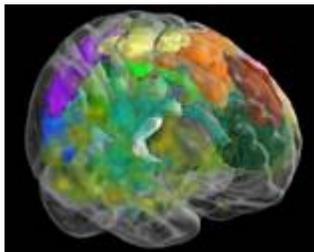




Un algorithme fiable et accessible pour le *diagnostic* des états de conscience à partir d'un simple EEG



Le diagnostic clinique des troubles de la conscience peut être difficile et nécessiter le recours à des examens complémentaires de neuro-imagerie fonctionnelle. Dans une étude publiée dans la revue *Brain*, Denis Engemann (Inria Saclay – Île-de-France / CEA NeuroSpin) et Federico Raimondo (Université de Buenos Aires/Sorbonne Université), sous la direction de Jacobo Sitt, chercheur Inserm au sein de l'Institut du Cerveau et de la Moelle épinière (CNRS/Inserm/Sorbonne Université), à l'hôpital Pitié-Salpêtrière AP-HP, proposent un nouvel outil d'électroencéphalographie (EEG) appelé « DoC-Forest » (DoC pour Disorder of Consciousness et Forest du nom de l'algorithme utilisé). Contrairement aux autres outils développés jusqu'ici et réservés à quelques centres experts, « DoC-Forest » sera

accessible aux patients du monde entier.

Un défi majeur pour la prise en charge médicale

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.

« DoC-Forest » pourrait changer la donne et fournir pour la première fois une évaluation simple, performante, économique et accessible au plus grand nombre.

L'étude conduite par Denis Engemann (Inria Saclay – Île-de-France / CEA NeuroSpin), Federico Raimondo et Jacobo Sitt, membres du PICNIC Lab à l'Institut du Cerveau et de la Moelle épinière (ICM), propose et valide un outil diagnostique EEG basé sur des données cliniques de l'Hôpital Pitié-Salpêtrière AP-HP à Paris. Pour cela, ils ont compilé des biomarqueurs EEG de la conscience avec différentes modalités de capteurs et d'enregistrements EEG, et les ont combinés grâce à un algorithme de machine-learning pour développer un outil diagnostique.

Les chercheurs ont ensuite **testé leur outil dans différentes conditions critiques** : *peut-il être utilisé sur des données provenant d'autres centres dans le monde ? quelle est la quantité de données nécessaire pour fournir un diagnostic fiable ? cet outil est-il donc accessible au plus grand nombre et pas uniquement aux centres experts ? cet outil est-il robuste, c'est-à-dire peut-il fournir le bon diagnostic même avec des données de qualité moindre ?*

Ils ont **évalué l'algorithme sur deux nouveaux jeux de données** provenant de l'hôpital Pitié-Salpêtrière AP-HP à Paris (France) et du Coma Science Group à l'Université de Liège (Belgique). Bien que les conditions d'enregistrement EEG soient différentes (lors d'une tâche auditive à Paris et au repos à Liège), l'algorithme généralise efficacement ses diagnostics, suggérant la présence des signatures EEG

communes dans les troubles de la conscience.

L'équipe a **testé la performance de son outil « DoC-Forest » sur plus d'une centaine de caractéristiques EEG, combinées ou individuellement.** Ils mettent en évidence qu'une bonne performance de prédiction peut être obtenue à partir d'enregistrements de courte durée (quelques dizaines de secondes) et un nombre raisonnable d'électrodes (par exemple, 16 capteurs). Ils ont également observé que le modèle combinant plusieurs modalités était plus fiable que les modèles n'intégrant qu'une seule caractéristique.

Une méthode fiable, simple et accessible

« Nous mettons en évidence le fait que le modèle multivarié, combinant plusieurs caractéristiques, est particulièrement robuste lorsque différentes configurations EEG sont utilisées pour entraîner le dispositif grâce au machine-learning, et si les informations diagnostiques ou les données sont perturbées par du "bruit". » précise Denis Engemann.

Dans son ensemble, cette étude valide la solidité 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 extraite 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 (prédire non pas l'état actuel mais l'évolution attendue) ainsi qu'à d'autres états de conscience. Elles permettront également d'optimiser les résultats du machine-learning grâce à des jeux de données plus importants et de développer de meilleurs algorithmes de machine-learning.

