplasticité, rééquilibre les circuits du plaisir et renforce les fonctions exécutives, facilitant ainsi l'abstinence et la gestion des envies.**

ligne 24h/24). Des pictogrammes représentant ces risques ont ensuite été testés auprès de 900 participants. Résultat : les pictogrammes doublent la capacité des participants à évaluer correctement le niveau de risque addictif des jeux, contrairement aux slogans de prévention classiques, peu efficaces. L'objectif est maintenant d'intégrer ces outils visuels dans des stratégies de prévention plus larges afin de mieux sensibiliser le public aux risques liés à la conception des jeux d'argent.

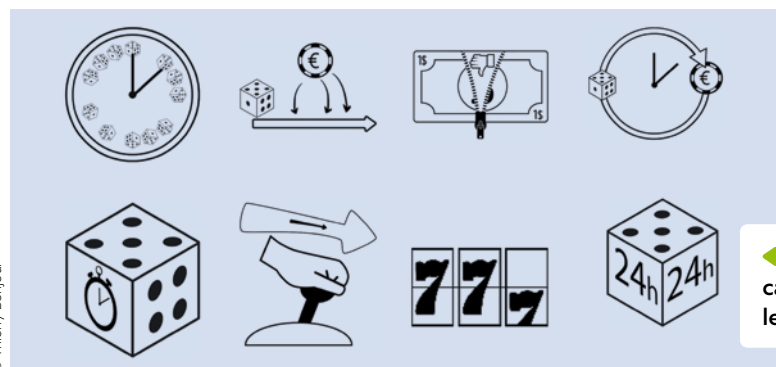
L'approche psychosociale

Marie Jauffret-Roustide étudie aussi, côté prévention, comment les environnements favorables permettent de limiter les risques liés aux consommations et fa-

vorisent le rétablissement. Cet aspect est d'ailleurs intégré dans la prise en charge, avec « l'émergence de la notion de rétablissement social », souligne Amandine Luquiens. « L'enjeu n'est pas seulement de réduire les consommations, mais aussi d'aider les patients à retrouver un fonctionnement cognitif, émotionnel et social compatible avec une vie satisfaisante », insiste Nicolas Cabé.

Cette approche, la réhabilitation psychosociale, vise au rétablissement en remobilisant toutes les autres sphères de la vie que le patient pouvait avoir délaissées : cela peut passer par l'activité physique adaptée, les soins socio-esthétiques, la réinsertion professionnelle, l'amélioration des compétences psychosociales et de régulation des émotions. À Caen, Nicolas Cabé déploie ainsi un programme d'activité physique adapté s'adressant à des personnes qui souffrent de tout type d'addiction. En fonction du contexte de vie, de la précarité, les patients vont être orientés vers des clubs, des

R. Goutaudier et al. *Mol Psychiatry*, 14 novembre 2022
J. Jeanblanc et al. *Brain*, 4 mai 2024



◀ **Série de pictogrammes exposant les caractéristiques qui rendent addictives les différentes pratiques de jeu**

« Lorsqu'elle est injectée directement dans le noyau accumbens gauche, la psilocybine réduit de moitié la consommation d'alcool mais elle n'a pas d'effet lorsqu'elle est injectée dans le noyau accumbens droit »

sports collectifs ou au contraire individuels. Pour les plus impulsifs, par exemple, on évite les activités sur rendez-vous ou trop stimulantes ou intenses. « Cette approche fait l'objet d'une thèse, qui se focalise sur l'identification des freins et barrières à la pratique d'activité physique dans le trouble de l'usage d'alcool », précise-t-il.

Dopamine ou psilocybine ?

À Grenoble, l'équipe de Sébastien Carnicella étudie la piste de la dopamine, ce neurotransmetteur qui signale ce qui est potentiellement intéressant pour l'individu dans son environnement. « *Cependant son effet dans le phénomène d'addiction n'est pas clair* », explique Sébastien Carnicella. Ainsi, les études menées sur des rats ont montré que les animaux devenus dépendants à l'alcool présentaient un déficit en dopamine dans une région cérébrale liée à la motivation et à la rigidification des comportements, la partie dorsale du striatum. « *Cela signifie qu'il ne faut pas bloquer le signal dopaminergique, il faut plutôt redonner un niveau normal de dopamine* », résume le chercheur. C'est ce que l'équipe a montré : en stimulant la production de dopamine, ils ont réduit l'addiction chez les animaux. Une piste thérapeutique potentielle pour l'humain même si les mécanismes sous-jacents de l'alcoolodépendance peuvent être très différents d'un patient à l'autre.

Chez de nombreuses personnes qui souffrent d'addictions, on retrouve aussi des troubles psychiatriques (dépression, trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité, bipolarité...), ce qui rend la prise en charge des comorbidités essentielle. Dans cette perspective, Amandine Luquiens lance un essai clinique chez des patients alcoolodépendants récemment abstinents mais encore dépressifs, avec de la psilocybine, une molécule extraite de champignons hallucinogènes. « *Ces patients en situation de comorbidité ont plus de risque de rechute* », précise-t-elle. Le mécanisme d'action sup-

posé du psychédélique repose sur la neuroplasticité : la substance « *augmenterait la flexibilité cognitive et psychologique* », ainsi que les capacités d'apprentissage, favorisant de nouvelles stratégies thérapeutiques et une sortie des comportements automatisés.

Dans la même dynamique, Mickael Naassila et ses collègues étudient la psilocybine chez des rats dépendants à l'alcool. Les résultats montrent une réduction d'environ 50 % de la consommation, suggérant un potentiel thérapeutique. Surtout, les chercheurs ont étudié l'effet du psychédélique dans le noyau accumbens, en l'injectant directement dans le cerveau. Et ils ont découvert un phénomène inédit de latéralisation : « *Lorsqu'elle est injectée directement dans le noyau accumbens gauche, la psilocybine réduit de moitié la consommation d'alcool mais elle n'a pas d'effet lorsqu'elle est injectée dans le noyau accumbens droit !* » L'équipe du neurobiologiste souhaite maintenant explorer plus précisément cette latéralisation, notamment vérifier si elle s'applique aux autres psychédéliques***.

Les addictions évoluent avec la société : certaines consommations diminuent, tandis que de nouvelles substances et de nouveaux comportements à risque émergent. Derrière cette diversité se retrouve un même phénomène : la perte progressive de contrôle, nourrie par des mécanismes biologiques, psychologiques et sociaux complexes. Les recherches actuelles permettent de mieux comprendre ces mécanismes et ouvrent la voie à des stratégies de prévention et de prise en charge plus efficaces. Dans une société où les sollicitations addictives sont omniprésentes, l'enjeu reste de préserver la liberté de choisir ses comportements. ●

***voir Le magazine de l'Inserm n° 62, Grand angle « Les champignons. Amis ou ennemis ? », pp. 24-35

Pour en savoir plus

Podcast *Eurêka*, épisode « Recherche et soin unis face à l'addiction aux opioïdes » à retrouver sur RCF Alsace

© goami/Adobe Stock



► Champignons hallucinogènes à psilocybine cultivés pour une utilisation thérapeutique

Reportage



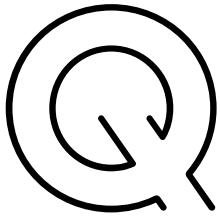
**AU CŒUR
DU LANGAGE**



Qu'est-ce qui fait que lorsque vous écoutez une personne parler, votre cerveau transforme cette suite de bruitages en mots qui ont du sens ? Mais lorsqu'il s'agit d'une langue étrangère, ces sons demeurent du charabia pour vos oreilles ? Cette question qui paraît pourtant bête fait l'objet d'une coopération internationale entre le Centre de recherche en neurosciences de Lyon et le laboratoire MEG de Francfort. Des deux côtés de la frontière, les méninges de cinquante volontaires vont être scrutées à l'aide d'une drôle de machine. Il n'en fallait pas plus pour piquer notre curiosité, nous voilà en route pour la « Manhattan » allemande. *Los geht's !**

