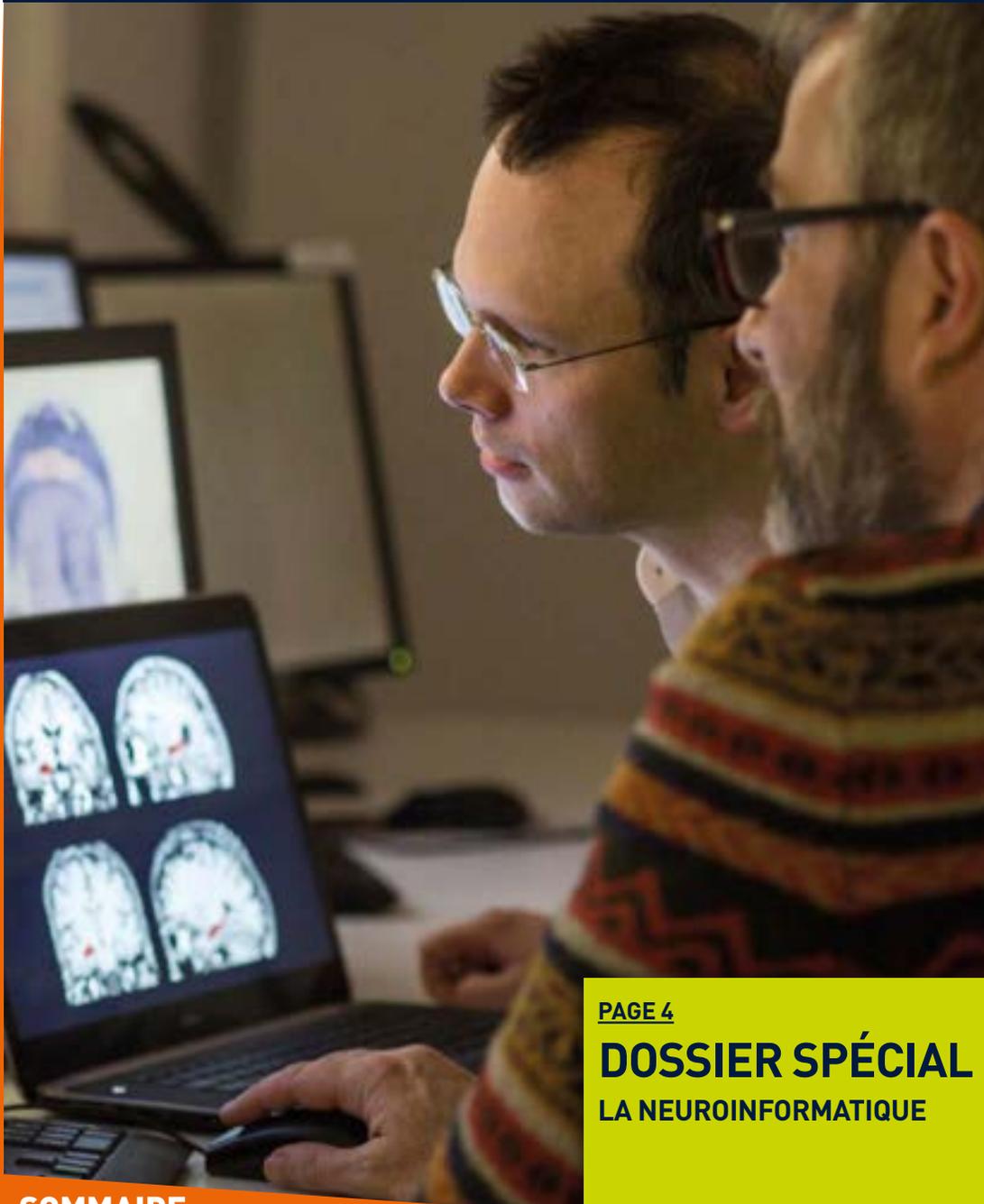


# POUR VOUS & AVEC VOUS

Le journal des donateurs de l'Institut du Cerveau et de la Moelle épinière



PAGE 4

**DOSSIER SPÉCIAL**  
**LA NEUROINFORMATIQUE**

## SOMMAIRE

  
**P. 2 Actualités**  
Prix de l'Excellence

  
**P. 4 Dossier**  
La Neuroinformatique

  
**P. 8 Découvrir**  
AVC : des régions cérébrales associées à une moins bonne récupération

  
**P. 10 Témoignage**  
La course pour la recherche et l'espoir



« Demain, la médecine sera bouleversée.

- Ah bon ?
- Oui, déjà aujourd'hui, on guérit 60 % des cancers, on sait vaincre les épidémies, on change des genoux, des reins, des cœurs, des poumons...
- Oui, mais ce n'est pas le cas

des maladies du système nerveux !

- En effet, mais dans ce domaine la recherche va plus vite qu'on ne pense.

- Et quels moyens employer, s'il vous plaît ?

- Tous les moyens de la science biologique et du comportement, mais plus particulièrement l'intelligence artificielle.

- Tiens... pourquoi l'intelligence artificielle ?

- Parce que les systèmes de communication informatique, avec leurs circuits intégrés de plusieurs dizaines de milliards de transistors, permettent déjà de comprendre l'organisation gigantesque de l'architecture des neurones au sein du cerveau. Songez qu'aujourd'hui, une machine sait reconnaître un visage parmi un million ; à l'aide d'électrodes implantées dans le cerveau, on peut commander un robot avec un simple ordinateur ; les algorithmes les plus récents permettent d'inventer de nouveaux procédés thérapeutiques, etc. Demain, les ordinateurs quantiques seront capables de mimer un cerveau humain...

