

Journée de l'Enseignement de l'Informatique et de l'Algorithmique

# Atelier 9 : Interface cerveau-machine et musiques émotionnelles



**Jean-Claude Tarby**

Laboratoire CRISAL

Université Lille 1

<http://cristal.univ-lille.fr/~tarby>

# Atelier 9: Interface cerveau-machine et musiques émotionnelles

- Le BCI (Brain Computer Interface), ou ICO (Interface Cerveau Ordinateur) en français, est une technologie qui utilise les ondes cérébrales pour piloter un système informatique. Cette technologie progresse à grands pas depuis quelques années et est déjà utilisée dans les jeux, en médecine, à l'armée, etc. Depuis quelques années, nous avons développé une application, basée sur les ondes cérébrales (cf. vidéo à [https://youtu.be/rd\\_iPAP8QDE](https://youtu.be/rd_iPAP8QDE)) qui permet de jouer de la musique (et autrefois de choisir également une chaîne de télévision) en fonction des émotions et de l'humeur de l'utilisateur (heureux, triste, en colère...).
- L'atelier expliquera tout d'abord ce qu'est le BCI, c'est-à-dire l'interface cerveau-ordinateur, ses limites actuelles et les recherches actuelles sur ce sujet. Puis une démonstration d'applications informatiques utilisant des périphériques BCI suivra. Enfin nous regarderons le côté programmation de ces applications.

# Qui suis-je ?

- Maître de conférences en informatique
- Recherche en IHM (Interaction Homme-Machine)
  - Équipe CARBON de Cristal
  - Je ne suis pas dans l'équipe BCI de Cristal, mais je m'intéresse au BCI pour « m'amuser », mais je le fais sérieusement.

- <http://cristal.univ-lille.fr/~tarby>



- Pub 😊 : [Barakafrit](#), [UCampus](#), [2Reply](#) et [Focus](#)



Développées par les étudiants du Master Informatique

# Sommaire

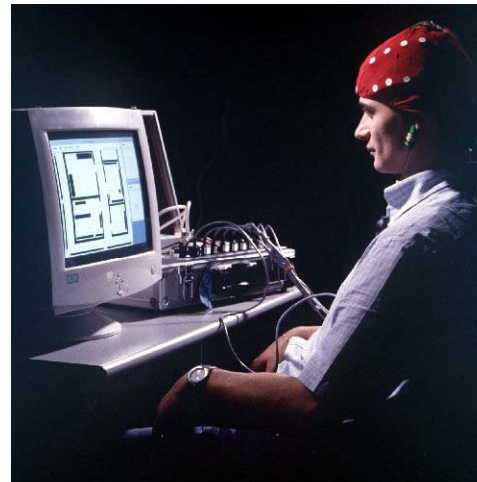
- BCI = ?
- Ondes cérébrales = ?
- Matériels
- Exemples vidéos
- Logiciels
- Limites
- Recherches actuelles
- Démo avec musique
- Tests en réel

# BCI = ?

- [http://fr.wikipedia.org/wiki/Interface neuronale directe](http://fr.wikipedia.org/wiki/Interface_neuronale_directe)
- BCI: Brain Computer Interface (Interaction...?)
- IND : Interface Neuronale Directe
- ICO, ICM : Interface Cerveau Ordinateur, Interface Cerveau Machine
  
- Début en 1970 sur des singes (relation avec la DARPA)
- Progression fulgurante depuis les années 2000 !
  
- Invasif, non invasif

# BCI

- Objectif: Piloter (une machine) par...
  - Le cerveau, les ondes cérébrales
  - La pensée ? Possible demain ???
    - Et après-demain... piloter les pensées d'autres personnes ?



# Ondes cérébrales ?

- Alpha :
  - de 8,5 à 12 Hz.
  - état de conscience apaisé
- Beta :
  - de 12 à 45 Hz
  - période d'activité intense, de concentration ou d'anxiété
- Gamma :
  - généralement environ 40 Hz
  - récemment impliquées dans les processus de liage perceptif (relation entre données)
- Delta :
  - jusqu'à 4 Hz
  - normales chez le très jeune enfant, elles peuvent ensuite caractériser certaines lésions cérébrales
- Thêta :
  - entre 4,5 et 8 Hz.
  - principalement chez l'enfant, l'adolescent et le jeune adulte.
  - caractérisent également certains états de somnolence ou d'hypnose, ainsi que lors de la mémorisation d'information

**BCI = pilotage par ondes cérébrales, et non pas par la pensée (pas encore...)!**

# Quelques matériels (hors médical)

- Serre-tête
  - NIA (OCZ Technology)



- Casque
  - EPOC (Emotiv)
  - Mindwave (Neurosky)
  - Muse...