Par Lucile André

Photos Inserm/François Guénet



Quatre heures de train, deux cafés et un taxi plus tard, nous voilà devant l'entrée du MEG, à quelques pas du centre de Francfort. À première vue, cela ressemble à n'importe quel laboratoire Inserm. Le neuroscientifique et linguiste **Alessandro Tavano** ne tarde pas à nous rejoindre et nous accueille un grand sourire aux lèvres. Il nous entraîne dans un dédale de couloirs d'hôpital, jusqu'à la salle du laboratoire où deux expérimentations vont avoir lieu ce matin. Trois étudiants sont déjà concentrés sur la tâche qui a commencé. L'un d'eux est vêtu d'une sorte de pyjama vert, il s'est débarrassé de son téléphone et de ses bijoux. Son acolyte pose quelques électrodes

Alessandro Tavano, Fabian Klitzsch, Michael Ernst, Marcel Sauter :
MEG Lab et People's Lab à l'Institut de psychologie de l'université Goethe et Cooperative Brain Imaging Center (CoBIC), Francfort

Anne Kösem :
unité 1028
Inserm/CNRS/
Université Claude-Bernard - Lyon 1

sur son visage afin de mesurer le mouvement de ses muscles faciaux. Puis on le fait entrer dans une pièce étroite et complètement hermétique. À l'intérieur, **Fabian Klitzsch** doit s'allonger sous un énorme tube blanc – un magnétoencéphalographe – et ne plus bouger. L'expérience va commencer.

Chacun son rythme

Depuis les ordinateurs de contrôle, le doctorant **Michael Ernst** lance le premier audio dans les oreilles du volontaire. C'est un extrait en allemand de la pièce *La voix humaine* de Jean Cocteau. Quelques minutes plus tard, le même extrait est diffusé, cette fois en français. « *Les neurones produisent naturellement un champ magnétique en raison de leur activité électrique*, explique Alessandro. En

▼ **Marcel Sauter installe des électrodes sur le visage et le torse de Fabian Klitzsch, qui s'est porté volontaire pour l'expérience.**



◀ Michael (à gauche) et Marcel (à droite) vérifient que la tête de Fabian est bien positionnée dans le magnétoencéphalographe. Pendant les mesures, il n'aura plus le droit de bouger.

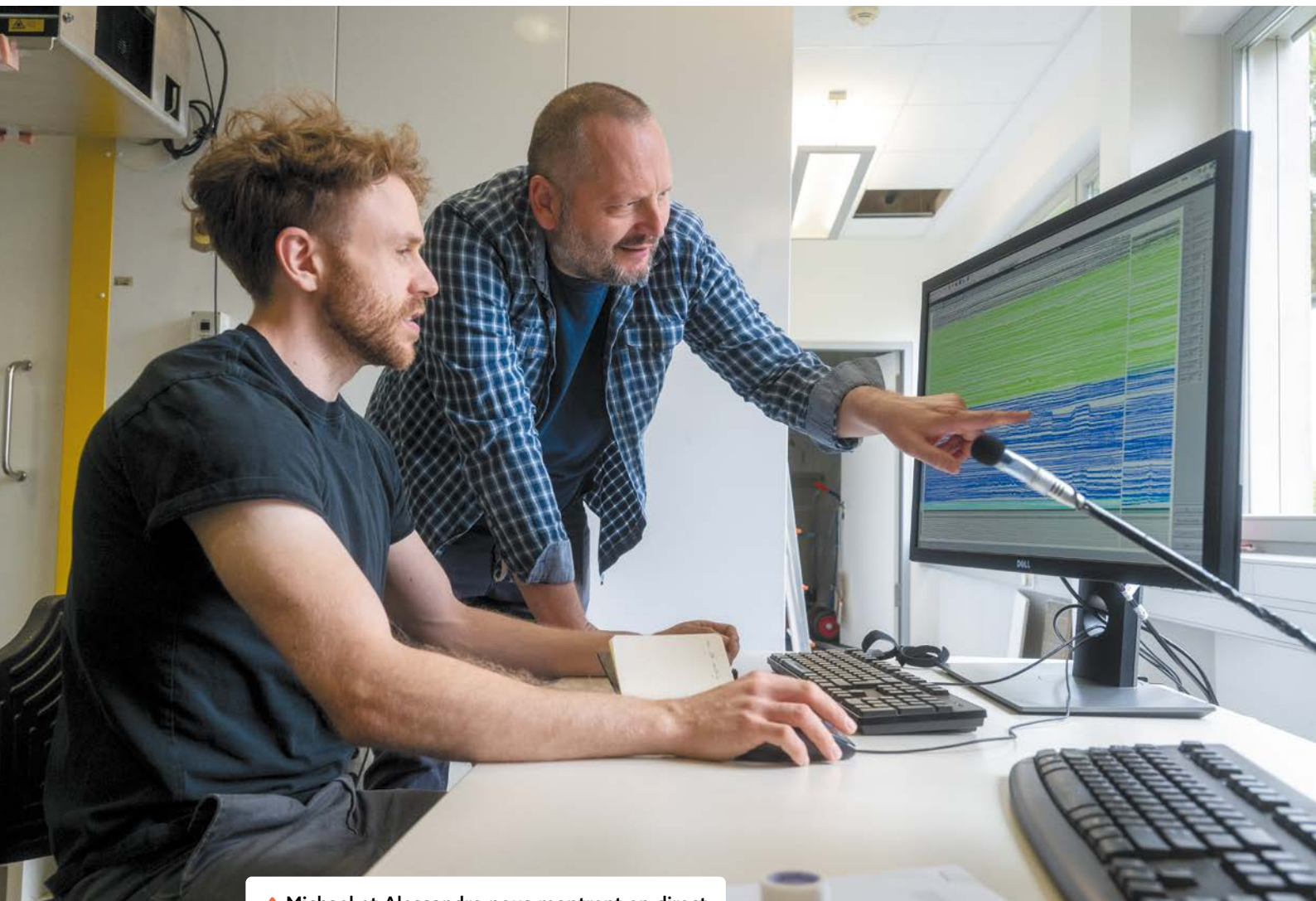


le mesurant, nous pouvons savoir quels réseaux sont activés lors de l'écoute d'un extrait dans sa langue natale et dans une langue étrangère. » L'hypothèse à tester est la suivante : la réponse cérébrale est-elle davantage synchronisée à la parole lorsqu'on écoute un texte dans sa propre langue ? Autrement dit, le cerveau sait-il anticiper l'arrivée de la prochaine syllabe ou parole ? « Chaque langue possède son propre rythme : les latines s'appuient sur les voyelles alors que les germaniques comme l'anglais ou l'allemand possèdent des accents toniques, complète la chercheuse Inserm **Anne Kösem** au téléphone, depuis le Centre de recherche en neurosciences de Lyon (CRNL). Le rythme n'englobe pas seulement le débit de parole, qui varie d'un individu à l'autre, mais

▼ Des bouteilles d'hélium liquide, comme ici entre Alessandro et Anya, sont utilisées pour faire fonctionner les capteurs de la machine, car ils ont besoin d'être refroidis à -269°C pour capter les champs minuscules émis par le cerveau.

« Les neurones produisent naturellement un champ magnétique en raison de leur activité électrique. En le mesurant, nous pouvons savoir quels réseaux sont activés »





▲ Michael et Alessandro nous montrent en direct les oscillations magnétiques du cerveau de Fabian lorsqu'il écoute les extraits de la pièce de théâtre.

aussi la manière dont on va prononcer les mots dans le temps en allongeant certaines syllabes. » Développer dès l'enfance un rythme propre à sa langue natale pourrait expliquer la difficulté à savoir où les mots commencent et finissent dans un autre idiome. Bonne nouvelle : si vous avez du mal à parler anglais ou allemand... ce serait donc un simple manque de synchronisation de vos réseaux de neurones ! Reste que certaines personnes sont plus douées que d'autres dans le domaine, mais cela fait l'objet d'une autre étude. Retour à notre expérience.