- En supposant que vous ayez raison, il en faudra du temps !

- Pas sûr ! La science est imprévisible. Si l'intelligence artificielle permet de mieux comprendre comment fonctionne le cerveau, et comment il dysfonctionne, il sera enfin possible de guérir les maladies d'Alzheimer et de Parkinson, la sclérose latérale amyotrophique, la sclérose en plaques, les épilepsies résistantes, les cancers du cerveau, les accidents vasculaires cérébraux, la schizophrénie et l'autisme, les dépressions graves...

- C'est incroyable !

- Non, c'est une réalité. Ainsi l'Institut du Cerveau et de la Moelle épinière s'est doté d'une plateforme dédiée où chercheurs, ingénieurs et techniciens s'attèlent, au quotidien, à développer des modules pour prédire les maladies du système nerveux afin de mieux les traiter. »

Pr Yves Agid

Membre fondateur de l'ICM

### HAUTE DISTINCTION



dans le monde.

Le Prix de l'Excellence Française dans la catégorie « recherche médicale » a été remis en décembre dernier à l'ICM pour la qualité de sa recherche et sa capacité d'innovation participant ainsi au rayonnement de la France

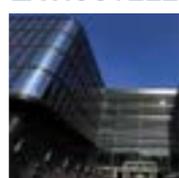
### LES CHERCHEURS DE L'ICM À L'HONNEUR



La réputation internationale de notre Institut se construit jour après jour grâce au travail incroyable de nos chercheurs qui se voient récompensés. Ainsi récemment le Pr Alexandra Durr s'est vue décernée

le Prix Lamonica de Neurologie par l'Académie des sciences ; Michel Thiebaut de Schotten, la Médaille de bronze du CNRS et Fabrizio De Vico Fallani, le Junior Scientific Award de la Complex Systems Society.

### LA NOUVELLE UNITÉ DE RECHERCHE DE L'ICM



Depuis le 1er janvier 2019, l'Unité Mixte de Recherche de l'ICM est renouvelée pour un nouveau mandat, confirmant notre stratégie scientifique et médicale ambitieuse vers toujours plus d'approches pluridisciplinaires. La nouvelle Unité de recherche regroupe donc 24 équipes de recherche et s'organise en 4 domaines : moléculaire et cellulaire, neurophysiologie, cognition, clinique et translationnel.

### RECRÉER DU LIEN



Pour pallier l'isolement de près d'un million de seniors en France dont les conséquences peuvent être un facteur de risque dans le développement de certaines maladies neurologiques, NESCAFE a conçu une application

unique en partenariat avec l'ICM. Re:connect permet de partager une photo avec un message depuis son mobile, sur l'ordinateur de la personne isolée grâce à une extension dédiée. Intelligent ! **À télécharger gratuitement sur [www.nescafe.fr/reconnect](http://www.nescafe.fr/reconnect).**

### MERCI AUX DÉCOUVREURS D'ESPOIR 2018



7205 ! C'est le nombre de Découvreurs d'Espoir 2018 ayant répondu à l'appel de l'acteur Guillaume de Tonquédec, parrain de cette grande opération de mobilisation. Un grand merci à tous les donateurs pour leur soutien.

## INFORMATION PARTENAIRES :

### Un partenariat pour soutenir les efforts de recherche dans la maladie d'Alzheimer.

L'Institut du Cerveau et de la Moelle épinière (ICM) et le fonds de soutien à la recherche en santé MSDAVENIR du laboratoire pharmaceutique MSD France ont signé, le 17 janvier dernier, une convention de partenariat. D'un montant de 1,5 million d'euros, cette association permettra d'accompagner le projet MINIAD porté par le Pr. Philippe Ravassard pour accélérer le développement de nouvelles pistes thérapeutiques dans la maladie d'Alzheimer.

Aujourd'hui, la plupart des approches développées pour la prise en charge des maladies neurodégénératives se focalisent sur le ralentissement de la progression de la maladie et/ou sur le traitement des symptômes associés. Très peu d'approches tentent de changer le cours de la maladie ou de réparer le tissu cérébral endommagé. La technologie des « mini-brains » - organoïdes créés à partir des cellules souches pluripotentes induites (iPSC) de patients - représente, par contre, un nouveau modèle de choix prometteur pour ces études précliniques.



Le Pr Gérard Saillant, Président de l'ICM et Cyril Schiever, Président du Conseil d'administration de MSDAVENIR signant la convention de partenariat.