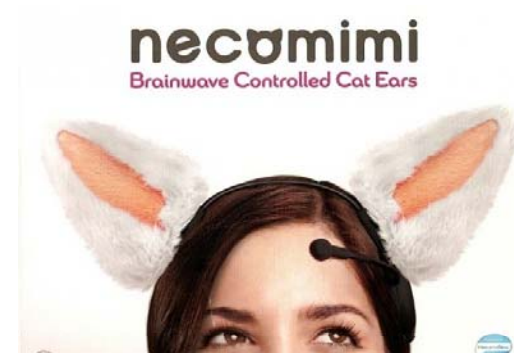
- Brassard





# Quelques matériels (hors médical)

- Demain... partout ?



# Quelques exemples en vidéos

- Jeu de Pong avec le casque NIA
  - <http://lille1tv.univ-lille1.fr/videos/video.aspx?id=66d1ed3d-42da-43c6-9223-cdbbe0a9f593>
  - <http://youtu.be/fliCF13UQJQ>
- Contrôle d'une application Flash avec le casque NIA
  - <http://lille1tv.univ-lille1.fr/videos/video.aspx?id=f270a61e-0316-4581-ae4-eb74f5455993>
  - <http://youtu.be/ZgoIEqA9J48>
- Maison domotisée pilotée par BCI
  - <http://www.youtube.com/watch?v=6CTgmldRh5k>
- Comment relaxer quelqu'un grâce à de la musique choisie par BCI ?
  - <http://lille1tv.univ-lille1.fr/videos/video.aspx?id=85ddbd0e-9b7d-46bc-8c2b-db5823d53ad1>
  - <http://youtu.be/ODRHd14IE8M>
- Musiques choisies grâce aux ondes cérébrales captées sur le bras
  - <http://youtu.be/BzoSQload7E>
  - Nouvelle version : [https://youtu.be/rd\\_iPAP8QDE](https://youtu.be/rd_iPAP8QDE)

# Logiciels

- Open source
  - <http://www.openbci.com/>
  - <http://openvibe.inria.fr/>
  - <http://www.bci2000.org/> ...
- Vendus avec le matériel
  - SDK Emotiv
  - SDK Mindwave
  - Gtec <http://www.gtec.at> ...

# Limites

- Ondes cérébrales (~~pensée~~)
- Parasitage des ondes environnantes
  - Muscles, téléphones, PC, ligne de tension, télévision...
- Co-évolution entre logiciel et cerveau
  - Le logiciel apprend, mais le cerveau se modifie en permanence en conséquence !
- Lecture des ondes, « écriture » (déjà commencé...)
  - Lire/écrire des souvenirs ? (déjà commencé...)
  - Lire des rêves ? (déjà commencé...)
- A-t-on découvert toutes les « ondes » du cerveau ?

# Applications et Recherches actuelles

- Jeux
- Loisirs (cinéma émotif)
- Neuro-feedback
- Prothèses
- Locked-in syndrom
- Militaire
  - transmission de pensée
  - Piloter des drones, avions...
- Machine-learning pour « l'IA de demain »
  - Les machines « aspirent notre cerveau »
- ...



Pacific rim

# Quelques avancées depuis 2015 1/2

- Janvier 2018 : <https://www.infohightech.com/un-exosquelette-de-la-main-controle-par-la-pensee/>
- Mai 2017 : <https://www.infohightech.com/ce-dispositif-controle-par-lesprit-aide-a-reentrainer-le-cerveau-des-victimes-davc/>
- Mars 2017 : <https://www.infohightech.com/la-nouvelle-societe-delon-musk-veut-melanger-cerveau-et-informatique/>
- Février 2017 : <https://www.infohightech.com/une-interface-cerveau-ordinateur-permet-aux-personnes-en-etat-de-lock-in-de-communiquer-pour-la-premiere-fois/>
- Décembre 2016 : <https://www.infohightech.com/une-technique-delectroencephalogramme-donne-aux-utilisateurs-le-pouvoir-du-controle-par-la-pensee-sans-implants-chirurgicaux/>
- Mars 2016 : <https://www.infohightech.com/une-technique-delectroencephalogramme-donne-aux-utilisateurs-le-pouvoir-du-controle-par-la-pensee-sans-implants-chirurgicaux/>
- Février 2016 : <https://www.infohightech.com/extraordinaire-un-dispositif-implantable-dans-le-cerveau-traduit-les-pensees-en-action-pour-les-personnes-souffrant-de-lesions-de-la-colonne-vertebrale/>