Un lieu qui défie les lois terrestres

La petite pièce dans laquelle Fabian se trouve est unique. Et pour cause : elle est capable de dévier le champ magnétique terrestre. Ce dernier nous pro-

tège des radiations de l'espace et fait fonctionner les boussoles. Que ces quatre murs réussissent à le détourner grâce à quelques métaux nous impressionne. Et ce détail a de l'importance : le champ magnétique terrestre est un million de fois plus fort que celui du cerveau. Pour prendre les mesures, il a donc fallu le supprimer. Tout comme celui émis par les portables (interdits dans cette salle) ou par le tram qui passe à quelques encablures du labo. Plus surprenant, les volontaires ne doivent pas être tatoués car certaines encres sont magnétiques et peuvent dérégler l'onéreuse machine. Nous osons à peine nous aventurer à l'intérieur, tant elle semble délicate. C'est un magnétoencéphalographe similaire qui est utilisé à Lyon, où les volontaires français ont écouté les mêmes extraits sonores. Michael nous montre à l'écran l'enregistrement. Les 275 capteurs qui mesurent 1 200 données à la seconde font apparaître en direct les oscillations du cerveau de Fabian. « *En vert, c'est son hémisphère*

« Le champ magnétique terrestre est un million de fois plus fort que celui du cerveau »

gauche, en bleu, le droit, et en noir, ce sont les ondes du son, décrit le doctorant. Le pic ici, c'est parce que Fabian a cligné des yeux. » La moindre contraction d'un muscle est visible, c'est pourquoi il lui est demandé de bouger le moins possible. Une heure plus tard, l'étudiant ressort enfin de sa capsule. L'expérience est terminée pour lui. Les quantités astronomiques de données mesurées seront comparées entre elles en fonction de la langue de l'extrait, et entre chaque participant. L'équipe allemande commence tout juste les expérimentations, celle de Lyon est déjà dans la phase des analyses.

Troubles du langage

Non seulement ces recherches enrichissent les connaissances fondamentales sur les bases neu-

♥ Une partie de l'équipe scientifique (de gauche à droite) : Alessandro Tavano, Michael Ernst, Anya Dietrich et Georgios Michalareas.



Neurotypique.

Désigne une personne ayant un fonctionnement neurologique considéré dans la norme, et ne présentant pas l'une des conditions neurologiques suivantes : autisme, troubles dys et trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH)



rales du langage, mais elles pourraient aboutir à certaines applications pour la santé. « Je travaille sur les troubles du neurodéveloppement, dont la dyslexie en particulier, détaille Anne Kösem. Dans cette étude, on essaie de voir comment le cerveau fonctionne chez les personnes neurotypiques, ce qui pourrait aider dans le futur à mieux comprendre les difficultés de développement du langage chez certains enfants », précise la chercheuse française. L'équipe bilingue aimerait étendre sa coopération internationale en intégrant d'autres pays européens à ses recherches. Pourquoi pas l'Italie, dont Alessandro est originaire. Et explorer d'autres facettes du langage, comme l'apprentissage d'une nouvelle langue. En ce qui nous concerne, nous avons eu notre lot d'échanges polyglottes avec l'équipe francfortoise aujourd'hui. Nous avons sans doute émis beaucoup d'ondes magnétiques en essayant de parler anglais et allemand. De quoi survolter un magnétoencéphalgraphe ! ●

J. Camici et al. *Acta Psychologica*, 27 novembre 2025

N. Kazanina, A. Tavano. *Nat Rev Neurosci.*, 2 décembre 2022.

Exposition au cadmium : pourquoi il faut s'inquiéter

Si le cadmium a fait l'actualité récemment, sa présence dans nos aliments est en fait bien connue depuis 2011.

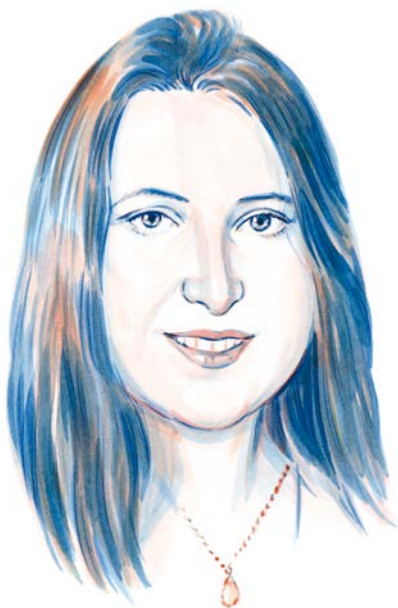
Dans un nouveau rapport, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) alerte sur les niveaux alarmants d'imprégnation des Français à ce métal cancérigène, trois à quatre fois plus élevés par rapport aux autres Européens. Pourquoi sommes-nous plus exposés ? Quels sont les effets sur la santé, et comment s'en prémunir ? Trois experts répondent à nos questions.

Propos recueillis par Lucile André

Illustrations par Iris Hatzfeld

Géraldine Carne

toxicologue, docteure en santé publique et coordinatrice de l'étude de l'Anses



Fruit d'un travail d'une soixantaine d'experts scientifiques, le nouveau rapport de l'Anses montre que parmi les sources d'exposition (aliments, air, poussières, produits cosmétiques, tabagisme, contact cutané...), c'est l'alimentation qui contribue majoritairement à notre imprégnation en cadmium. Nous avons identifié les aliments les plus contributeurs, tenant compte de leur teneur en cadmium et de leur consommation quotidienne : les produits céréaliers (biscuits, viennoiseries, céréales...), le pain, les pommes de terre, et les produits à base de blé comme les pâtes. S'ils sont consommés à forte dose, les

crustacés et le chocolat peuvent aussi représenter une source non négligeable. **Près d'un enfant sur quatre est exposé à des doses de cadmium dans l'alimentation qui dépassent la dose journalière tolérable.** La contribution de ces aliments à l'imprégnation des Français s'explique en grande partie par la consommation quotidienne de ces produits cultivés sur des sols agricoles contaminés, touchés par une large utilisation des engrais minéraux phosphatés contenant du cadmium. Dans la troisième étude de l'alimentation de l'Anses, le métal a été détecté dans 89 % des produits alimentaires. Après l'alimentation, le tabagisme est considéré comme une autre source importante d'exposition ; le cadmium étant concentré dans les feuilles de tabac. Le niveau d'imprégnation de la population a augmenté depuis l'étude de biosurveillance Esteban de Santé publique France de 2021, soulignant le besoin d'agir à la source pour réduire les expositions au cadmium.

► anses.fr/fr/content/cadmium-agir-des-present-la-source-de-la-contamination-des-sols

Xavier Coumoul

professeur des universités en biochimie et toxicologie à l'université Paris Cité et directeur du laboratoire Inserm HealthFex



« Nous savons qu'une personne sur deux possède des concentrations trop élevées de cadmium dans l'organisme. Or, **ce métal est très persistant : il peut rester entre 10 et 30 ans dans le rein !** Son caractère cancérigène est établi depuis 2012. Il est notamment reconnu comme responsable du cancer du poumon dans les milieux professionnels exposés par inhalation (industries de production d'engrais, ouvriers dans les extractions minières, secteur de la métallurgie et de la chimie, incinération des déchets, recyclage de batteries...). En population générale, il est aussi suspecté d'induire d'autres cancers, notamment celui du pancréas, de la vessie, de la prostate et des seins. Sur le plan hormonal, il est considéré comme un perturbateur endocrinien – ce qui est inhabituel pour un métal – car il possède une affinité pour les récepteurs aux œstrogènes. Il aurait donc un effet sur la fertilité et la reproduction. Avec une exposition prolongée, même à faible dose, il peut également entraîner des insuffisances rénales. Par ailleurs, et c'est moins connu du grand public mais il ne faut pas le négliger, le cadmium fragilise le squelette. Comme il peut s'accumuler pendant plusieurs années dans les os, il augmente le risque de fractures et d'ostéoporose. Chez les enfants, le polluant pourrait causer des problèmes de neurodéveloppement avec des altérations des capacités motrices, sensorielles et cognitives : des effets qui sont à surveiller.