### VIDÉOS EN PARTENARIAT AVEC LE FIGARO

Jean Daunizeau le 29 octobre — Pouvoir et influence des décisions  
<http://sante.lefigaro.fr/dossier/les-mysteres-du-cerveau>

Pour vous & avec vous est le journal de l'ICM envoyé à ses donateurs. N° 16 – mars 2019. Rédactrice en chef : Axelle de Chaillé. Comité de rédaction : Jean-Louis Da Costa, Astrid Crabouillet, Nicolas Brard et Claire Pennelle. Réalisation : Louis. Imprimeur : BB création. Tirage : 93 000 exemplaires. © ICM – J.P. Pariente – Publicis – Gérard Saillant – INSERM – Michel Thiebaut de Schotten



## À lire sur le site ICM

- L'effet « boubou-kiki » dans notre cerveau !
- Dévoiler les dynamiques de la plasticité cérébrale

## VIDÉOS

[icm-institute.org/videos](http://icm-institute.org/videos)

- Open Brain Bar #9, en partenariat avec Pariscience : Le pouvoir nuit-il gravement au cerveau ?
- Open Brain Bar #10 : la rééducation post-AVC



Chaque mois découvrez les avancées de la recherche et les actualités de l'Institut en vous inscrivant sur notre site internet ou à la newsletter.  
Inscription : [icm-institute.org](http://icm-institute.org)

## AGENDA

●●● 16 mars 2019  
– Semaine du cerveau à l'ICM, ouverture au grand public : ateliers et conférences

●●● Avril 2019  
– Open Brain Bar #11 sur les grandes innovations en matière de santé connectée

Infos et inscriptions sur : [icm-institute.org/fr/obb/](http://icm-institute.org/fr/obb/)

●●● 25 avril 2019  
– Conférence donateurs sur la neuroinformatique

Mise en ligne sur notre site Internet  
[www.icm-institute.org](http://www.icm-institute.org)

# LA NEUROINFORMATIQUE

## LA NEUROINFORMATIQUE POUR LA RECHERCHE ET LA MÉDECINE DE DEMAIN

**D**epuis quelques années, la recherche scientifique et médicale fait face aux défis des données. Les progrès technologiques des sciences fondamentales, les études cliniques de grande ampleur, sont aujourd'hui à l'origine de données toujours plus nombreuses, toujours plus complexes. Tirer parti au mieux de toutes ces données représente un véritable défi scientifique et technique avec à la clé la possibilité de faire émerger de toutes nouvelles hypothèses sur l'origine des maladies neurologiques et psychiatriques, et développer des outils technologiques pour mieux diagnostiquer, pronostiquer et traiter les patients. L'ICM se met en ordre de marche pour répondre à ces enjeux !

### L'ENJEU DES BIG DATA

La science des données, Big Data, ouvre de nouveaux horizons à la recherche sur le cerveau et va permettre à la médecine de disposer d'une multitude d'informations précieuses encore jamais exploitées ensemble. Un des atouts majeurs de l'ICM est de pouvoir collecter de grandes quantités de données médicales et biologiques de toute nature et de savoir les « faire parler » grâce à la puissance de ses outils de calcul statistique et à la collaboration de nombreux acteurs : chercheurs, ingénieurs, médecins, informaticiens et techniciens. Plusieurs projets multidisciplinaires, associant génomique, neuroimagerie, observations cliniques, et sciences des données, sont en cours et misent sur une utilisation efficace de l'intelligence artificielle. Ils constituent un grand espoir dans l'amélioration de la compréhension du cerveau et de ses pathologies, le diagnostic et l'aide au développement des traitements personnalisés.

Des techniques comme le séquençage entier du génome, l'imagerie de pointe (IRM, TEP,...) ou l'électrophysiologie génèrent des données avec des millions à des milliards de variables pour un grand nombre d'individus. Il faut pouvoir modéliser, combiner et analyser ces données pour en tirer des conclusions et des résultats pertinents. La neuroinformatique conçoit, développe et déploie les outils informatiques et mathématiques qui permettent l'utilisation et l'exploitation conjointe de tous ces types de données différentes. Elle rend possible le développement de modèles prédictifs pour anticiper l'apparition et ou l'évolution d'une maladie et identifier des biomarqueurs dits précoces pour permettre une prise en charge au plus tôt, avant même l'apparition des symptômes visibles. Dans le cas des lésions cérébrales post-AVC, ces modèles prédictifs ont permis de modéliser l'évolution des connexions cérébrales permettant de prédire les séquelles éventuelles et ainsi d'adapter la rééducation en conséquence.



### LA PROTECTION DES DONNÉES

Ségolène Aymé

Médecin généticienne, fondatrice d'Orphanet  
et Présidente du comité d'éthique de l'ICM

Alors même que tout le monde s'accorde sur l'indéniable bénéfice de cette révolution technologique qu'est la science des données et l'intelligence artificielle, les questions de protection des données et de leur utilisation éthique restent à résoudre. Qui aura accès à ces données ? Pour quelles utilisations ? Quid du secret médical et du respect de la vie privée ? Sera-t-il possible de modifier ou supprimer ses données personnelles ? Le Comité consultatif national d'éthique se positionne et plaide pour « redonner à l'individu une certaine maîtrise sur les données qui le concernent, ainsi que la compréhension de ce qui en est fait » et précise le principe juridique du « consentement libre et éclairé » dans ce nouveau domaine. De manière non contradictoire, les progrès scientifiques ne peuvent se concevoir que dans un esprit collaboratif où le partage des connaissances et des données, élément essentiel à de nouvelles découvertes. A l'ICM, nous nous faisons une priorité d'assurer que la protection des données soit prise en compte dès la conception d'un projet.