# Quelques avancées depuis 2015 2/2

- Janvier 2016 : <https://www.infohightech.com/un-champ-electrique-faible-detecte-pour-transporter-des-informations-autour-du-cerveau/>
- Décembre 2015 : <https://www.infohightech.com/israel-remplacer-une-zone-du-cerveau-par-une-puce/>
- Juin 2015 : <https://www.infohightech.com/jaguar-land-rover-road-safety-research-integre-le-controle-des-ondes-du-cerveau-pour-ameliorer-la-concentration-du-conducteur-et-reduire-les-accidents/>
- Juin 2015 : <https://www.infohightech.com/des-personnes-handicapees-pilotent-un-robot-a-distance-par-la-pensee/>
- Mai 2015 : <https://www.infohightech.com/une-prothese-de-jambe-bionique-controlee-par-des-pensees-inconscientes/>
- Avril 2015 : <https://www.infohightech.com/des-chercheurs-developpent-une-interface-cerveau-machine-pour-controler-une-prothese-de-main/>
- Mars 2015 : <https://www.infohightech.com/jouer-aux-jeux-video-par-la-pensee/>

# Démonstration avec la musique

- Développé « pour le fun » depuis quelques années
  - Au début, tout seul
  - Maintenant dans le cadre de projets étudiants de Master 1
    - C#, Bus WSE (LIFL-Cristal), NodeJS
- Me faire plaisir
- Utiliser la technologie BCI
- Faire avancer la recherche



# Démonstration avec la musique

- Principe général
  - Une application de lecture du périphérique (casque ou brassard, casque+brassard...)
  - Une application d'apprentissage des émotions et humeurs
  - Une application de choix de musiques
  - Toutes les applications communiquent uniquement par WSE/NodeJS
    - Répartition sur plusieurs machine, et le web, possible
    - Surveillance à distance d'une personne par exemple

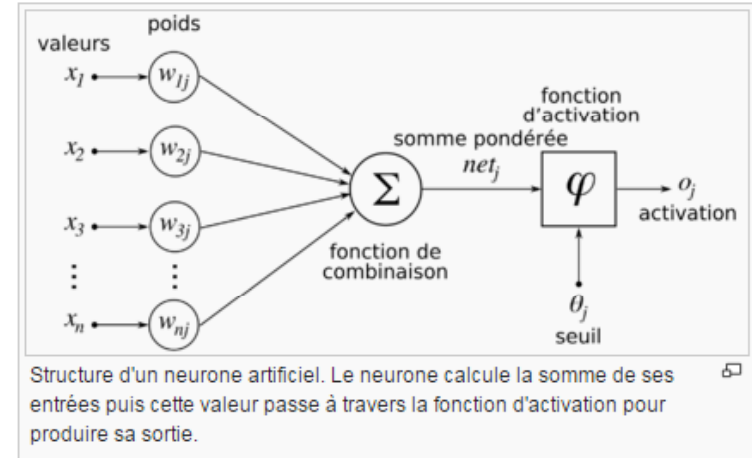
# Algorithme d'apprentissage

- Emotions/Humeur
  - Basé sur des réseaux neuronaux
- Musiques
  - Basé sur des réseaux neuronaux
    - D'autres algorithmes implémentés aussi (logique floue par exemple)
  - Utilise :
    - les musiques présentes sur mon PC
    - Spotify
    - Deezer

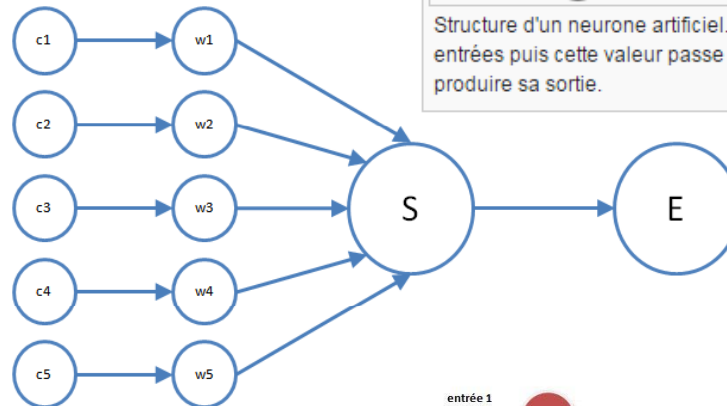
# Emotions/Humeur

- Réseau Neuronal (RN)

- [http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau\\_de\\_neurones\\_artificiels](http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9seau_de_neurones_artificiels)

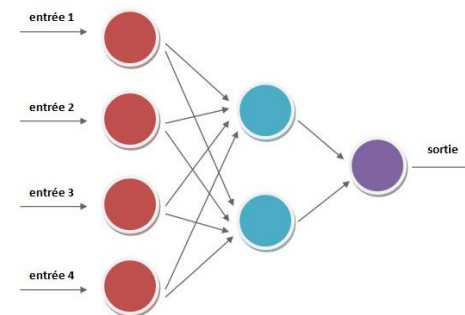





- RN à une couche (1 neurone)



- RN à plusieurs couches (plusieurs neurones)