> Retrouvez l'étude publiée dans la revue Brain : <https://academic.oup.com/brain/article-lookup/doi/10.1093/brain/awy251>

> Retrouvez l'outil « DoC Forest » ici : <https://github.com/nice-tools/nice>

A propos d'Inria : Inria, l'institut national de recherche dédié aux sciences du numérique, promeut l'excellence scientifique et le transfert pour avoir le plus grand impact. Il emploie 2400 personnes. Ses 200 équipes-projets agiles, en général communes avec des partenaires académiques, impliquent plus de 3000 scientifiques pour relever les défis des sciences informatiques et mathématiques, souvent à l'interface d'autres disciplines. Inria travaille avec de nombreuses entreprises et a accompagné la création de plus de 160 start-up. L'institut s'efforce ainsi de répondre aux enjeux de la transformation numérique de la science, de la société et de l'économie.

À propos du Centre Inria Saclay – Île-de-France : Créé en 2008, le centre de recherche Saclay – Île-de-France accueille 450 scientifiques et 100 membres des services d'appui à la recherche. C'est un acteur essentiel de la recherche en sciences du numérique au sein de son écosystème. Les scientifiques sont organisés en 29 équipes de recherche dont 23 sont communes avec des partenaires du plateau de Saclay comme le CEA, le CNRS et l'Ecole polytechnique.

À propos de l'ICM

Fondé en 2010 et localisé au cœur du Centre Hospitalo-Universitaire Pitié-Salpêtrière AP-HP, premier hôpital de neurologie en France, l'ICM représente un lien fort entre la recherche fondamentale et le monde clinique. L'Institut comprend un réseau de plus de 700 chercheurs et cliniciens, 12 plateformes technologiques de pointe et 1000m² destinés à l'incubation de startups. L'objectif est de produire une recherche ambitieuse en combinant la créativité scientifique et la finalité thérapeutique. Son modèle innovant réunit en un même lieu malades, médecins et chercheurs, pour une approche transversale de la recherche qui favorise les collaborations et accélère les découvertes d'innovations médicales. Les partenariats entre secteurs publics et privés à l'ICM, ont permis de traduire rapidement des découvertes en solutions thérapeutiques pour le patient, tout en diminuant les contraintes académiques souvent présentes en recherche. Depuis 2017, l'ICM est le premier partenaire santé de Station F, cette implantation lui offre un avantage compétitif dans le domaine de la santé connectée.

À propos de l'AP-HP

L'AP-HP est un centre hospitalier universitaire, acteur majeur de la recherche clinique en France et en Europe mondialement reconnu. Ses 39 hôpitaux accueillent chaque année 8,3 millions de personnes malades : en consultation, en urgence, lors d'hospitalisations programmées ou en hospitalisation à domicile. Elle assure un service public de santé pour tous, 24h/24, et c'est pour elle à la fois un devoir et une fierté. L'AP-HP est le premier employeur d'Île-de-France : 100 000 personnes – médecins, chercheurs, paramédicaux, personnels administratifs et ouvriers – y travaillent. www.aphp.fr

CONTACTS PRESSE Inria

SACLAY

Fanny CANTARERO - 06 60 61
34 34

Fanny.cantarero@inria.fr

SIEGE

Laurence GOUSSU - 06 81 44
17 33

Laurence.goussu@inria.fr

CONTACTS PRESSE ICM

Axelle DE CHAILLÉ - 07 63
31 55 96

[Axelle.dechaille@icm-
institute.org](mailto:Axelle.dechaille@icm-institute.org)

Maylis Gilliot - 06 33 66 55
17

[Maylis.gilliot@icm-
institute.org](mailto:Maylis.gilliot@icm-institute.org)

REFERENTS SCIENTIFIQUES

Denis Engemann

[denis-
alexander.engemann@inria.fr](mailto:denis-alexander.engemann@inria.fr)

*Inria Saclay – Île-de-France / CEA
Neurospin*

Federico Raimondo -

fraimondo@dc.uba.ar

*Universidad de Buenos Aires –
Sorbonne Université*

Jacobo Sitt - jacobo.sitt@inserm.fr

*Institut du Cerveau et de la
Moelle épinière*