

# Synapse

ICM Institut  
du Cerveau

Le journal pensé pour être en connexion avec vous

N° 37 - Juin 2024

## Dossier spécial

Cerveau et sport,  
une équipe gagnante !

P. 4

Portrait

Pr Gérard Saillant  
et Hugo Grau, champion de boxe

P. 10

Recherche

Scélrose en plaques : cinq signes  
avant-coureurs de la maladie

P. 14

Générosité

Les Foulées du Cortex  
du 10 au 21 septembre 2024





Dès juillet, nous serons nombreuses et nombreux à admirer et à applaudir les prouesses des athlètes, la précision de leurs gestes, leur concentration, leur motivation, leur esprit d'équipe.

Ces capacités hors-normes ne sont pas seulement dues à leurs muscles affûtés mais également et surtout à leur cerveau, chef d'orchestre de nos mouvements, de notre mémoire, de nos émotions, de notre humeur. Ces sportifs de haut niveau exécutent des gestes d'une précision extrême, prennent la bonne décision au bon moment, restent motivés malgré les échecs, s'entraînent malgré la douleur ou la fatigue grâce à la plasticité de leur cerveau.

Parmi les nombreuses recherches menées à l'Institut du Cerveau sur les maladies neurologiques, psychiatriques et les séquelles d'AVC ou de traumatismes, découvrez dans ce numéro une étude prometteuse pour une récupération motrice adaptée et personnalisée.

Les chercheuses et chercheurs de l'Institut du Cerveau restent toujours autant mobilisés pour marquer l'essai. Ils ont besoin de votre soutien pour le transformer.

Je sais pouvoir compter sur votre générosité et votre fidélité.

Sportivement vôtre,

**Jean Todt**

Co-Fondateur et Vice-Président de l'Institut du Cerveau

## Distinctions honorifiques

Le directeur général de l'Institut du Cerveau, le Pr Alexis Brice, sera reçu à l'Académie des Sciences en juin. La Pr Isabelle Arnulf, chercheuse à l'Institut, a quant à elle été nommée au grade de chevalier de la Légion d'honneur en décembre dernier. Félicitations aux deux lauréats.



## Stéphane Charpier invité au Paris Saclay Summit



Stéphane Charpier, neuro-physiologiste et chef d'équipe à l'Institut, a été invité le 1<sup>er</sup> mars dernier au Paris Saclay Summit - Choose Science, un événement rassemblant des scientifiques français et internationaux sur le thème « *Comment les grandes avancées scientifiques peuvent-elles générer des conflits de société ?* » pour présenter ses travaux sur l'onde de la mort et de la réanimation.

À revoir en replay en scannant le QRCode.



## À écouter : le podcast « Le Langage » avec Laurent Cohen

Le Pr Laurent Cohen, neurologue et chercheur à l'Institut du Cerveau, a décortiqué la machinerie cérébrale de la lecture et du langage dans la dernière saison du podcast de France culture « Votre cerveau ». Les 6 épisodes de 10 minutes sont à retrouver ici : [www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/serie-le-langage-avec-laurent-cohen](http://www.radiofrance.fr/franceculture/podcasts/serie-le-langage-avec-laurent-cohen)



SYNAPSE est le journal de l'Institut du Cerveau envoyé à ses donateurs. N° 37 - 2024. Directeur de la publication : Jean-Louis Da Costa  
Rédaction : Direction de la Communication et du Développement  
Réalisation : adfinitas. Imprimeur : Imprimerie Jean Bernard.  
Tirage : 92 000 exemplaires. © iStock - Freepik.com - Shutterstock - Institut du Cerveau

## LES MINISTRES EN VISITE À L'INSTITUT

En ouverture de la Semaine du Cerveau, lundi 11 mars 2024, l'Institut du Cerveau a eu l'honneur de recevoir trois ministres : Sylvie Retailleau, ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Roland Lescure, ministre délégué chargé de l'Industrie, et Frédéric Valletoux, ministre délégué chargé de la Santé et de la Prévention. Cette visite a été l'opportunité pour l'Institut du Cerveau de souligner son modèle innovant, associant en un même lieu chercheurs, cliniciens-chercheurs, ingénieurs et neuro-entrepreneurs, au bénéfice de la santé des patients. Elle a également été l'occasion de démontrer l'impulsion d'innovation portée par les labels Carnot et IHU.



## France Brain Bee 2024, le concours de neurosciences pour les moins de 19 ans



L'édition 2024 de France Brain Bee s'est déroulée le 25 mars à l'Institut. Il encourage les plus jeunes à s'intéresser aux neurosciences et à poursuivre des carrières dans la recherche. Une soixantaine d'élèves se sont affrontés sur des épreuves variées et de haut niveau (quiz, diagnostic sur les pathologies du cerveau...). La gagnante, Ayda Durubal (du lycée Louis-le-Grand à Paris), a remporté la possibilité de représenter la France au concours International Brain Bee en octobre prochain.



Samedi 16 mars, l'Institut du Cerveau a accueilli plus de

**450 personnes**

à l'occasion de sa journée portes ouvertes organisée dans le cadre de la Semaine du Cerveau (11 au 17 mars 2024).

Le chiffre

## agenda

**21 juin :** Journée mondiale de la sclérose latérale amyotrophique (SLA)



## à l'Institut

**26 juin :** Matinale « Quelles avancées pour la sclérose en plaques ? ». Inscription obligatoire sur [contact@icm-institute.org](mailto:contact@icm-institute.org) ou par téléphone au 01 57 27 47 56.