### Modéliser les maladies, vers un changement de paradigme

L'intégration des données cliniques, génétiques et d'imagerie recueillies auprès des patients est l'un des défis de la médecine de demain. Comment combiner l'ensemble de ces données variées et complexes en une information utile à la recherche ? Comment corréler ces données entre elles pour prédire l'évolution de la maladie et adapter les traitements ? Comment corréler les données associées à des pathologies différentes pour identifier des mécanismes pathologiques communs ? Les nombreuses données collectées auprès des patients, génétiques, physiologiques, comportementales, cliniques et d'imagerie nécessitent de développer des méthodes d'analyse et des outils mathématiques innovants pour mieux caractériser chaque maladie que nous étudions à l'ICM, de la maladie d'Alzheimer aux accidents vasculaires cérébraux en passant par la maladie de Parkinson, les dégénérescences fronto-temporale, l'épilepsie ou encore la sclérose en plaques.

« Un des challenges à venir sera de trouver des analyses adaptées à la recherche de biomarqueurs de ces maladies. À partir de l'analyse conjointe d'informations brutes, le but est d'extraire des combinaisons spécifiques de données associées à une maladie ou à un stade de la maladie permettant un diagnostic parfois même avant l'apparition de signes cliniques ou une prédiction précoce de leur évolution. »  
Olivier Colliot (CNRS)

Co-directeur de l'équipe ARAMIS (équipe commune INRIA/CNRS/Inserm/Sorbonne Université) de l'ICM

### Un centre de Neuroinformatique, à l'avant-garde de la science des données dans la recherche biomédicale

Le Centre de Neuroinformatique de l'ICM a pour objectif de rassembler, analyser et mettre à la disposition des scientifiques les milliers de données scientifiques et médicales dans une approche décloisonnée et pluridisciplinaire de la recherche. Il s'agit d'un centre virtuel ouvert de façon à mettre en relation toutes les personnes qui travaillent à la gestion et l'exploitation de données de la recherche, et leur offrir une infrastructure matérielle et logicielle commune garantissant l'interopérabilité de leurs données avec celles des autres. Par ce biais, il contribue à l'harmonisation et au partage des meilleures pratiques en gestion de données au sein de l'ICM et s'appuie sur une vision partenariale de la recherche en coordonnant les activités de chercheurs, d'ingénieurs, de médecins, d'informaticiens et techniciens.

« Notre ambition est de construire le plus grand entrepôt de données de recherche en neurosciences au monde. La mise à disposition de ces données au niveau international et leur exploitation par de puissants outils de calcul scientifique et statistique conduira à une meilleure compréhension du cerveau humain, au développement de nouvelles stratégies thérapeutiques et à la mise au point d'outils d'aide à la décision diagnostique et thérapeutique pour les médecins. »  
Stanley Durrleman (INRIA)

Directeur du centre de Neuroinformatique de l'ICM

À terme, il pourrait permettre d'offrir aux médecins de nouveaux outils diagnostiques et thérapeutiques pour les maladies neurologiques afin de proposer au patient le bon traitement, au bon moment, en fonction de son profil et de l'évolution de sa maladie. Un investissement d'avenir pour des thérapies toujours plus ciblées et personnalisées.

## UN GRAND NOMBRE DE MALADIES NEUROLOGIQUES ÉTUDIÉES À L'ICM SE CARACTÉRISENT PAR :



Une hétérogénéité des symptômes et des manifestations cliniques observées chez les patients atteints d'une même maladie et chez un même patient selon le stade d'évolution de la maladie.



Une réponse aux traitements médicamenteux ou de rééducation différente selon les patients.



Une diminution progressive des facultés motrices et intellectuelles dues à la dégénérescence plus ou moins rapide des cellules du système nerveux central, les neurones.



Dans certains cas, une composante génétique à l'origine de la maladie mais aussi de sa sévérité et de sa vitesse d'évolution.



Nous savons aujourd'hui qu'il existe des signes avant-coureurs biologiques de ces maladies et qu'un traitement à plus de chance d'être efficace s'il est administré tôt, parfois même avant que les symptômes n'apparaissent. C'est tout le challenge des chercheurs de l'ICM de mettre en évidence des « biomarqueurs » pour diagnostiquer la maladie très précocement mais aussi de prévoir son évolution.

L'apport de la neuroinformatique dans ces projets est essentiel car elle permet d'analyser ensemble des données très diverses, du taux sanguin d'une molécule, à la présence d'une mutation génétique, ou encore une perte de volume d'un tissu cérébral. A terme, l'analyse de toutes les données issues de chaque projet permettra de comprendre, par exemple, quels traitements sont les plus efficaces selon les caractéristiques génétiques ou physiologiques des patients. Elle permettra donc de mettre en place une médecine personnalisée et ciblée, le bon traitement, au bon moment au bon patient.

D'autre part, nous savons aujourd'hui que plusieurs maladies neurologiques ont en commun des mécanismes physiopathologiques, comme par exemple l'inflammation du cerveau. L'analyse conjointe des données issues de plusieurs maladies pourrait permettre de mieux comprendre ce mécanisme qui a un effet parfois inverse dans une pathologie comparée à une autre, pour finalement mieux le contrôler.

## LA NEUROINFORMATIQUE, COMMENT ÇA MARCHE ?

## 1. Rassemblement des données (a posteriori ou au moment de l'acquisition)

Elles peuvent être cliniques, génétiques, comportementales, d'imagerie ou encore biologiques. Les données sont vérifiées, annotées, dé-identifiées et référencées.

## 2. Mise au point d'algorithmes pour combiner les données collectées et les analyser

Les données sont organisées et intégrées à des bases de données, puis analysées par des programmes informatiques, les algorithmes.