K. Bernal et al. Arch Toxicol., 28 janvier 2026

Exposome.

Concept englobant la totalité des expositions à des facteurs environnementaux que subit un organisme humain depuis sa conception jusqu'à sa fin de vie

Effet cocktail.

Effet combiné de substances sans danger pour l'humain individuellement qui peuvent devenir nocives lorsqu'elles sont mélangées

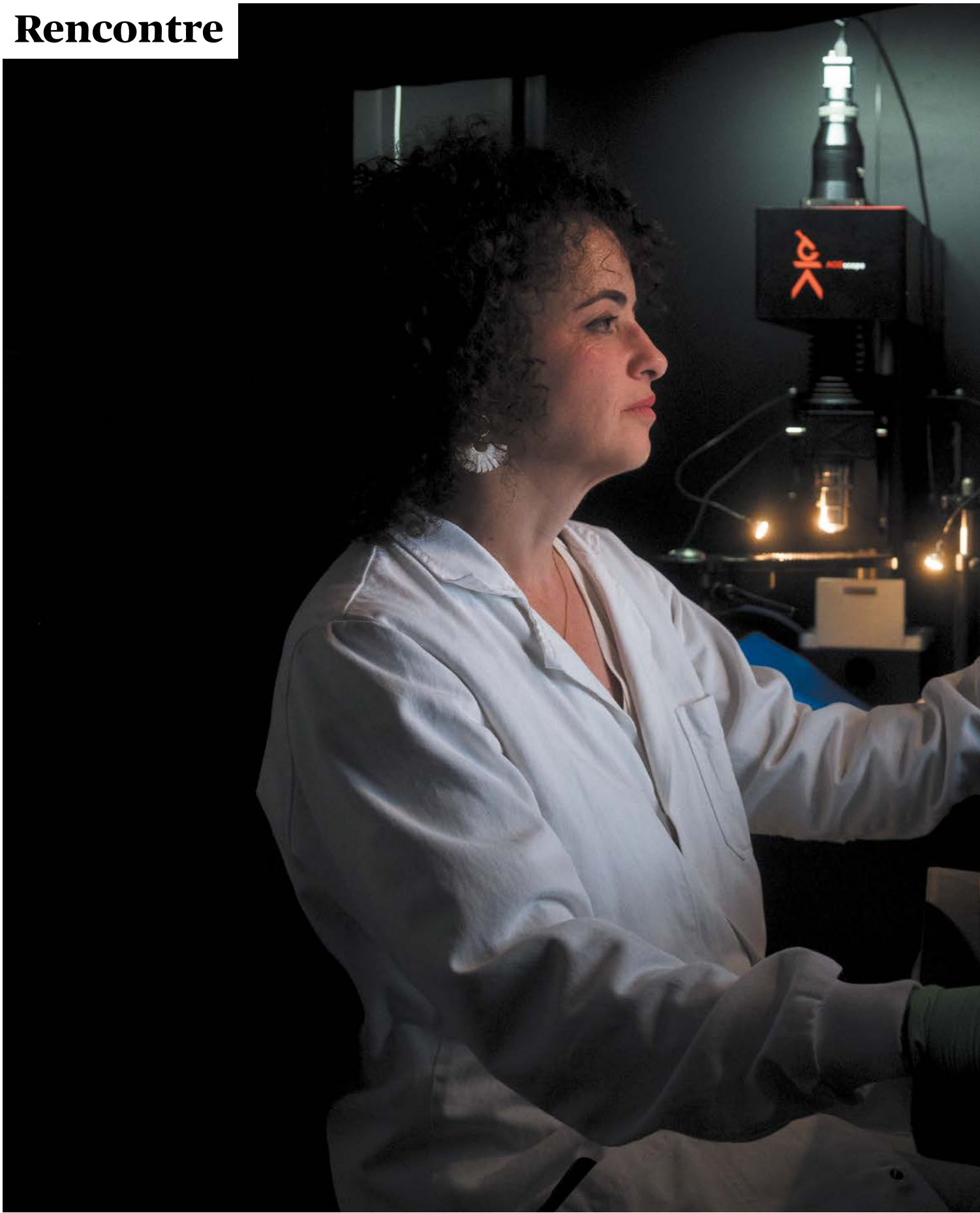
« La réponse pour protéger la population du cadmium doit avant tout passer par une décision collective. Il est néanmoins possible de mettre en place quelques réflexes à l'échelle individuelle. Consommer davantage de légumineuses et manger des aliments bio peuvent limiter un peu l'exposition, mais le cadmium se déplace aussi dans l'air et persiste très longtemps dans les terres. L'agriculture biologique est donc une solution intéressante mais incomplète face à ce métal. Les enfants, qui consomment beaucoup d'aliments céréaliers, sont particulièrement exposés car leurs os sont en train de grandir et peuvent capter davantage de cadmium par rapport à l'adulte. Mais demander aux familles de ne plus consommer de céréales ou de pommes de terre est difficile, ce sont des aliments essentiels qui possèdent des valeurs nutritives. En réalité, **nous ne pouvons pas faire de recommandations de santé publique en se focalisant sur un seul contaminant. Nous devons vraiment avoir une vision globale.** C'est pour cela que nous mettons en avant le concept d'**exposome**, qui prend en compte une analyse globale des contaminants et des avantages nutritionnels des produits. Ce qu'il ne faut pas, c'est finir par donner des conseils contradictoires entre intérêts nutritionnels et risques de toxicité. Concernant les effets sur la santé, il faudra approfondir les études sur le risque d'**effet cocktail** avec les autres métaux (plomb, mercure...) sur les os et les reins, et continuer d'enquêter sur le risque de perturbation endocrinienne du cadmium.



Robert Barouki

médecin biochimiste, directeur de l'Institut thématique Santé publique de l'Inserm et directeur de l'Institut de recherche en santé publique

Rencontre



Propos recueillis par Aude Rambaud
Photos Inserm/François Guénet

Violetta Zujovic

chargée de recherche Inserm,
responsable de l'équipe
Métabolisme, immunité
et neurodégénérescence
à l'Institut du cerveau à Paris

LES NEUROSCIENCES SUR PLUSIEURS FRONTS

Rencontre

Violetta Zujovic est neuro-immunologiste. Elle étudie le rôle de l'immunité dans la réparation et la protection du système nerveux et son influence sur le développement des maladies neurologiques. Son expertise en neurosciences lui permet également de servir une autre cause : celle de l'égalité femmes-hommes dans le domaine de la recherche.



Vous travaillez au carrefour de la neurologie et de l'immunité. Quel est leur point commun ?

Violetta Zujovic : Le fonctionnement cérébral est influencé par de très nombreux facteurs. L'immunité est l'un d'eux. Il a été montré que plusieurs maladies neurologiques sont associées à la nature et à la quantité de cellules immunitaires présentes dans le cerveau et aux produits qu'elles secrètent. Décrire ces associations est nécessaire pour prévenir ou lutter contre ces pathologies. C'est le travail auquel je me suis attelée depuis ma thèse en 1998. J'ai découvert qu'une molécule immunitaire, appelée fractalkine, préservait l'**homéostasie** des cellules microgliales présentes dans le système nerveux central. J'ai ensuite poursuivi par un postdoctorat en Floride sur le

rôle de l'immunité dans la réparation des nerfs périphériques, puis par un second postdoctorat à l'Inserm sur le rôle de l'immunité dans la réparation de la myéline, une gaine protectrice et nourricière autour des neurones. Cela m'a valu d'être recrutée par l'Inserm en 2011, avant de prendre la direction d'une équipe à l'Institut du cerveau (ICM) en 2019.