**Du 10 au 21 septembre :** Première édition du challenge connecté de l'Institut du Cerveau, « Les Foulées du Cortex » pour soutenir la recherche contre les maladies du cerveau. Le principe ? 1 km parcouru = 1 € pour financer la recherche sur le cerveau.

En savoir plus : [www.institutducerveau-icm.org/les-foulees-du-cortex](http://www.institutducerveau-icm.org/les-foulees-du-cortex)



## vu sur le Web

Plus d'informations sur la rubrique « Actualités » de notre site Internet.



■ Un nouveau modèle pour prédire le développement du cerveau

■ Les mutations à l'origine de méningiomes sont très fréquentes dans les tissus sains



## vidéos



▶ Dernière Matinale : « Recherche et maladies rares : focus sur les ataxies »

▶ Conférence « Science, Art et Culture » du 15 février dernier : « La trajectoire scientifique de l'Institut du Cerveau », avec les Prs Alexis Brice et Bassem Hassan

▶ Just Published : « Sclérose en plaques : une nouvelle étude pointe 5 signes avant-coureurs »

▶ Comprendre en 2 minutes : « Les Ajités »

Suivez-nous



## Sport et motivation, des effets bénéfiques réciproques



Le Pr Gérard Saillant et Hugo Grau

Portrait croisé entre le Pr Gérard Saillant, Président de l'Institut du Cerveau et Hugo Grau, multiple champion de France du championnat Élite en boxe.

**G.S.** Au cours de ma carrière de chirurgien orthopédique, j'ai opéré plusieurs sportifs au sommet de leur discipline, des pilotes de Formule 1, des footballeurs. J'ai toujours été fortement impressionné par leurs capacités à revenir très vite à un très haut niveau de performance. Je pense que cela s'explique par une motivation hors-norme, ce que l'on appelle « le mental ». Cette volonté de montrer que l'on est à nouveau capable de gagner, à soi-même bien-sûr, mais aussi à son coach, à son équipe, aux supporters.

**H.G.** J'ai récemment été confronté à cette envie de prouver très vite que je pouvais gagner. En effet, j'ai perdu mon combat de sélection aux Jeux Olympiques face à un adversaire que j'ai vaincu à de nombreuses reprises auparavant. J'ai perdu un dixième de seconde avant le gong par K.O. Après une commotion cérébrale, certains boxeurs ont une appréhension à remonter sur le ring, d'autant plus qu'il y a un délai entre le K.O. et l'autorisation

délivrée par le médecin pour combattre à nouveau. En ce qui me concerne, la motivation de gagner à nouveau a été plus forte que la peur.

**G.S.** Cette « coupure » imposée dans leur carrière semble décupler la motivation des sportifs de haut niveau pour revenir dans la compétition au plus haut niveau. À l'Institut du Cerveau, certaines recherches portent sur les mécanismes cérébraux de la motivation. En effet, certaines maladies neurologiques ou psychiatriques ont pour effet de diminuer significativement la motivation, comme la dépression, par exemple. D'autre part, après un accident vasculaire cérébral ou lorsqu'une maladie chronique vous prive de vos mouvements, il est difficile de trouver la volonté de suivre un programme de rééducation. Les chercheurs de l'Institut s'intéressent donc à développer des applications permettant « d'entraîner » la motivation nécessaire pour gagner face à la maladie et au handicap. Dans ces projets de recherche et d'autres portant sur l'apprentissage moteur ou la prise de décision, les sportifs de haut niveau sont de très bons sujets d'étude.



© Claire Saillier

« J'ai récemment participé en tant que volontaire à un projet sur l'apprentissage moteur à l'Institut du Cerveau et je suis heureux d'avoir pu contribuer à cette recherche si importante pour tous. »

Hugo Grau



## Cerveau et sport, une équipe gagnante !

Il est aujourd'hui reconnu que l'activité sportive est un bon moyen de prévention et de lutte contre les maladies cardiovasculaires, respiratoires, le surpoids ou l'obésité. Mais qu'en est-il de l'effet du sport sur les capacités cérébrales ? Inversement, comment le cerveau contrôle-t-il les mouvements et est-il associé aux performances sportives ?



# Plasticité, morphologie, capacités cérébrales et activité physique

Marcher, courir, conduire, lancer ou attraper un ballon, seraient des activités irréalisables sans la commande cérébrale. Ces commandes motrices se succèdent dans un ordre temporel précis et sont à l'origine des contractions musculaires.

Les mouvements volontaires sont produits grâce à l'activation séquentielle ou simultanée de différentes régions du cerveau (schéma 1) :

- le **cortex préfrontal** et le **cortex pariétal** intègrent les informations pour planifier le mouvement en fonction de l'environnement,
- le **cortex prémoteur** et le **cortex moteur supplémentaire** organisent la séquence et la coordination des mouvements complexes,
- le **cortex moteur** envoie la commande aux muscles pour exécuter le geste,
- les **ganglions de la base** et le **cervelet** modulent l'activité des aires corticales motrices pour réguler le mouvement.

Ces aires cérébrales sont interconnectées par des réseaux de neurones qui leur permettent de communiquer, ce dialogue évoluant en fonction du mouvement effectué.