## 3. Modélisation des données

Les algorithmes sont déployés à grande échelle sur des architectures informatiques dédiées. Il en résulte, selon les scénarios, la synthèse de modèles numériques, ou des outils prédictifs par exemple.

## 4. Validation des modèles établis

L'efficacité des modèles est testée et vérifiée sur de nouveaux jeux de données.

## 5. Déploiement du modèle auprès des communautés scientifiques et médicales

Les modèles sont ainsi interrogés dans d'autres contextes de recherche. La finalité étant selon les cas, leur utilisation à des fins de recherche clinique, thérapeutique ou plus fondamentale.

## DES PROJETS DANS DE NOMBREUSES PATHOLOGIES DU SYSTÈME NERVEUX

## Win-HD : Comprendre le développement de la maladie de Huntington (Pr Alexandra Durr)

Le projet Win-HD s'intéresse à la phase présymptomatique de la maladie de Huntington. Cette pathologie débute généralement entre 30 et 50 ans et se manifeste par des troubles moteurs, cognitifs et psychiatriques qui s'aggravent progressivement jusqu'à la perte d'autonomie. Une étude internationale a montré que les individus porteurs de la mutation génétique développaient, bien avant le début des troubles, une atrophie de la substance blanche du cerveau, qui contient la majorité des axones connectant les neurones entre eux. Le projet Win-HD explore une hypothèse nouvelle pour expliquer le développement de la maladie en étudiant le rôle des anomalies de la substance blanche, et en particulier des oligodendrocytes, les cellules qui servent de support énergétique aux neurones, dans le développement de la maladie.

## Dynamo : Un modèle numérique de l'évolution de la maladie d'Alzheimer (Stanley Durrleman)

Ce projet repose sur la capacité de l'ICM à collecter et exploiter des données issues de milliers de personnes atteintes de maladie d'Alzheimer ou considérées comme risquant de la développer. Ces big data, confrontées les unes aux autres dans des modèles mathématiques dynamiques très précis, pourraient révéler les biomarqueurs les plus fiables de la maladie d'Alzheimer et les mécanismes à l'œuvre dans celle-ci. L'objectif final consiste à créer un outil informatique accessible aux médecins, capable de diagnostiquer au plus tôt la maladie et de produire un pronostic d'évolution personnalisé pour chaque patient afin de la prendre en charge au plus vite et proposer un traitement adapté à chacun.

## Sémaphore : Personnaliser la prise en charge de la maladie de Parkinson (Pr Stéphane Lehericy, Stanley Durrleman, Pr Marie Vidailhet et Pr Jean-Christophe Corvol)

Il n'y a pas une, mais des maladies de Parkinson. Parce que la maladie évolue différemment selon les patients et que la réponse aux traitements n'est pas la même pour tous, il est indispensable de pouvoir comprendre son évolution afin d'adopter la meilleure stratégie thérapeutique, individualisée. En identifiant des marqueurs de cette pathologie et des facteurs prédictifs de son évolution, l'objectif poursuivi par les équipes de l'ICM est de structurer un modèle personnalisé de la progression de la maladie de Parkinson qui permettra d'adapter la prise en charge par des approches ciblées sur les mécanismes de la maladie.

## Attack-AVC : Cartographier le cerveau pour améliorer la récupération des patients dans l'AVC (Dr Charlotte Rosso et Fabrizio de Vico Fallani)

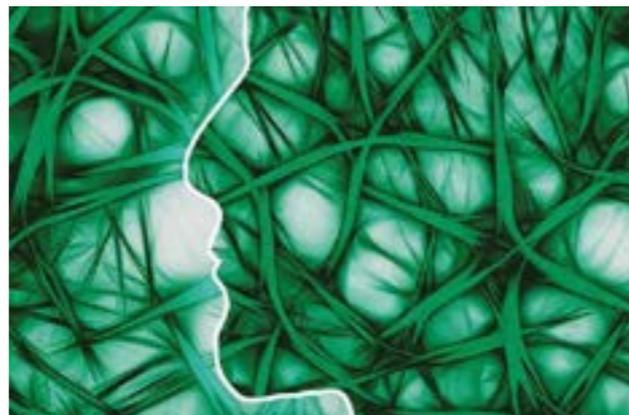
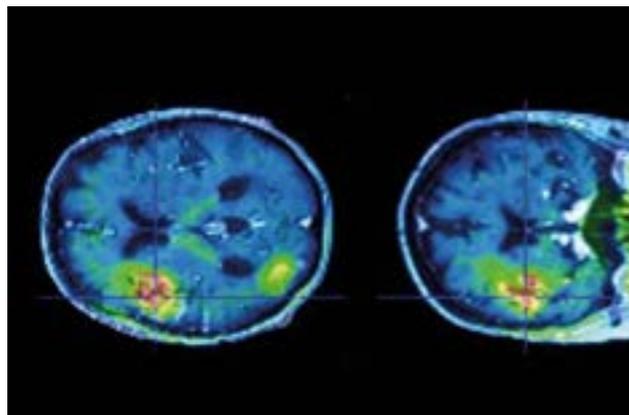
Une des premières questions de patients ayant subi un accident vasculaire cérébral (AVC) est « Comment vais-je récupérer ? » et il est actuellement difficile de leur donner une réponse précise. Au travers du projet ATTACK-AVC, les chercheurs de l'ICM cartographieront la dynamique des réseaux cérébraux des patients suite à un AVC, afin de mettre en lumière des marqueurs associés à une meilleure récupération motrice. Il sera possible de déterminer une « carte d'identité cérébrale » personnelle indiquant le profil de récupération de chaque patient. A terme, l'objectif est d'appliquer ces méthodes en clinique pour développer des solutions de rééducation sur-mesure.