Vous étudiez plus spécifiquement la sclérose en plaques. Qu'avez-vous découvert ?

V. Z. : La sclérose en plaques se manifeste par la destruction spontanée de la myéline, avec pour conséquence différents symptômes comme par exemple la faiblesse musculaire ou les troubles visuels. C'est une maladie neurologique **auto-immune**, donc le lien avec

Homéostasie.

Capacité d'un système vivant à maintenir un état de stabilité interne malgré les variations du milieu extérieur

Maladie auto-immune.

Dysfonctionnement du système immunitaire qui le conduit à s'attaquer aux constituants normaux de l'organisme.

Leucodystrophie.

Type de maladies génétiques rares se caractérisant par une atteinte de la substance blanche du système nerveux central

l'immunité est évident. Toutefois, les patients présentent différents niveaux de sévérité : chez certains les lésions sont immédiatement irréversibles et chez d'autres, il existe une certaine capacité d'autoréparation de la myéline. Nous recherchons le rôle des différentes populations de cellules immunitaires et des produits qu'elles sécrètent dans ces variations. Pour cela, mon laboratoire a développé un modèle humanisé de sclérose en plaques chez la souris. Il permet de déclencher des lésions sur la myéline de façon contrôlée dans le temps et dans l'espace, et d'observer l'impact de cellules immunitaires humaines sur l'étendue des lésions ou au contraire leur réparation. Nous avons déjà découvert le rôle délétère d'une molécule, CCL19, impliquée dans le processus inflammatoire : elle est exprimée chez les patients dont les cellules immunitaires inhibent la remyélinisation. Le but est de découvrir des marqueurs d'autoréparation et des cibles thérapeutiques. Nous élargissons également nos recherches à d'autres maladies qui touchent la myéline, en particulier des **leucodystrophies** d'origine génétique.

En parallèle, vous recherchez des gènes clés de la régulation immunitaire. Comment procédez-vous ?

V. Z. : Mon équipe s'est associée à des mathématiciens pour modéliser des réseaux de gènes qui contrôlent l'immunité à partir de données moléculaires issues de sujets sains ou atteints de sclérose en plaques. Le but est d'identifier des points névralgiques, compa-

rables aux influenceurs des réseaux sociaux qui façonnent les opinions. Certains gènes influenceurs jouent un rôle primordial dans certaines maladies et le but est de les moduler à des fins thérapeutiques. À cela, s'ajoute une variable, le sexe, puisque les gènes à l'origine des molécules inflammatoires, ou au contraire anti-inflammatoires, sont inégalement répartis sur les chromosomes sexuels.

Parlons justement de votre engagement en faveur de l'égalité femmes-hommes...

V. Z. : Au départ, je n'avais aucun a priori sur la question car je n'avais jamais ressenti personnellement de discrimination. Mais le conseil d'évaluation scientifique de l'Institut du cerveau a tiré la sonnette d'alarme en 2015, jugeant la situation d'équilibre femmes-hommes inacceptable en nos murs. En bonne scientifique, j'ai vérifié avec des collègues en collectant des données et la réalité m'a alors sauté aux yeux ! Les femmes devenaient absentes de l'organigramme au fur et à mesure que les niveaux de responsabilité augmentaient. J'ai décidé d'agir car les neurosciences – mon domaine de prédilection – permettent justement de mieux comprendre les mécanismes qui sous-tendent les inégalités de genre : **biais cognitifs**, mécanismes de prises de décisions...

En quoi les neurosciences peuvent-elles aider à rétablir un équilibre ?

V. Z. : Le cerveau prend des décisions sur la base de ce qu'il a acquis au cours des expériences passées. Ainsi, le fait d'être exposé, dès l'enfance, à des distorsions de genres en lien avec la culture et l'éducation influence durablement nos jugements et comportements. Aussi, il ne faut pas faire confiance à ses ressentis spontanés, il faut se forcer à penser autrement et aspirer au changement. C'est pourquoi j'ai créé l'association XX initiative puis le Comité pour l'équité entre



▲ Violetta Zujovic étudie au microscope binoculaire la myélinisation dans un modèle murin de la sclérose en plaques.

les femmes et les hommes à l'ICM, destinés à lutter contre les biais de genre et les inégalités au sein de la communauté scientifique. Nous avons organisé des conférences et publié une charte avec des objectifs à atteindre sur la période 2019-2025 en y associant des moyens. Et nous pouvons être fiers du travail accompli avec les bénévoles : aujourd'hui, une femme assure la direction de l'ICM, le comité de pilotage est à égalité femmes-hommes, l'index d'égalité salariale est passé de 75 à 99 sur 100 et autant de femmes que d'hommes sont invitées aux événements scientifiques, ce qui favorise leur visibilité.

Vous contribuez également à la science ouverte. De quelle façon ?

V. Z. : De manière générale, je n'aime pas les barrières. C'est pourquoi je crée sans cesse des interconnexions pour partager compétences et expertises : immunologie et neurologie, biologie et mathématiques... il est donc logique que je contribue aussi à la

diffusion large des connaissances scientifiques, notamment en tant que directrice scientifique de la plateforme Data Analysis Core de l'ICM. Avec l'équipe, nous avons créé une charte pour structurer, anonymiser et organiser les données des équipes. Notre ambition ? Partager avec la communauté scientifique les données de cohortes, de recherche fondamentale ou d'études (publiées ou non), afin d'accélérer la recherche sur le cerveau, au bénéfice de toutes et tous. ●

Biais cognitif.

Déviation de la pensée rationnelle due à des raccourcis mentaux. Ils permettent de traiter rapidement les informations à moindre coût énergétique, mais conduisent souvent à des erreurs de jugement.

M. El Behi et al. *Brain*, 1^{er} avril 2017
C. Schreiweis et al. *Nat Hum Behav.*, 30 septembre 2019

Institut du cerveau : unité 1127 Inserm/ CNRS/AP-HP/ Sorbonne Université

Propos recueillis par Julie Paysant

François Petit

Mathématicien et directeur de recherche Inserm,
co-responsable de l'axe Médecine personnalisée
de l'équipe Methods au Centre de recherche en
épidémiologie et statistiques à Paris

DES MATHS À LA MÉDECINE PERSONNALISÉE

Le leitmotiv de François Petit ? Développer des outils mathématiques, statistiques et de l'intelligence artificielle pour faire avancer la médecine personnalisée. Une médecine qui consiste à « donner au bon patient le bon traitement au bon moment ».

« Plusieurs choses m'animent : le plaisir de comprendre, la notion de bien commun porté par la recherche biomédicale et les échanges avec des collègues issus de disciplines variées. Mon ambition est de construire des représentations fiables de patients pour mieux comprendre leurs trajectoires et guider les décisions médicales. Comprendre l'hétérogénéité des patients implique de développer des représentations adaptées aux données disponibles (informations cliniques, parcours de soins, données qualitatives ou encore imagerie médicale). Et pour que ces modèles soient utiles, elles doivent répondre aux questions concrètes de pronostic et de choix thérapeutique que se pose le médecin.

Du général au particulier

Les essais cliniques mesurent l'effet moyen d'un traitement sur une population. C'est le socle de la médecine moderne. Mais la réalité clinique est plus complexe, le médecin doit choisir la meilleure option pour un patient précis à un moment donné de son histoire médicale. C'est là que les méthodes statistiques, mathématiques et certaines méthodes d'IA ont un rôle à jouer. Elles estiment les effets individuels des traitements pour mieux les comparer entre eux, détectent les sous-groupes spécifiques de patients, et permettent de construire des « règles de traitement individualisées ». Aujourd'hui encore, beaucoup de ces outils sont au stade de prototypes. L'un des enjeux actuels est d'obtenir de plus en plus de données de qualité. Une partie de mes recherches porte sur l'analyse des trajectoires cliniques. Le *clustering*, à savoir l'élaboration de sous-groupes homogènes de patients, et l'analyse des trajectoires répondent à la question : quels profils de patients ou quels types d'évolution peut-on distinguer dans les données ? Ici, l'enjeu est de réussir à comparer les parcours de soins afin de dégager des sous-groupes pertinents. Ces informations peuvent nourrir les modèles de décision médicale. Les trajectoires identifiées deviennent des variables utiles pour distinguer les profils des patients et construire des règles thérapeutiques plus adaptées.