C'est la communication et la synchronisation de l'activité des différentes régions selon leur importance dans le mouvement programmé qui va permettre un geste adapté à l'environnement. On observe des différences entre des activités physiques en milieu reproductible comme la course à pied et en milieu plus instable comme les sports d'équipe où il est nécessaire d'intégrer l'emplacement et les déplacements de chaque joueur.

Les réseaux de neurones qui permettent aux différentes régions du cerveau de communiquer sont plastiques. L'apprentissage et la pratique d'une activité physique, c'est-à-dire de séquences motrices particulières, entraînent des modifications morphologiques et fonctionnelles dans le cerveau.

Les communications entre les aires cérébrales sont médiées par des signaux électriques, les potentiels d'action, qui transitent et sont intégrés dans les neurones, puis sont propagés de neurones en neurones par les synapses (schéma 2).

La synapse permet au potentiel d'action – aussi appelé influx nerveux – de passer d'un neurone à l'autre grâce à la libération de neurotransmetteurs. Chaque neurone peut former des synapses avec plusieurs milliers d'autres neurones.

L'apprentissage d'une activité motrice comme jouer du piano ou taper dans une balle de golf met en jeu la plasticité du cerveau et entraîne des changements structurels et fonctionnels.

Il a été montré que dans les aires cérébrales dédiées aux parties du corps sollicitées lors des gestes essentiels à l'activité comme les mains pour un pianiste, les bras pour un golfeur ou les jambes pour un footballeur, on observait :

- un **épaississement de la gaine de myéline**, dont le rôle est de conduire l'influx nerveux de

Schéma 1 : connexion cerveau-muscles

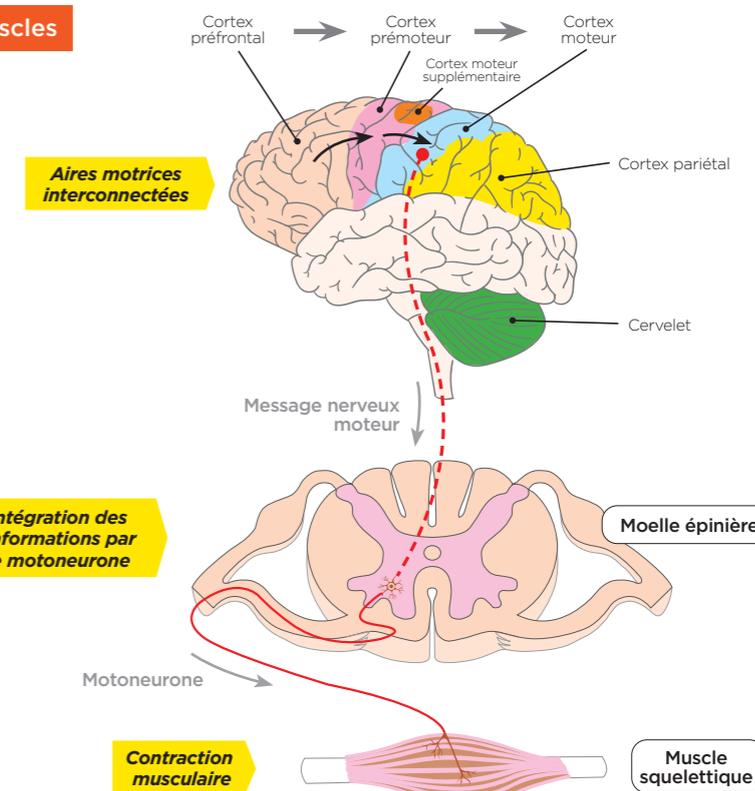
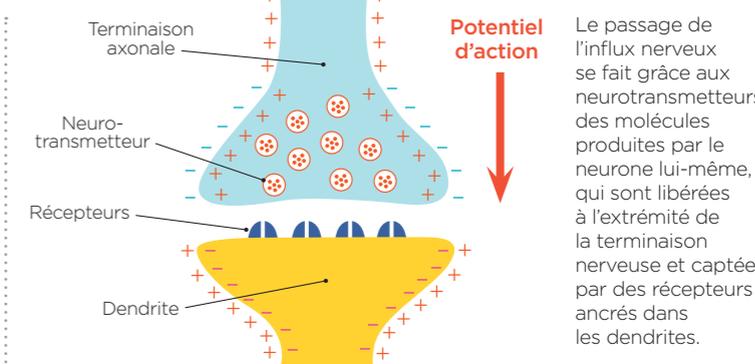
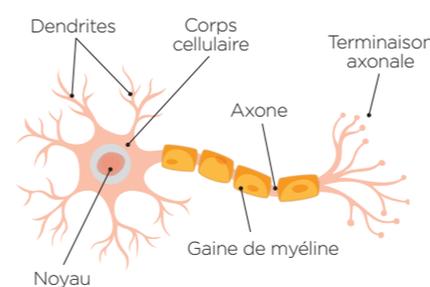


Schéma 2 : neurone et synapse



manière plus efficace le long de l'axone. Cet épaississement augmente de façon significative la vitesse de propagation du signal électrique dans le neurone,

- une **augmentation du nombre de synapses** permettant à un neurone de transmettre le signal à plus de neurones voisins et d'accroître ainsi la diffusion de l'influx nerveux entre les régions cérébrales,
- une **optimisation de la connexion entre les régions cérébrales activées** lors du mouvement avec la mise en place de réseaux de neurones préférentiels qui permettent de ne solliciter que les muscles indispensables au mouvement.