## PREVDEMALS : Identifier des biomarqueurs précoces dans les dégénérescences fronto-temporales et la sclérose latérale amyotrophique (Dr Isabelle Le Ber et Olivier Colliot)

Les dégénérescences fronto-temporales (DFT) et la sclérose latérale amyotrophique (SLA) sont des maladies neurodégénératives pouvant avoir une cause génétique commune, dont la plus fréquente est une mutation du gène c9orf72. Pour mesurer l'efficacité d'une thérapie alors que les symptômes ne sont pas encore présents, il est nécessaire d'avoir des marqueurs de l'évolution de la maladie. Grâce à la cohorte PREVDEMALS, composée de 80 personnes asymptomatiques à risque d'être porteuses de la mutation c9orf72, donc de développer une DFT ou une SLA dans quelques années, deux études menées à l'ICM et à l'Hôpital de la Pitié-Salpêtrière ont montré pour la première fois des altérations cognitives et structurales très précoces chez des sujets de moins de 40 ans, détectables en moyenne 25 ans avant le début des symptômes.

## MS-Bioprogress : Évaluer le potentiel de réparation dans la sclérose en plaques (Violetta Zujovic et Dr Céline Louapre)

Dans la sclérose en plaques, la gaine de myéline qui entoure, nourrit et protège les neurones, est dégradée. Elle peut se régénérer mais chaque patient présente des capacités de récupération différente. De manière intéressante, il a été montré une très forte corrélation entre la capacité de réparation de la myéline et le handicap observé chez les patients. L'analyse de données cliniques, biologiques et d'imagerie issus de patients vise à identifier des biomarqueurs permettant un pronostic précoce d'évolution de la maladie associée à une capacité plus ou moins forte de réparation. Évaluer le risque de chaque patient à développer une forme sévère de la maladie permettra de mettre en place précocement un traitement adapté et optimisé.



### AVC : DES RÉGIONS CÉRÉBRALES ASSOCIÉES À UNE MOINS BONNE RÉCUPÉRATION

Aujourd'hui on considère que le traitement de l'AVC doit être prodigué dans les 6 heures après le début des symptômes. Les médecins ont besoin d'arguments pour parfois aller en dehors de cette fenêtre de traitement. L'objectif d'une étude conduite par Charlotte Rosso à l'ICM et à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière était d'identifier des régions prédictives du pronostic à 3 mois chez des patients traités dans les 6 premières heures de l'AVC par thrombectomie. Existe-t-il des régions du cerveau qui, lorsqu'elles sont touchées, sont associées à une moins bonne récupération fonctionnelle des patients ?

Les chercheurs et cliniciens ont réuni les données de plus de 400 patients issus de 9 centres hospitaliers. Ils ont mis en perspective les régions du cerveau touchées par l'AVC chez chaque patient et le pronostic global à 3 mois, c'est-à-dire si la personne est autonome dans sa vie quotidienne (s'habiller, se laver, se nourrir, faire ses courses, ses papiers...).

Ils ont ainsi identifié plusieurs régions associées à un moins bon pronostic : une aire motrice et une aire corticale responsable du langage dans l'hémisphère gauche et plusieurs régions associées aux fonctions exécutives comme la planification ou l'attention spatiale dans l'hémisphère droit. Il serait donc particulièrement important de préserver ces régions. Si elles ne sont pas encore complètement touchées par l'infarctus cérébral, intervenir un peu en dehors de la fenêtre thérapeutique représenterait un bénéfice conséquent pour le patient.

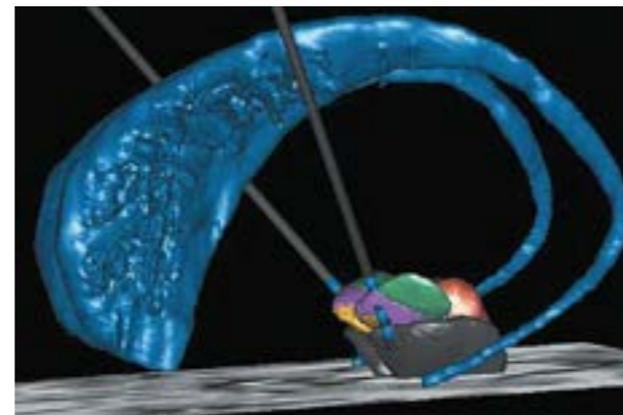
Ces résultats mettent aussi l'accent sur les régions importantes à préserver ou sur lesquelles intervenir particulièrement lors de la rééducation pour les renforcer et les rendre de nouveau fonctionnelles. La prochaine étape est de confirmer ces données à partir d'une nouvelle cohorte, grâce à l'ouverture prochaine d'une base de données nationale de prise en charge des AVC.

