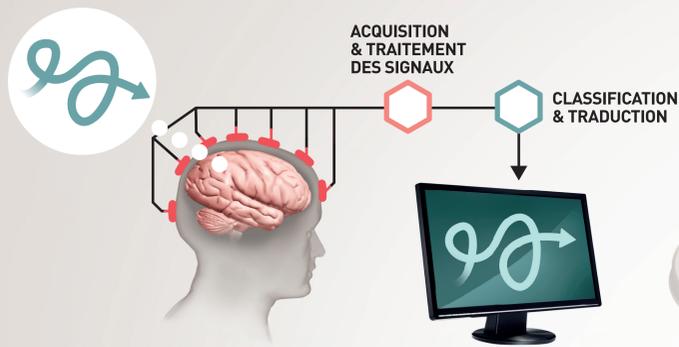


ICO INTERFACE CERVEAU ORDINATEUR

QUAND LE CERVEAU COMMANDE AUX MACHINES...

Les interfaces cerveau ordinateurs (ICO) permettent à une personne d'interagir avec un système informatique par l'intermédiaire de l'enregistrement de son activité cérébrale. La technique d'électroencéphalographie (EEG) utilisée consiste à capter les signaux électriques émis par le cerveau, comme peuvent le faire les médecins pour poser leurs diagnostics. Ces signaux correspondent à l'activité conjointe et synchrone d'environ 10 000 neurones organisés en réseau : leurs activités électriques cumulées sont suffisamment fortes pour diffuser jusqu'au crâne. Chaque capteur (électrode posée à la surface du crâne) enregistre l'activité issue d'un volume cérébral de quelques millimètres cube.



LE TEMPS DE LA RECHERCHE...

Pendant des siècles, anatomistes, physiologistes, neurologues et physiciens se sont passionnés pour l'étude du cerveau. C'est à partir du XIXème siècle que le développement de l'électromagnétisme, de la chimie organique, de la microscopie, des techniques expérimentales de plus en plus puissantes (microélectrodes, électro-encéphalographies, radiographie X, caméra à positons et IRM) et l'informatique ont apporté de nouveaux outils pour étudier le cerveau.

Jean-Baptiste Joseph FOURIER
Mathématicien et physicien français.
Ses travaux sur le traitement du signal ont permis le développement de l'analyse spectrale. Fondateur de l'Université des Sciences de Grenoble (1811) devenue Université Joseph Fourier (1970).



1768 - 1830

Eduard HITZIG
Médecin, psychiatre et neuroscientifique allemand connu pour ses travaux sur l'action du courant électrique sur le cerveau.

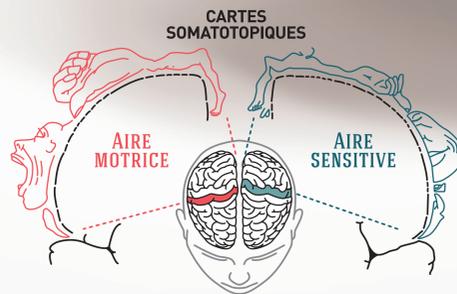


1838 - 1907

Gustav Theodor FRITSCH
Anatomiste et physiologiste allemand.



1838 - 1927



Wilder Graves PENFIELD
Neurochirurgien canadien qui établit une carte des localisations de la sensibilité somatique dans le cortex cérébral.

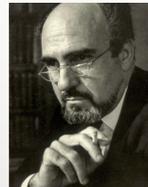
1891 - 1976

Hans BERGER
Neurologue allemand. Premier enregistrement d'un signal électrique humain à partir de capteurs placés sur le crâne (1920).



1873 - 1941

Henri GASTAUT
Neurologue français. Ses recherches les plus importantes ont concerné l'électro-encéphalographie.



1915 - 1995

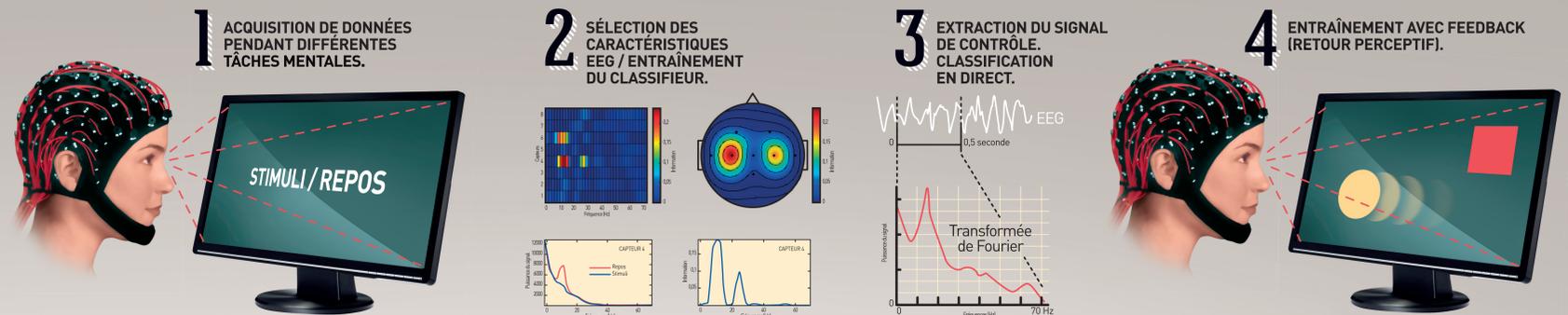
G. Dietsch
Réalisation d'enregistrements EEG quantitatifs grâce à l'apparition de matériel électronique permettant d'appliquer une analyse spectrale de Fourier.