Dans le même esprit, je m'intéresse aussi à la façon dont l'IA générative pourrait améliorer les essais cliniques, notamment lorsque le nombre de participants est limité. Il ne s'agit pas de remplacer les patients réels, mais d'étudier comment des profils de patients créés par IA pourraient compléter les données existantes, par exemple pour mieux évaluer l'effet d'un nouveau traitement. Ces « patients virtuels » pourraient venir étoffer le groupe témoin, c'est-à-dire le groupe de com-

« Mon ambition est de construire des représentations fiables de patients pour mieux comprendre leurs trajectoires et guider les décisions médicales »

paraison qui ne reçoit pas le traitement testé. L'enjeu des recherches actuelles est d'identifier des méthodes fiables et robustes pour générer des patients par l'IA.

Le murmure de la géométrie des données

Autre facette de mes travaux : l'analyse topologique des données. Cette branche récente des mathématiques appliquées part d'un principe simple : les données possèdent une structure, une « forme » géométrique cachée dont on peut extraire des informations cruciales. Elle permet de cartographier des organisations spatiales complexes qui abritent parfois des informations cliniques invisibles à l'œil nu. Je développe des outils mathématiques capables de décoder cette géométrie des données. Une lésion tissulaire, par exemple, est informative par sa forme, sa taille ou sa distribution dans un organe. Nous mettons actuellement ces outils en œuvre, en collaboration avec des spécialistes d'une maladie pulmonaire rare. Dans cette pathologie, les scanners révèlent parfois des kystes pulmonaires. L'enjeu est de déterminer, en appliquant l'analyse topologique aux données issues des scanners, si leur organisation spatiale et leur géométrie possèdent une valeur pronostique.

Aujourd'hui, l'un des grands défis de la médecine personnalisée est de travailler avec des données encore plus massives et encore plus riches et variées. Demain, il nous faudra construire des représentations communes, ou au moins compatibles, entre les différentes sources de données médicales pour passer à une personnalisation fondée sur l'ensemble de l'histoire médicale du patient. Puis, nous devons évaluer et éprouver avec précision ces outils, des conditions indispensables pour les intégrer dans les pratiques cliniques. » ●



© Plus fort que moi (I swear) de Kirk Jones, Tandem

▲ Le film *Plus fort que moi* raconte l'histoire vraie d'un adolescent atteint du syndrome Gilles de La Tourette, dans la société encore peu informée des années 1980. Il montre avec justesse le regard social, les obstacles du quotidien, mais aussi les ressources, la résilience et les soutiens possibles.

Plus fort que moi met en scène l'acteur Robert Aramayo campant un personnage atteint du syndrome Gilles de La Tourette. Fondé sur l'histoire vraie de John Davidson, Écossais ayant grandi dans les années 1980, le film de Kirk Jones, sorti en 2026, donne à voir une forme particulière de ce trouble, comme nous l'apprend [Andreas Hartmann](#), neurologue et coordonnateur du Centre de référence Syndrome Gilles de La Tourette à Paris.

DES TICS INDOMPTABLES

Dans le film, le personnage est bourré de gestes incontrôlés et jure à tour de bras. Est-ce la réalité de toutes les personnes atteintes du syndrome Gilles de La Tourette (SGT) ?

Andreas Hartmann : Le film montre une forme extrêmement sévère du syndrome. J'ai vu des milliers de patients ; seule une poignée de personnes étaient ainsi atteintes. Pour être diagnostiqué SGT, il faut au moins deux tics moteurs et un tic vocal sur une durée de plus d'un an chez une personne qui a moins de 18 ans. La plupart des personnes présentent des formes plutôt légères ou modérées. Il existe des tics simples et complexes. Les tics moteurs simples sont des clignements d'yeux, des mouvements du visage, des épaules ou du cou. Les tics vocaux simples sont souvent des raclements de gorge, des reniflements ou des toux. Pour les tics moteurs complexes, cela peut être des demi-tours, des sautilllements ou des talons-fesses. Pour les tics vocaux complexes, on trouve l'écholalie ou la palilalie, le fait de répéter les mots des autres, ou, dans le second cas, ses propres paroles. La fameuse coprolalie, c'est-à-dire les gros mots et les insultes, est un tic vocal complexe. Dans l'imaginaire collectif, c'est le symptôme qui évoque le syndrome, mais en réalité, il est très rare et touche environ 5 % des patients seulement.

Combien de personnes en sont atteintes en France ?

A. H. : On peut estimer entre 150 000 et 200 000 personnes atteintes de formes légères, modérées ou sévères. Cela démarre toujours dans l'enfance, classiquement entre 5 et 8 ans. Il est

extrêmement rare de voir des tics débiter après l'âge de 10 ans.

Quelles sont les causes de ce trouble ?

A. H. : On ne les connaît pas exactement. C'est sans doute un mélange de génétique et de facteurs environnementaux comme le stress durant la grossesse, des complications à la naissance, des infections ou des toxines durant la petite enfance. Il y a un facteur génétique certainement important, avec des histoires familiales positives dans plus de 50 % des cas.

Quelles sont les solutions thérapeutiques disponibles pour traiter ces troubles ?

A. H. : Le traitement de première intention utilise les thérapies cognitives et comportementales (TCC), des formes de psychothérapie brève. Dans un deuxième temps, il y a des médicaments, essentiellement des neuroleptiques à faible dose. Il y a aussi d'autres molécules, comme des anticonvulsifs ou des antihypertenseurs. On utilise parfois la toxine botulique pour affai-

Stimulation cérébrale profonde.

Technique de neurostimulation chirurgicale utilisant des électrodes implantées dans le cerveau pour délivrer un courant électrique et soulager les symptômes de maladies neurologiques.

Andreas Hartmann : unité 1127 Inserm/ CNRS/Sorbonne Université, Institut du cerveau

blir ou paralyser les muscles qui tiquent. Enfin, de façon marginale, pour les cas très sévères et pharmacorésistants, on propose la **stimulation cérébrale profonde**, qui relève d'approches chirurgicales.

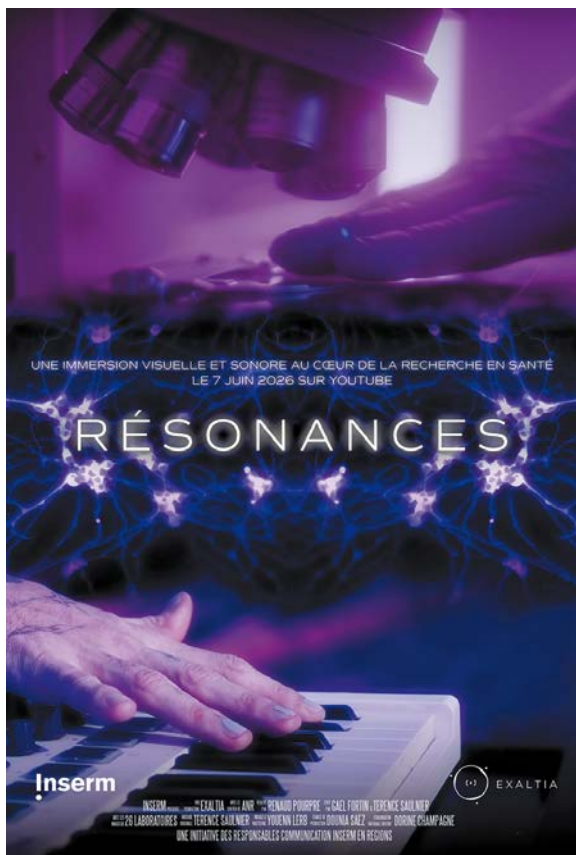
Propos recueillis par Pascal Nguyen

Voir le film

En salle depuis le 1^{er} avril 2026



© Plus fort que moi (I Swear) de Kirk Jones, Tandem



ALLIER RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET ÉMOTION

Le film *Résonances* a été rendu possible grâce au soutien de l'ANR.