### UN ALGORITHME FIALE ET ACCESSIBLE POUR LE DIAGNOSTIC DES ÉTATS DE CONSCIENCE À PARTIR D'UN SIMPLE EEG

Les troubles de la conscience sont un défi majeur pour les neurosciences cliniques. Après une période transitoire de coma, on distingue classiquement deux états : l'état « végétatif », dans lequel le patient n'est pas conscient, et l'état de conscience minimale qui correspond à un certain degré de conscience. La distinction entre ces deux états a des implications majeures en termes de prise en charge médicale, or elle est très difficile si elle est fondée uniquement sur l'examen clinique. Plusieurs outils ont été développés ces dernières années mais sont réservés à quelques centres experts. Une étude conduite par Denis Engemann de l'Inria, Federico Raimondo et Jacobo Sitt, membres du PICNIC Lab à l'ICM, propose et valide un outil diagnostique « DoC-Forest » utilisant des données d'électroencéphalographie (EEG), basé sur des données cliniques de l'Hôpital Pitié-Salpêtrière AP-HP à Paris.

Ils ont évalué l'algorithme sur deux nouveaux jeux de données provenant de l'hôpital Pitié-Salpêtrière AP-HP à Paris et du Coma Science Group à l'Université de Liège. Bien que les conditions d'enregistrement EEG soient différentes, l'algorithme généralise efficacement ses diagnostics, suggérant la présence des signatures EEG communes dans les troubles de la conscience.

Les chercheurs valident la robustesse et la fiabilité de cette technique EEG pour le diagnostic des troubles de la conscience. Grâce à cet outil, le diagnostic du niveau de conscience pourra se faire à partir d'une faible quantité de données extraites d'un simple EEG. Il propose une méthode simple et accessible à la plupart des hôpitaux dans le monde entier. Des études complémentaires auront pour objectif d'étendre ces résultats au pronostic des troubles de la conscience, leur évolution attendue, ainsi qu'à d'autres états de conscience. Elles permettront également d'optimiser les algorithmes grâce à des jeux de données plus importants.



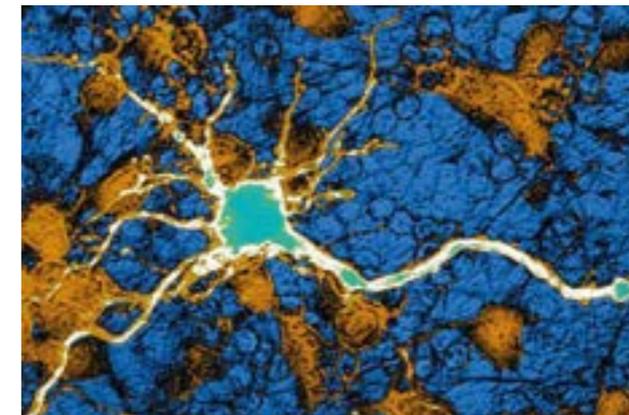
### LA STIMULATION CÉRÉBRALE PROFONDE DANS LA DYSTONIE MYOCLONIQUE

Le Myoclonus dystonia est une maladie rare qui débute généralement au cours de l'enfance ou de l'adolescence et se traduit par deux types de symptômes : des secousses musculaires (myoclonies) et une posture anormale de certaines parties du corps (dystonie). Ils s'accompagnent également de divers symptômes neuropsychiatriques comme des troubles anxieux ou des troubles obsessionnels compulsifs. L'ensemble de ce tableau clinique conduit souvent à des difficultés d'adaptation sociale, source de souffrance pour les patients. La stimulation cérébrale profonde (DBS), qui consiste à implanter un dispositif délivrant des stimulations électriques dans des régions très spécifiques du cerveau, représente une option prometteuse dans cette maladie.

Des résultats antérieurs ont montré l'efficacité de la stimulation du globus pallidus interne, une structure cérébrale appartenant aux ganglions de la base et impliquée dans la motricité et la posture, dans différentes formes de dystonie.

Une étude conduite par l'équipe de Marie Vidailhet et Stéphane Lehericy, publiée dans la revue *Movement Disorders*, s'est intéressée aux effets à long terme de la stimulation cérébrale profonde du globus pallidus interne chez 9 patients atteints de myoclonus dystonia et traités par cette méthode depuis au moins 5 ans (durée maximale de suivi 14 ans). Les chercheurs ont évalué un ensemble de symptômes : les capacités motrices, le handicap, différentes fonctions cognitives, l'humeur et l'adaptation sociale.

Les capacités de mouvements et le handicap se sont améliorés chez ces patients, de même que l'adaptation sociale chez huit d'entre eux. De plus, aucun effet secondaire durable n'a été observé. Leurs résultats montrent que la stimulation cérébrale profonde du globus pallidus interne est une option thérapeutique efficace et sûre pour le traitement de la dystonie de type myoclonus dystonia avec des effets durables sur les symptômes moteurs, la qualité de vie générale et l'adaptation sociale.



### DES NEURONES SENSIBLES AUX DEFORMATIONS DE L'AXE SQUELETTIQUE DORSAL : RÔLE DANS LA SCOLIOSE IDIOPATHIQUE ?

Une des caractéristiques de la surface des cavités cérébrales et du canal central de la moelle épinière est la présence de cils, qui par leur mobilité permettent la circulation du liquide céphalospinal (LCS). Ce liquide joue un rôle de protection contre les chocs et infections, et permet aussi l'évacuation des déchets du système nerveux central.

Chez plusieurs espèces de vertébrés, il existe des neurones particuliers, les neurones en contact avec le LCS bordant les cavités du canal central de la moelle épinière. Ils sont caractérisés par l'expression de la protéine Pkd2l1, qui les rend sensibles aux variations d'acidité du LCS et aux courbures de la moelle épinière pendant la locomotion. L'équipe de Claire WYART s'est interrogée sur la capacité de ces neurones à contribuer à des anomalies mécaniques ou à la circulation du LCS, basée sur une approche chez le modèle de larves de poisson-zèbre.