1930

J. Kamiya et D. Nowlis
Développement d'une ICO détectant les rythmes électriques cérébraux dits "alpha" caractéristiques de l'état de méditation.

M. B. Sterman et L. Friar
Premier développement d'un protocole d'entraînement par neurofeedback pour la réhabilitation des épileptiques.

DE 1960 À 1970



COMMENT ÇA MARCHE ?

Une ICO peut exploiter l'activité électrique générée par deux types de phénomènes cérébraux en réponse à :

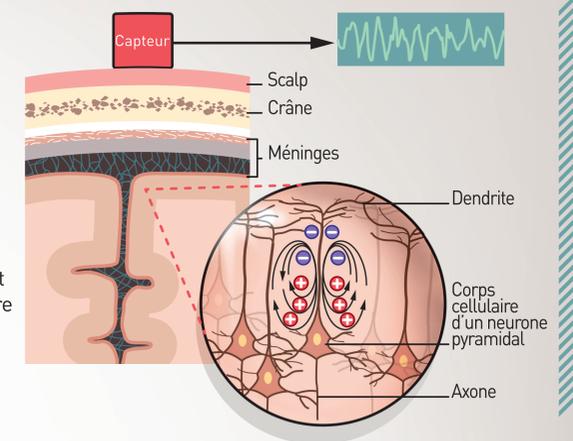
- une stimulation, par exemple une image ou des flashes lumineux (technique dite des "potentiels évoqués").
- une tâche imaginée par le sujet (dite "imagerie motrice" s'il est demandé d'imaginer un mouvement avec son corps.)

Les utilisateurs suivent un protocole d'entraînement :

- soit ils sont soumis à une série de stimuli évoquant l'activité cérébrale recherchée.
- soit il leur ait demandé de la générer par la pensée. Les enregistrements ainsi récupérés constituent une série d'exemples de signaux pour chaque type d'activité étudiée. À partir de ces signaux "modèles", il est alors possible d'entraîner un classifieur issu de l'apprentissage automatique pour distinguer ces différentes activités.

L'ACQUISITION DU SIGNAL EEG

Les principaux générateurs de l'activité EEG seraient les plus grosses cellules (neurones pyramidaux) présentes dans le cortex (couches superficielles du cerveau, dite surface corticale). Les courants électriques qu'ils génèrent pour transmettre des informations produisent des courants extra-cellulaires oscillants en permanence entre leur corps cellulaire et leurs prolongements (axone et dendrites). Leur disposition régulière, les uns par rapport aux autres et leur orientation perpendiculaire à la surface corticale rendent ces courants détectables par EEG.



POUR QUOI FAIRE ?

Pendant très longtemps les ICO étaient réservées à des recherches en laboratoires et à quelques patients souffrant de handicaps les empêchant de communiquer. Ont été ainsi développés des outils permettant :

- la saisie de texte, le contrôle de prothèses et de fauteuils roulants
- La rééducation pour les victimes d'AVC et pour les troubles neurophysiologiques (déficit attentionnel, épilepsie, addictions, dépressions, douleurs chroniques)

Les casques EEG sont maintenant à des prix abordables et permettent des applications accessibles au grand public :

- Surveillance des états mentaux (stress, surcharge mentale, attention, fatigue...)
- Entraînement pour l'amélioration des performances (par exemple chez les sportifs).
- Contrôle de jeux vidéo, de réalité virtuelle et de robots.

ET L'ÉTHIQUE DANS TOUT ÇA ?

Si à l'heure actuelle les scientifiques sont incapables de concevoir des ICO permettant de lire vraiment dans la pensée, il ne faut pas négliger les questions éthiques qu'elles suscitent. Des lois encadrent les expérimentations sur l'Homme et l'animal et des commissions les valident au cas par cas. L'accord du patient est nécessaire et les données sont soumises à la loi informatique et liberté. Au-delà du cadre légal, chaque scientifique a une réflexion sur les implications de ses recherches en accord avec la Charte nationale de déontologie des métiers de la recherche.

www.atoutcerveau.fr
LA SEMAINE DU CERVEAU GRENOBLE

PARTENAIRES :
Service Doctoral pour la Formation, l'Initiation et l'insertion professionnelles (DFI), Région Rhône Alpes (ARCZ), Université Joseph Fourier (UJF)

AUTEURS :
Nataliya Kosmyna, Souad Amiar et Mohamed Rima.

TUTRICE DE L'ATELIER :
Isabelle Le Brun.

COMITÉ SCIENTIFIQUE :
Romain Grandchamp et Isabelle Le Brun.