Lorsque le geste est appris, la pratique régulière de l'activité conduit à des automatismes moteurs entraînant une diminution de l'attention nécessaire pour exécuter le mouvement.

*« Les automatismes ouvrent les capacités attentionnelles à autre chose qu'au contrôle du mouvement, et en particulier à ce qu'il se passe autour. Ils expliquent en grande partie les performances des sportifs de haut niveau qui ne pensent plus au mouvement qu'ils effectuent et sont donc plus réceptifs à l'environnement, comme la position des autres joueurs ou un passage où la neige est plus dure. Ils peuvent ainsi anticiper et rectifier leur geste de façon très rapide et adaptée. »*

**Cécile Gallea**

Chercheuse (CNRS) à l'Institut du Cerveau dans l'équipe « Mov'it : Mouvement, Investigations, Thérapeutique. Mouvement normal et anormal : physiopathologie et thérapeutique expérimentale. »

## Les effets de l'activité physique sur le cerveau : bénéfiques et limites

**Au cours des dernières années, de nombreuses études neuroscientifiques ont porté sur la relation entre le sport et les capacités cognitives dans différentes populations, des plus jeunes aux plus âgés.**

### Pratiquer une activité physique pour quels bénéfices ?

La plasticité cérébrale induite par l'activité physique dépend de la durée et de la fréquence de pratique. Ces variables constituent une valeur que l'on pourrait appeler « une dose » qui, comme dans le cas d'un médicament, aurait des effets bénéfiques selon l'état de base de la personne. Il a en effet été montré que chez des personnes sédentaires, une petite dose d'activité physique régulière influençait les capacités cognitives alors que la dose nécessaire pour observer un effet devait être plus importante chez les sujets entraînés. D'autre part, la nature de l'activité physique est importante pour obtenir des effets bénéfiques sur les capacités cérébrales telles que l'apprentissage, l'attention ou la mémoire. Enfin, il faut distinguer les effets transitoires d'un exercice intense des effets plus durables d'une activité moins intense mais régulière.

Une analyse récente de plusieurs articles scientifiques comparant l'effet de différents types d'activités physiques chez les enfants et les adolescents sur leur capacités cognitives montre que les activités réalisées en équipe sont optimales pour l'apprentissage, la concentration, la précision des gestes et la diminution du temps de réaction. Cette activité physique nécessite des mouvements complexes, une intégration continue d'informations visuelles comme les positions des autres joueurs et des prises de décisions rapides. La danse favorise

également la plasticité cérébrale grâce aux éléments chorégraphiques et rythmiques complexes qui stimulent des zones du cerveau cruciales pour la mémoire et le contrôle.

Les activités telles que la course à pied ou la marche, bien qu'importantes pour prévenir les maladies cardiovasculaires et respiratoires, semblent avoir un effet moindre sur les capacités cérébrales.

### Du sport à la rééducation motrice

Lors du vieillissement, les performances cognitives déclinent en particulier à cause d'une diminution du volume cérébral et d'une perte de connectivité. Comme évoqué précédemment, l'activité physique entraîne l'épaississement de la gaine de myéline, l'augmentation du nombre de synapses entre les neurones et renforce les connexions fonctionnelles entre les aires cérébrales au même titre que les loisirs créatifs, la lecture, le jardinage ou l'engagement social.

Comme pour les plus jeunes, les activités nécessitant la coordination de plusieurs membres ou le traitement d'informations de l'environnement sont les plus bénéfiques.

Bien que l'effet de l'activité physique sur les capacités du cerveau vieillissant semble bénéfique, les mécanismes qui sous-tendent la préservation ou la restauration des capacités cérébrales restent encore mal connus.



*Les sports de ballon en équipe, la danse... favorisent la plasticité cérébrale chez les enfants et les adolescents.*

À l'Institut du Cerveau, l'objectif du projet collaboratif FORT[É] est d'identifier et de caractériser les circuits cérébraux mis en jeu dans l'apprentissage moteur des mouvements complexes.

Les chercheurs visent à établir un lien de cause à effet entre l'acquisition de la motricité fine et la connectivité entre le cervelet et les aires motrices grâce à des enregistrements d'électroencéphalographie (EEG) et à l'IRM fonctionnelle.

Les résultats de ce projet pourront permettre d'optimiser les programmes de rééducation des patients cérébrolésés suite à un AVC ou à un traumatisme crânien en modulant les circuits

neuronaux impliqués dans les mouvements par stimulation magnétique transcrânienne (TMS). Les avancées méthodologiques et théoriques générées par cette recherche pourraient être également appliquées à des patients souffrant de dystonie, de la maladie de Parkinson ou d'épilepsies après chirurgie du foyer épileptogène.

Pour comprendre pleinement la dynamique et l'issue de la récupération motrice, il est primordial de prendre en compte les processus physiologiques de l'apprentissage moteur dans la planification de programmes d'entraînement personnalisés des patients souffrant de troubles neurologiques.

## Partagez votre expérience

### L'activité physique a-t-elle des effets bénéfiques sur les syndromes dépressifs ?

Les symptômes de la dépression augmentent le risque d'être sédentaire et physiquement inactif pour le patient, et plus ils sont sévères, plus l'inactivité physique est marquée.