En l'absence du récepteur canal Pkd2l1, l'activité spontanée des neurones de contact avec le LCS disparaît chez l'embryon, associée à une courbure exacerbée de l'axe squelettique nommée cyphose. Des études in vitro des neurones contacteurs chez les larves dépourvues de Pkd2l1 ont permis de mettre en évidence une activation de ces neurones via une stimulation mécanique directe. Ces travaux permettent de conclure que la protéine canal Pkd2l1, exprimée par les neurones en contact avec le LCS est nécessaire chez l'adulte pour conserver une colonne vertébrale droite. Ils révèlent l'existence d'un mécanisme de mécanoception, c'est-à-dire une sensibilité de ces neurones aux déformations de l'axe dorsal et ouvrent ainsi de nouvelles voies de recherche vers l'identification des causes des malformations de la colonne vertébrale, telles que les cyphoses et les scolioses idiopathiques.



## FAITES DE VOTRE IMPÔT UNE FORCE POUR LES CHERCHEURS DE L'ICM

Bien que l'Impôt sur le Revenu soit désormais prélevé à la source, les incitations fiscales pour les dons n'ont pas changé et vous permettent toujours de bénéficier de déductions importantes.

**66 %**

**du montant de votre don à l'ICM sont déductibles de l'Impôt sur le Revenu**, dans la limite de 20 % du revenu net imposable. Lorsque le montant des dons dépasse cette limite, l'excédent peut être reporté sur les 5 années suivantes et ouvre droit à la réduction d'impôt dans les mêmes conditions.

**75 %**

**du montant de votre don à l'ICM sont déductibles de l'Impôt sur la Fortune Immobilière (IFI)**, dans la limite de 50 000 € déduits.

**60 %**

**du montant de votre don à l'ICM sont déductibles de l'Impôt sur les Sociétés**, dans la limite de 0,5 % du chiffre d'affaires hors taxe (plafond appliqué à l'ensemble des versements effectués).

**Faites un don en ligne sur [www.icm-institute.org](http://www.icm-institute.org) et recevez votre reçu fiscal en quelques heures par email.**



**LIGNE RELATIONS DONATEURS :**  
**Mme Lauriane GALLIER**  
 01 57 27 47 56 – [contact@icm-institute.org](mailto:contact@icm-institute.org)



**JE SUIS REDEVABLE DE L'IMPÔT SUR LE REVENU, QUAND DOIS-JE DÉCLARER MES DONNÉES ?**

Vous continuerez à déclarer vos dons en même temps que vos revenus. La déduction fiscale correspondante vous sera ensuite reversée par virement directement sur votre compte bancaire. Exemple : J'ai fait un don de 100 € en novembre 2018. Je l'indique dans ma déclaration de revenus 2018 que je réalise au printemps 2019. La déduction fiscale de 66 € me sera versée dans le courant de l'été 2019.

**LE PRÉLÈVEMENT À LA SOURCE A-T-IL UNE INCIDENCE SUR LES DONNÉES DÉDUCTIBLES DE L'IFI ?**

Non, le prélèvement à la source ne concernant que l'Impôt sur le Revenu, les personnes soumises à l'IFI continueront de déclarer le montant de leur patrimoine et des dons effectués au titre de l'IFI sur un formulaire spécial. Pour être déduits de l'IFI 2019, les dons doivent être effectués avant la date limite de déclaration (mai ou juin).



## BULLETIN DE SOUTIEN

Merci de nous retourner ce bulletin complété, dès aujourd'hui, accompagné de votre don à l'ICM – Hôpital Pitié-Salpêtrière 47 boulevard de l'Hôpital 75013 Paris



**Oui, je soutiens l'ICM pour vaincre les maladies du système nerveux**

**Je vous adresse un don de : .....** €

Merci de libeller votre chèque à l'ordre de ICM

**Vous pouvez aussi faire votre don en ligne sur : [www.icm-institute.org](http://www.icm-institute.org)**

Je désire recevoir gratuitement des informations sur les Legs et Donations.



**Votre don à l'ICM est déductible à hauteur de 66 % de l'Impôt sur le Revenu (dans la limite de 20 % de votre revenu net imposable), ou 75 % de l'IFI (dans la limite de 50 000 € déduits).**

*Vos coordonnées*

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

Prénom : .....

Nom : .....

Adresse : .....

.....

Code postal : [ ][ ][ ][ ][ ][ ]

Ville : .....

Courriel : .....

.....

Tél. : .....

Les informations recueillies sur ce bulletin sont enregistrées dans un fichier informatisé sous la responsabilité de l'ICM, 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'ICM, 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. Si vous ne le souhaitez pas, vous pouvez cocher la case ci-contre  Vous disposez d'un droit d'accès, de rectification, de suppression, droit d'opposition, de limitation ou de portabilité des données personnelles vous concernant, en vous adressant à notre service donateurs : ICM Hôpital Pitié-Salpêtrière - 47, boulevard de l'Hôpital 75013 Paris. Tél. 33 (0)1 57 27 47 56. Vous avez aussi la possibilité d'introduire une réclamation auprès d'une autorité de contrôle. L'ICM attache la plus grande importance à la protection de vos données personnelles et au respect de vos souhaits. »