Voir le film

[youtube.com/@exaltiafr](https://www.youtube.com/@exaltiafr)

Pour son auteur Terence, « *il est impossible de raconter une histoire sans sa matière première : ici, les données scientifiques* ». Ce sont alors 26 laboratoires, soit plus de 80 scientifiques à travers la France, tous soutenus par l'Agence nationale de la recherche, qui ont fourni ce matériau. Parmi eux, **Hélène Boudin**, spécialiste des maladies de l'appareil digestif : « *Contribuer à ce projet m'a fait réfléchir à la manière d'exprimer des concepts et des résultats de façon très accessible. C'est aussi très stimulant de découvrir une lecture artistique des informations transmises.* »

En effet, à partir de ces images de microscopie brutes, un choix éditorial radical s'est imposé : il ne s'agit plus d'extraire une information mais « *de révéler le potentiel de ces médias issus de la recherche. Jouer sur les contrastes, les couleurs, les profondeurs. Faire ressortir des structures que l'œil ne perçoit pas d'emblée. Transformer une donnée brute en quelque chose qui frappe, qui émerveille* », explique Renaud, réalisateur du film, qui s'est plongé dans ces gigaoctets d'images et de vidéos.

Mais comment vulgariser en un seul documentaire 26 projets de recherche allant des nanorobots en ADN au lien entre cerveau et vessie... ? C'est là que les auteurs ont choisi la fiction : « *Elle nous a offert un arc narratif unique, capable d'accueillir tous les projets et de les relier entre eux pour créer une histoire cohérente. Et surtout, captivante. Chaque projet de recherche trouve alors sa place dans une histoire plus grande* », raconte Gaël, le deuxième auteur.

Enfin, pour une expérience sensorielle totale, le collectif a accordé une place centrale à la musique, avec une création qui s'appuie sur la musicalité des images. Le film, disponible sur YouTube, sera projeté lors d'événements de culture scientifique avec de la musique jouée en *live* : l'occasion de lui donner de belles... résonances.

Marie-Charlotte Ferran

En savoir plus

Suivre Exaltia et les comptes Inserm de votre région pour ne pas manquer les surprises immersives à venir !

Attiré par une mélodie, un voyageur franchit le seuil d'un lieu mystérieux, où l'espace et le temps s'effacent. Dans l'intimité des laboratoires, au milieu des blouses blanches et des machines, des scientifiques de l'Inserm ouvrent la voie à un monde inaccessible : le microscopique. Avec *Résonances*, des images de science se transforment en émotions.

Comment raconter des découvertes scientifiques avec sensibilité ? Cette question est centrale pour les équipes de communication de l'Inserm réparties sur tout le territoire. C'est aussi celle que se pose le collectif Exaltia, un studio d'innovation culturelle au service des sciences composé de trois anciens chercheurs. C'est de leur rencontre qu'est né le film *Résonances*.

Hélène Boudin :
unité 1235 Inserm/
Nantes Université,
Le système nerveux entérique dans les maladies digestives et du cerveau



ROMAN GRAPHIQUE

Le passage

Mathieu Persan, mars 2026, Hachette, 256 p., 14,99 €

L'illustrateur Mathieu Persan livre un très beau récit sur les souffrances psychiques de sa fille et raconte une famille frappée par la dépression adolescente. Avec sincérité, sensibilité, mais aussi humour et poésie, ce récit à deux voix offre un regard sans fard sur ce « big bang ». Les droits d'auteur du livre seront reversés à des associations œuvrant pour la santé mentale des jeunes.

VIDÉO

Le cancer pousse-t-il au crime? L'effet *Breaking Bad*

La série *Breaking Bad* est-elle totalement fictive ? Une étude danoise sur plus de 300 000 personnes observe une légère hausse de certains délits économiques après un diagnostic de cancer. L'explication principale est économique : baisse de revenus, perte d'activité et fragilisation financière. Mais certains profils et comportements peuvent surprendre. Décryptage.

Voir la vidéo: leblob.fr



FESTIVAL

Fête de la science

La Fête de la science célèbre chaque année le partage des sciences. **L'édition 2026 aura pour thème « Saveurs savantes »** et explorera les liens entre sciences, cuisine, goût et alimentation. L'évènement est gratuit et ouvert à tous, avec des ateliers, des conférences ou encore des visites de laboratoires. Une belle occasion pour rencontrer l'Inserm et ses chercheurs !

2-12 octobre en France hexagonale, Outre-mer et à l'étranger

Programme complet: fetedelascience.fr



© Christine Isakhanova, Sarah Donaghy, Chelsey Home / Unsplash

LES SCIENCES SUR LA PLACE

Cette année encore, les sciences vous donnent rendez-vous au cœur de Nancy. Le stand Les sciences sur la place s'installera sous le grand chapiteau du Livre sur la place avec des dédicaces et des causeries scientifiques. Venez rencontrer Jasmina Mallet, psychiatre spécialisée en neurosciences et autrice de la BD *Le monde est psy*. *Voyage en santé mentale* soutenue par le programme de recherche Propsy copiloté par l'Inserm.

11-13 septembre 2026 - Place de la Carrière, Nancy

Programme complet: sciencesurlaplace.fr



© Les sciences sur la place

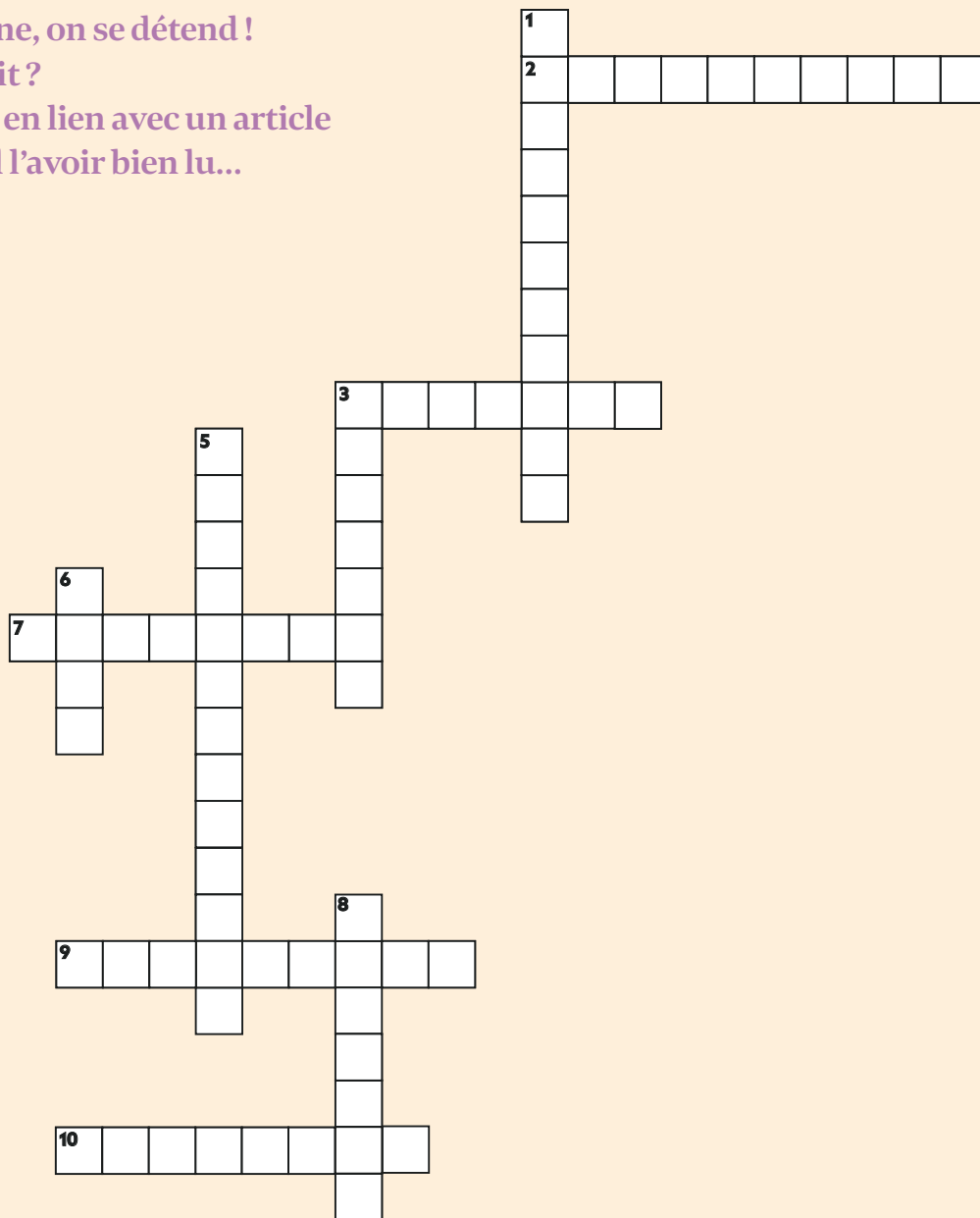
Allez, c'est la fin du magazine, on se détend !
Des mots croisés, ça vous dit ?
Chaque terme à trouver est en lien avec un article
du magazine. Encore faut-il l'avoir bien lu...