Chez un patient déprimé, l'activité physique diminue les pensées négatives et favorise les émotions positives. Elle augmente l'estime de soi et conforte le patient dans ses capacités à réaliser une tâche, à faire face et permet une plus grande participation sociale.

Chez les patients atteints de dépression légère à modérée, un programme d'activité physique adapté, associé à une thérapie médicamenteuse, permet de réduire le risque de récurrences et améliore la qualité de vie.

Les syndromes dépressifs entraînent une diminution de la sécrétion des neurotransmetteurs, noradrénaline, sérotonine, dopamine et endorphines. L'activité physique provoque une augmentation du taux de neurotransmetteurs et une réactivation des zones du cerveau, qui peuvent être atrophiées chez les patients déprimés.

### Quels sujets ou pathologies souhaiteriez-vous voir abordés dans les prochains numéros de *Synapse* ?

Envoyez-nous par e-mail vos suggestions de thématiques. Votre sujet sera peut-être traité dans le dossier spécial de l'un de nos prochains numéros.

► [contact@icm-institute.org](mailto:contact@icm-institute.org)

## Sclérose en plaques : une nouvelle étude pointe cinq signes avant-coureurs de la maladie

Et si les mécanismes biologiques à l'origine de la sclérose en plaques étaient enclenchés des années avant le diagnostic clinique ? C'est ce que suggère une nouvelle étude menée à l'Institut du Cerveau

La sclérose en plaques (SEP) est une maladie neurologique dans laquelle le système immunitaire attaque la myéline, la gaine protectrice des fibres nerveuses qui joue un rôle essentiel dans la propagation de l'influx nerveux entre le cerveau et les organes périphériques. En France, 120 000 personnes sont touchées par la SEP, pour laquelle il n'existe pas encore de traitement curatif à proprement parler.

L'une des grandes difficultés rencontrées par les chercheurs est qu'il n'existe pas de correspondance stricte entre la gravité des lésions présentes sur les fibres nerveuses et la sévérité des symptômes des patients... Cela limite considérablement la capacité des médecins à anticiper et ralentir l'évolution de la maladie.

« L'enjeu aujourd'hui est de détecter la maladie au plus tôt, bien avant que les lésions soient visibles par IRM, dans l'espoir de retarder au maximum l'apparition du handicap », explique la Pr Céline Louapre (Sorbonne Université,

AP-HP), responsable du centre d'investigation clinique de l'Institut du Cerveau.

Dans une nouvelle étude, la chercheuse et son équipe ont analysé les données de santé de 20 174 patients avec une sclé-

« L'enjeu aujourd'hui est de détecter la maladie au plus tôt, bien avant que les lésions soient visibles par IRM... »

rose en plaques, 54 790 patients sans sclérose en plaques et 37 814 patients affectés par un lupus ou une maladie de Crohn – des maladies auto-immunes qui, comme la SEP, touchent principalement les femmes et les jeunes adultes. Les chercheurs ont ensuite comparé l'évolution de ces patients sur une période de dix ans.

L'équipe montre que, dans cette population, l'apparition de cinq symptômes était associée de manière significative à un diagnostic de sclérose en plaques

ultérieur : la dépression, les troubles sexuels, la constipation, la cystite et les autres infections des voies urinaires.

Bien sûr, il s'agit là de symptômes courants et bénins dans la plupart des cas : ils ne permettront donc pas de poser un diagnostic précoce de sclérose en plaques. Mais pour les chercheurs, ces résultats signifient que chez les personnes qui développent une sclérose en plaques, les mécanismes de la maladie sont enclenchés au moins cinq ans avant le diagnostic et se manifestent sous la forme de troubles discrets – bien avant l'apparition des symptômes neurologiques de la maladie, comme les difficultés à marcher ou les troubles de la vue.

Toutefois, chez des populations qui possèdent un risque spécifique – dans certaines formes familiales de sclérose en plaques, par exemple – ces cinq signes avant-coureurs contribueront à alerter au plus tôt et peut-être à intervenir au niveau thérapeutique.

## Les mutations à l'origine des méningiomes sont très fréquentes dans les tissus sains

On observe parfois, dans des tissus en bonne santé, des cellules mutées qui deviendront – ou non – des tumeurs malignes. Ce phénomène avait déjà été décrit dans l'endomètre, l'œsophage ou encore l'épiderme. Des chercheurs de l'Institut du Cerveau ont entrepris de quantifier ce phénomène dans les méninges.

Les méningiomes sont les tumeurs du système nerveux central les plus fréquentes chez les adultes de plus de 35 ans. Ils naissent dans les méninges – les trois membranes qui entourent le cerveau et la moelle épinière et protègent le système nerveux des chocs – et s'avèrent bénins dans 80 % des cas. D'évolution lente et généralement traitables par une simple ablation chirurgicale, les méningiomes inquiètent peu et suscitent généralement moins d'intérêt en recherche, que les tumeurs très agressives comme les glioblastomes.

Pourtant, « 15 à 20 % des méningiomes sont de grade II avec un risque de récurrence et 1 à 3 % sont de grade III, ce qui en fait des tumeurs malignes, explique Matthieu Peyre, neurochirurgien et chercheur à l'Institut du Cerveau. Souvent détectés assez tard, les méningiomes de grade II et III concernent 150 personnes par an en France. Ces patients sont certes peu nombreux, mais ils sont aussi en impasse thérapeutique. »

Depuis quelques années, les chercheurs soupçonnaient que des mutations dans les gènes

NF2 ou TRAF7 soient impliqués dans l'apparition des méningiomes. Et si, bien avant la prolifération anormale des cellules qui caractérise la tumeur, ces mutations préexistaient dans les tissus sains ?