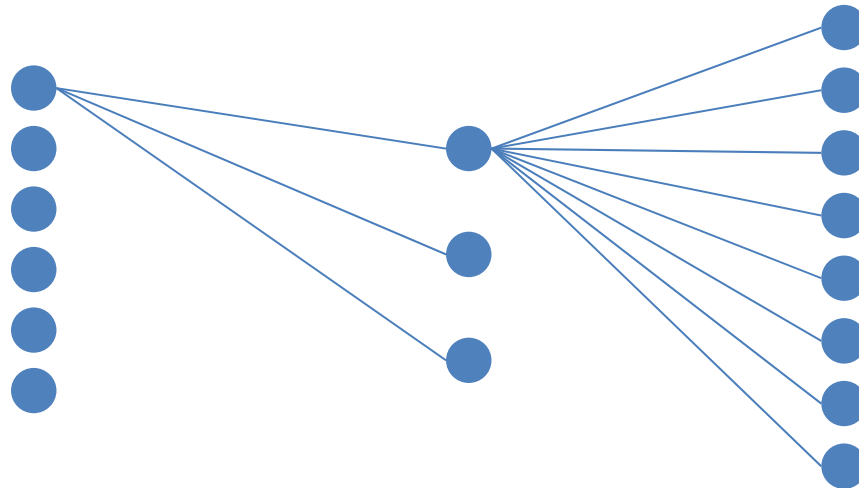
→ Deep Learning



 unité de la couche d'entrée  
 unité de la couche cachée  
 unité de la couche de sortie

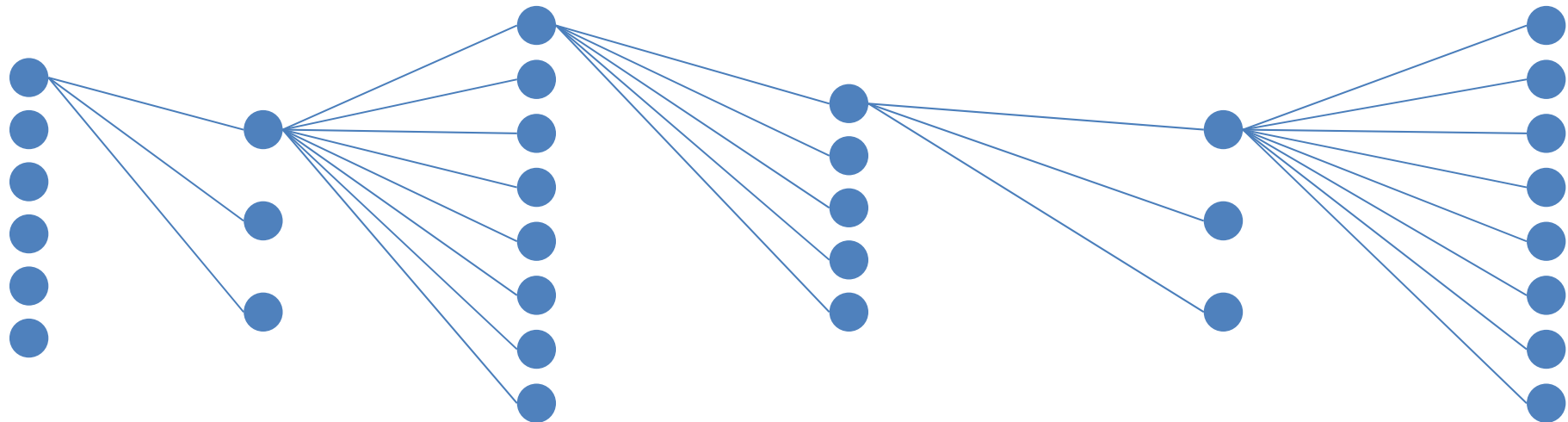
# Emotions/Humeur

- Un réseau neuronal avec une couche cachée
  - Cette année, des projets pour changer ça
    - Plusieurs couches cachées (Ex : FB avec 150 couches !)
    - Différents algorithmes (Sigmoides, ReLU, Tanh,...)
    - Différentes technologies (TensorFlow, DeepLearn.js ...)



# Emotions/Humeur

- Un réseau neuronal avec une couche cachée
  - Cette année, des projets pour changer ça
    - Plusieurs couches cachées (Ex : FB avec 150 couches !)
    - Différents algorithmes (Sigmoides, ReLU, Tanh,...)
    - Différentes technologies (TensorFlow, DeepLearn.js ...)



# Tests !

- Control Panel
  - Voir ses propres « émotions »
  - Commander le cube...
- Voir ses ondes brutes (Test Bench)
- Tester l'application de musique

# Webographie

- Emotiv <http://www.emotiv.com>
- OpenVibe <http://openvibe.inria.fr/>
- Muse <http://www.choosemuse.com/>
- Neurogadget <http://neurogadget.com/>
- Neurosky <http://neurosky.com/>
- ...