Horizontalement

- 1. Molécule issue de champignons hallucinogènes
- 3. Consommation de drogues lors de rapports sexuels
- 5. Action de boire beaucoup d'alcool en très peu de temps (en deux mots)
- 6. Nouveau sigle désignant la maladie SOPK
- 8. Sa consommation est en hausse, notamment chez les jeunes

Verticalement

- 2. Amphibien jaune et noir capable de faire repousser ses membres
- 3. Métal cancérigène présent dans l'alimentation
- 7. Nom du syndrome provoquant des tics verbaux et gestuels
- 9. Ville allemande où a lieu l'expérience qui mesure les champs magnétiques du cerveau
- 10. Hormone sécrétée par certains neurones dopaminergiques



Réponses du numéro précédent (68) :

- 1. Cavernicole 2. Hibernation 3. Hippocampe 4. Microgravité 5. Exons 6. Tétra 7. ADN
- 8. Fetoception 9. Endomètre 10. Infarctus

Retrouvez les réponses dans le prochain numéro.

#69 Juin 2026

Écrire à la rédaction :
redaction-mag@inserm.fr
S'abonner gratuitement :
magazine.inserm.fr
Écrire au service abonnement :
abonnement-mag@inserm.fr
Consulter les archives :
ipubli.inserm.fr

Inserm - 101, rue de Tolbiac
75654 Paris Cedex 13
inserm.fr



Directeur de la publication Didier Samuel
Directrice de la rédaction Carine Delrieu
Directrice adjointe de la rédaction Priscille Rivière
Rédacteurs en chef Lucile André,

Yann Cornillier
Première secrétaire de rédaction, cheffe de rubrique Marie-Charlotte Ferran
Secrétaire de rédaction, rédactrice Annie Metais
Ont collaboré

à ce numéro Kheira Bettayeb, Julie Coquart, Flora Danan, Françoise Dupuy Maury, Pascal Nguyen, Julie Paysant, Simon Pierrefix, Aude Rambaud, Mia

Rozenbaum, Bruno Scala
Conception graphique et direction artistique Primo&Primo
Archives disponibles sur ipubli.inserm.fr
Crédit de couverture

Illustration : Clara Hinoveanu
Impression Aubin
Imprimeur N° ISSN 2610-3869 (imprimé), 2534-5397 (en ligne)
Dépôt légal Juin 2026

La science, CQFD.



> Disponible sur
le site et l'appli
Radio France.

16H – 17H
DU LUNDI
AU JEUDI

Natacha
Triou

En partenariat avec

Inserm

La science pour la santé
From science to health



L'esprit
d'ouver-
ture

Vagues de chaleur : notre santé à l'épreuve



Une émission
de l'Inserm

**Mardi 22 septembre 2026
à 19 h 30**

Sur la chaîne YouTube de l'Inserm

**Canicules, vagues de chaleur,
événements extrêmes :
le réchauffement climatique
a des conséquences directes
sur notre santé. Quels sont les
risques et comment les prévenir ?**

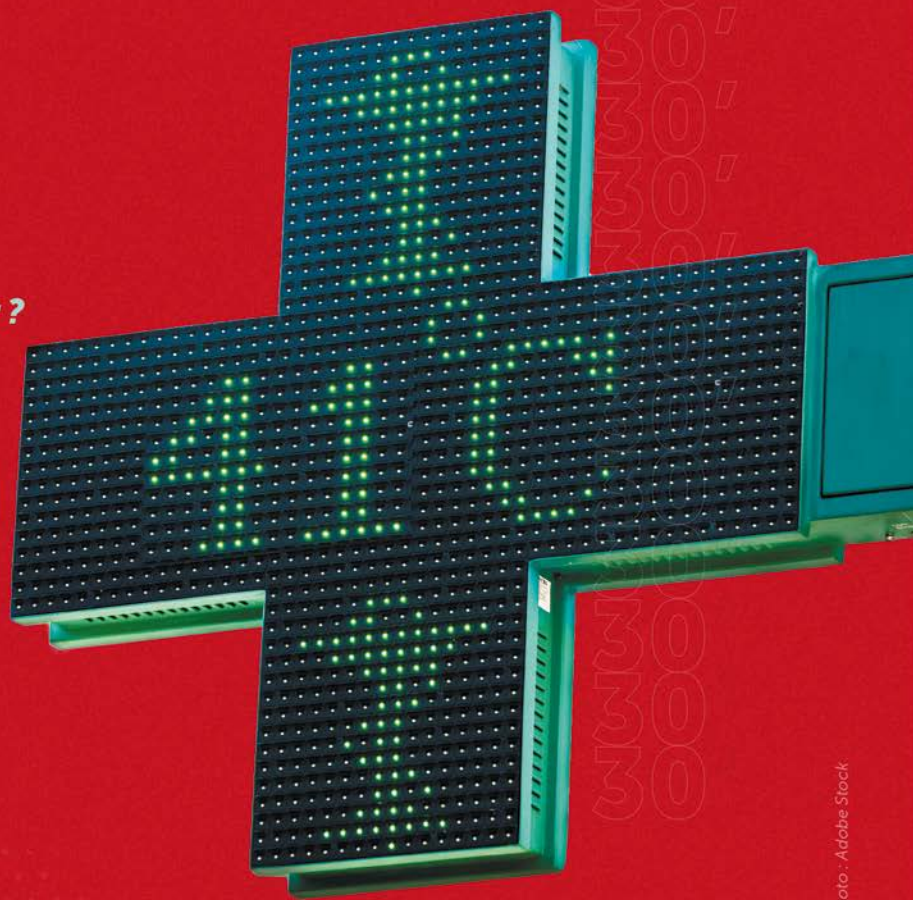
INTERVENANTS

Basile Chaix, épidémiologiste
environnemental à l'Institut
Pierre-Louis d'épidémiologie
et de santé publique à Paris

Xavier Jouven, cardiologue
et épidémiologiste en santé publique
au Centre de recherche
cardiovasculaire de Paris

Inès Maurel, post-doctorante à
l'Institut de biologie de l'École normale
supérieure à Paris

Les émissions 30 minutes santé
sont en replay sur la chaîne YouTube Inserm.



Credits photo : Adobe Stock