Grâce aux techniques de séquençage de nouvelle génération, il est désormais possible de détecter des mutations à une fréquence très faible dans des tissus normaux, chez des personnes en bonne santé. Matthieu Peyre et ses collègues ont tiré profit de ces avancées pour analyser 90 échantillons de méninges obtenus post mortem chez des donneurs qui n'avaient jamais eu de tumeur cérébrale.

Étonnamment, les chercheurs ont trouvé 4 mutations différentes chez seulement 5 patients : presque tous les patients avaient au moins une portion de tissu méningé présentant une mutation. Par ailleurs, ces mutations étaient majoritairement pathogènes et concernaient NF2 ou TRAF7. « Ces nouveaux résultats indiquent que les mutations délétères sont très fréquentes dans la méninge normale, explique le chercheur.

Ils confirment également la fréquence élevée des méningiomes dans la population générale : en effet, on retrouve des méningiomes chez 1 % des personnes autopsiées. C'est un phénomène courant ! »

Reste maintenant à cartographier très précisément les populations cellulaires dans lesquelles ces mutations sont fréquentes. L'objectif ? Guider les chercheurs vers « la cellule mutée originelle » des tumeurs. En effet, les méningiomes possèdent une caractéristique surprenante : les formes malignes ont quasiment le même profil génétique que les formes bénignes.

« Nous pensons que les caractéristiques de la cellule dans laquelle survient la mutation tumorigène va induire la capacité de la tumeur à devenir bénigne ou maligne, conclue le chercheur. D'où l'intérêt, à terme, de dresser un atlas des méninges, qui permettrait de décrire toutes les cellules dont elle est composée et de mieux comprendre les relations entre les méninges et le cerveau. »



**Voir l'invisible grâce à un nouveau microscope qui illumine le cerveau**

**L'IRM, COMMENT ÇA MARCHE ?**

Un aimant principal, en général de 3 teslas, soit 100 000 fois plus fort que le champ magnétique terrestre, permet d'orienter tous les atomes d'hydrogène contenus dans le cerveau, ce dernier étant majoritairement composé d'eau et donc d'atomes d'hydrogène. Des impulsions magnétiques appelées radiofréquences, transversales au champ principal vont faire changer l'orientation des atomes d'hydrogène, ce qui va générer un bref courant électrique.

Ces courants électriques, de différentes intensités dans chaque région du cerveau, sont alors enregistrés par l'IRM et traduits en images.

En comparant l'image obtenue avec celles d'un cerveau sain, il est donc possible de repérer rapidement la présence d'une anomalie comme une lésion ou encore une tumeur.



**Grâce au financement de la Fondation NRJ - Institut de France, l'Institut du Cerveau vient de faire l'acquisition d'un microscope STED.**



La configuration de ce nouveau microscope intègre deux lasers de déplétion, un module d'optique adaptative et un détecteur Matrix et constitue une première en France.

Afin d'aller plus loin dans la compréhension du cerveau et d'identifier les mécanismes cellulaires à l'origine des maladies, les chercheurs pourront bénéficier d'une technologie de pointe issue de l'astronomie qui permet d'illuminer l'intérieur du tissu observé.

Ce microscope sera utilisé pour l'étude des cellules composant le cerveau, en particulier pour visualiser les différentes structures qui les composent comme les mitochondries. Ces organites, indispensables à la survie cellulaire, mesurent moins de 1 micromètre, soit mille fois moins qu'un millimètre.

Or, le microscope STED permet de visualiser les structures mesurant 20 nanomètres, soit 1 million de fois plus petites que 1 millimètre. Grâce à cette résolution, les chercheurs pourront pour la première fois, analyser ce qu'il se passe à l'intérieur des mitochondries et donc mieux comprendre les fonctions de ces organites.

Des recherches sont menées à l'Institut du Cerveau sur le rôle des mitochondries dans la maladie de Parkinson ou encore les paraplégies spastiques, mais également dans la transmission d'informations entre les neurones au niveau des synapses en conditions normales.

**Transmettre les connaissances aux plus jeunes: une mission au cœur de la société**

**En tant qu'acteur central et référent dans le paysage scientifique des neurosciences, l'Institut du Cerveau s'investit activement dans une mission de transmission des connaissances auprès du grand public et notamment des enfants.**



**Un espace juniors sur le site internet de l'Institut**

Podcasts, livrets... un ensemble de dispositifs d'informations fiables et accessibles sur le cerveau, son fonctionnement et ses maladies est disponible gratuitement sur l'espace juniors du site internet.

**« Dans le coin du ciboulot ! »**



Pourquoi je rêve ? Comment j'apprends à lire ? À ces questions que se posent les enfants et qui convoquent les neurosciences, l'Institut du Cerveau a décidé de consacrer un podcast, « Dans le coin du ciboulot ! ». Des réponses simples de nos chercheuses et chercheurs sur un ton ludique pour partager le savoir en famille. Bonne nouvelle, la saison 2 est désormais disponible !

**Les livrets « À la découverte du cerveau »**



Même si le cerveau renferme encore les plus grands mystères, nous savons aujourd'hui identifier la plupart de ses composants et comment ils fonctionnent ensemble. C'est ce que proposent de découvrir ces 2 livrets : « Mon Cerveau ce super héros ! » pour les 8/12 ans et « Mon cerveau un réseau hyperconnecté ! » pour les 13/16 ans. À télécharger gratuitement !

Accéder à notre espace junior : [www.institutducerveau-icm.org/juniors](http://www.institutducerveau-icm.org/juniors)



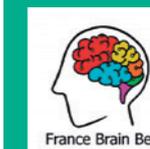
**Des événements pour découvrir la recherche et ses métiers**

L'Institut du Cerveau organise régulièrement des manifestations pour petits et grands afin de présenter de manière concrète, ludique et adaptée toutes les dimensions de la recherche. Ce fut notamment le cas lors de la 26<sup>e</sup> édition de la Semaine du Cerveau, au cours de laquelle l'Institut a ouvert ses portes au grand public.

**Un partenariat avec Arte Education**

Depuis 2021, l'Institut du Cerveau et Arte Education ont signé un partenariat éducatif pour sensibiliser les lycéens aux neurosciences. Tout au long de l'année scolaire, plusieurs actions sont menées sur Educ'ARTE, la plateforme de vidéo à la demande destinée aux enseignants et leurs élèves.

Rendre les neurosciences accessibles à toutes et tous, et plus particulièrement aux plus jeunes, est un engagement fort que l'Institut et ses équipes souhaitent poursuivre compte tenu de l'importance grandissante des neurosciences au sein de la société et de la nécessité de susciter les vocations scientifiques.



**France Brain Bee** est une compétition de neurosciences qui s'adresse aux collégiens et lycéens français et qui s'inscrit dans le cadre de l'International Brain Bee (IBB), un concours créé en 1998 au cours duquel s'affrontent les étudiants du monde entier. L'Institut du Cerveau est l'organisateur officiel de l'édition française des olympiades depuis 2019. Informations sur [https://openbrainschool.com/programme/concours-france-brain-bee\\_fr](https://openbrainschool.com/programme/concours-france-brain-bee_fr)



## LES FOULÉES DU CORTEX

Ensemble, avançons pour faire progresser la recherche sur le cerveau !

Un défi sportif et connecté pour donner du souffle à la recherche sur les maladies du cerveau



L'Institut innove avec un défi sportif 100 % connecté en faveur de la recherche sur le cerveau et les pathologies qui l'affectent.

**Du 10 au 21 septembre 2024, ensemble, créons l'événement pour donner un grand élan à la recherche !**

Mobilisez-vous avec nous, à l'occasion des "Foulées du Cortex", un événement ludique, sportif et collectif ! Le principe est simple, tous les kilomètres parcourus seront transformés en euros : une randonnée en forêt, une balade en ville, une séance de jardinage...  
**Pendant ces 11 jours, chaque pas compte !**



### Comment participer ?

Le défi connecté des "Foulées du Cortex" est un événement en ligne ouvert à toutes celles et tous ceux qui souhaitent agir à leur échelle pour accélérer le combat contre les maladies du cerveau. En effet, quel que soit votre niveau, athlète expérimenté ou amateur de promenades, tout le monde a le pouvoir de collecter des dons **au profit de l'Institut du Cerveau et de ses recherches.**

Pour rejoindre le mouvement des "Foulées du Cortex", rien de plus simple :



### Un élan collectif contre les maladies du cerveau

Que vous soyez un particulier ou une entreprise, votre participation est essentielle pour donner à nos chercheurs les moyens de lutter contre les maladies d'Alzheimer, de Parkinson, la sclérose en plaques, les accidents vasculaires cérébraux, les tumeurs cérébrales, l'épilepsie, la dépression et bien d'autres.

Pour en savoir plus sur l'événement et les modalités d'inscription, flashez ce QRCode :



**Vous êtes une entreprise ?**  
Pour constituer votre équipe, contactez-nous à l'adresse mail suivante : [foulees.entreprises@icm-institute.org](mailto:foulees.entreprises@icm-institute.org)

À bientôt !



« Puis-je organiser une collecte en ligne afin de me mobiliser autrement aux côtés de l'Institut du Cerveau ?  
Marion

Tout d'abord, un grand merci Marion, c'est très généreux de votre part. Sachez que l'Institut du Cerveau met à votre disposition sa plateforme 100 % sécurisée qui vous permettra de rallier votre entourage à cette cause qui vous tient à cœur : le combat contre les maladies du cerveau.

C'est très simple ! À l'occasion d'un anniversaire, d'un départ à la retraite, ou encore pour rendre hommage à un proche disparu, vous pouvez créer votre page de collecte personnelle en vous rendant sur notre plateforme dédiée. Il vous suffira ensuite d'inviter et d'encourager votre entourage personnel et/ou professionnel à soutenir votre initiative par un don.

Grâce à vous, les fonds collectés offriront des moyens supplémentaires aux chercheurs pour accélérer les découvertes au bénéfice des milliers de patients touchés par une maladie du système nerveux.

Sachez également que vous pouvez affecter votre collecte au domaine de recherche de votre choix. Dans ce cas, n'hésitez pas à prendre contact avec nous avant la création de votre page.  
Encore merci ! »

### Voici un exemple de collecte réalisée au profit de l'Institut du Cerveau :

À l'occasion de leurs 50 ans respectifs ainsi que du renouvellement de leurs vœux de mariage, Philippe et Caroline G. ne désiraient pas recevoir de cadeaux. En revanche, ayant des proches touchés par des maladies du cerveau, ils ont voulu mobiliser leur famille et leurs amis et les inciter à faire un don au profit de la recherche à l'Institut du Cerveau. Près de 5 000 € ont été collectés grâce à eux. Nous les en remercions !

► **POUR CRÉER VOTRE PAGE DE COLLECTE**, rendez-vous sur notre plateforme : <https://jecollecte.institutducerveau-icm.org/> ou flashez ce QRCode :



► **POUR EN SAVOIR PLUS** et réussir votre collecte au profit de l'Institut du Cerveau, n'hésitez pas à nous contacter par email : [contact@icm-institute.org](mailto:contact@icm-institute.org)

## F.A.Q. ?

### J'envisage de faire un legs à l'Institut du Cerveau. À quoi correspond le FCDDV ?

Le FCDDV correspond au Fichier Central des Dispositions de Dernières Volontés, appelé aussi "fichier des testaments". Après le décès, ce fichier est systématiquement interrogé pour savoir si le défunt avait déposé un testament et quel notaire avait enregistré son état civil.

### Est-ce que je reste propriétaire de mon appartement si je vous le lègue ?

Oui bien sûr, vous restez propriétaire de tous les biens que vous prévoyez de léguer, le testament ne prenant effet qu'à compter de votre disparition.

### Si je fais un legs à l'Institut du Cerveau, réglez-vous des droits de succession ?

Non. En tant que Fondation Reconnue d'Utilité Publique, l'Institut du Cerveau est totalement exonéré de droits de succession : 100 % de votre legs reviendra à la recherche, sans aucun prélèvement de l'État.

À l'Institut du Cerveau,  
il n'y a pas que les chercheurs qui font avancer la recherche.

Comme Jeanne et François, faites un legs  
pour accompagner nos 700 chercheurs  
vers de nouvelles découvertes.



ALZHEIMER - PARKINSON - TUMEURS CÉRÉBRALES - DÉPRESSION - AVC

 Institut  
du Cerveau

Pour obtenir plus d'informations sur les legs, donations et assurances-vie,  
contactez Carole Clément au 01 57 27 41 41 ou rdv sur [legs.institutducerveau.fr](http://legs.institutducerveau.fr)

Institut du Cerveau - Hôpital Pitié-Salpêtrière - 47 boulevard de l'Hôpital 75013 Paris

## BULLETIN DE SOUTIEN

Merci de libeller votre chèque à l'ordre de l'Institut du Cerveau  
et de nous l'adresser accompagné de ce bulletin  
à l'Institut du Cerveau - Hôpital Pitié-Salpêtrière  
CS 21414 - 75646 Paris cedex 13 - France.

 Institut  
du Cerveau

**Oui, je souhaite aider les chercheurs de l'Institut du Cerveau à aller encore plus loin dans la recherche contre les maladies du cerveau et de la moelle épinière.**

Je vous adresse un don de : ..... €  
(montant à ma convenance)

**RÉDUCTION FISCALE DE 66 %**  
Un don de 150 € ne vous coûte que 51 €

M<sup>me</sup>     M.     M. et M<sup>me</sup>

Nom : ..... Prénom : .....

Raison sociale (si vous faites un don au nom de votre entreprise) : .....

Adresse : .....

Code postal : ..... Ville : .....

E-mail : ..... @ .....

Je désire recevoir gratuitement des informations sur les legs et donations.

**Vous souhaitez recevoir un reçu fiscal pour l'Impôt sur les Sociétés (IS) ?**

Merci d'indiquer le numéro de SIREN de votre entreprise : .....



La Fondation L'Institut du Cerveau adhère aux règles de déontologie du Comité de la charte du don en confiance.

Les informations recueillies sur ce bulletin sont enregistrées dans un fichier informatisé sous la responsabilité de l'Institut du Cerveau, ceci afin de pouvoir vous adresser votre reçu fiscal, vous rendre compte de l'utilisation de votre don, vous inviter à des conférences ou événements, faire appel à votre générosité et parfois à des fins d'études pour mieux vous connaître, recueillir votre avis et améliorer nos pratiques. Ces données, destinées à l'Institut du Cerveau, peuvent être transmises à des tiers qu'il mandate pour réaliser l'impression et l'envoi de vos reçus, nos campagnes d'appel à don ou des études, certains de ces tiers peuvent être situés en dehors de l'Union Européenne. Votre adresse postale peut aussi faire l'objet d'un échange avec certains organismes dans le cadre d'une prospection caritative. Si vous ne le souhaitez pas vous pouvez cocher la case ci-contre :  Vous disposez d'un droit d'accès, de rectification, de suppression, d'opposition, de limitation ou de portabilité des données personnelles vous concernant, en vous adressant à notre service donateurs : Institut du Cerveau / Hôpital Pitié-Salpêtrière - CS 21414 - 75646 Paris Cedex 13 Tél. 33 (0)1 57 27 47 56, email : [rgpd@icm-institute.org](mailto:rgpd@icm-institute.org). Vous avez aussi la possibilité d'introduire une réclamation auprès d'une autorité de contrôle. L'Institut du Cerveau attache la plus grande importance à la protection de vos données personnelles et au respect de vos souhaits.