

# Réseaux de neurones artificiels et apprentissage profond

Julien VELCIN

Université Lumière Lyon 2

Master 2 Data Mining

1 / 43

## Plan

Introduction générale

Le perceptron simple

Le perceptron multicouches

3 / 43

## Remerciements

- Julien Ah-Pine  
MCF d'Informatique (ICOM, Lyon 2)
- Mathieu Lefort  
MCF d'Informatique (FST, Lyon 1)

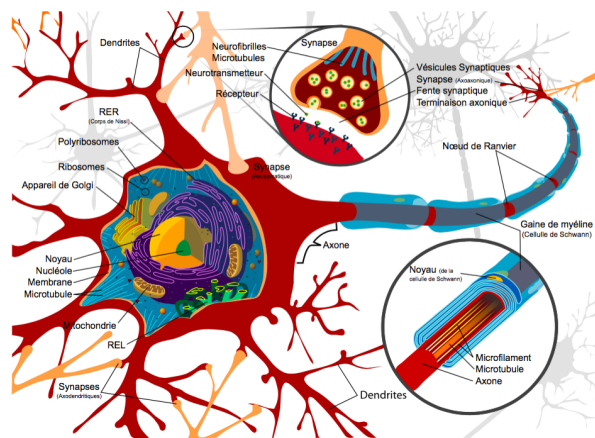
2 / 43

## Réseaux de neurones artificiels

- Modèles (lointainement) inspirés du fonctionnement de notre cerveau et de travaux en sciences cognitives et neurosciences
- Notre cerveau est capable de traiter des problèmes difficiles : reconnaissance de visages, de la parole, etc.
- Paradigme **connexionniste**, une vision *parallèle* et *distribuée* de l'activité du cerveau vu comme un système de traitement de l'information :
  - chaque neurone traite l'information indépendamment des autres avant d'en communiquer le résultat à d'autres neurones grâce aux synapses
  - des parties du cerveau (groupes de neurones) se spécialisent dans certaines tâches

4 / 43

## Schéma d'un neurone biologique



5 / 43

## Comparons les deux “machines”

Caractéristiques	Cerveau humain	Ordinateur
<b>Support des données</b>	<b>neurones</b>	circuits électroniques
Véhicule des données	neurotransmetteurs (substances chimiques)	impulsions électriques
Enregistrement des données	analogique (continu)	numérique (binaire)
Types de mémoires	à long terme à court terme registres sensoriels externes : bibliothèques	morte (ROM) vive (RAM) tampon (buffer) périphériques : disques, ...
Localisation, spécialisation des fonctions	aires cérébrales spécialisées (cortex visuel, ...)	circuits spécialisés (CPU, mémoires, contrôleurs, horloge, ...)
Nombre de cellules	≈ 30 000 000 000 (10 <sup>10</sup> )	4 000 000 000 (10 <sup>9</sup> )
Liaisons par cellule	≈ 10 000 (10 <sup>4</sup> )	2 (cellules voisines)
<b>Structure</b>	<b>réseau (non linéaire)</b>	<b>liste (linéaire)</b>
Durée des impulsions	0,001 sec (10 <sup>-3</sup> )	0,000 000 001 sec (10 <sup>-9</sup> )
Vitesse de propagation	130 m/sec (10 <sup>2</sup> )	300 000 000 m/sec (10 <sup>8</sup> )
Temps d'accès (sec.)	0,1 sec (10 <sup>-1</sup> )	0,000 000 1 sec (10 <sup>-7</sup> )
Débit (bits/sec.)	faible (10 <sup>2</sup> )	fort (10 <sup>8</sup> )

<http://intelligence-artificielle-tpe.e-monsite.com/pages/limites-technologiques-et-ethique-de-l-ia/cerveau-humain-et-robot.html>

6 / 43

## Un peu d'histoire

- 1943 : neurone formel de McCulloch & Pitts  
“A logical calculus of the ideas immanent in nervous activities”
- 1948 : Von Neumann – les réseaux d'automates
- 1949 : Donald Hebb – hypothèse de l'efficacité synaptique, notion de mémoire associative, premières règles locales d'apprentissage
- 1958 : Rosenblatt et Widrow - Perceptron et Adaline
- 1969 : Minsky et Papert – analyse théorique des capacités de calcul des réseaux à base de perceptron.
- Début des années 70 : stagnation des recherches sur les réseaux neuromimétiques ; report des efforts en Intelligence Artificielle symbolique (systèmes experts...)
- Années 70-80 : quelques avancées - perceptron multicouches (MLP), cartes auto-organisatrices (SOM), etc.
- Des mécanismes d'apprentissage performant pour le perceptron multicouches voient le jour (rétropropagation du gradient)

7 / 43

## Un peu d'histoire récente

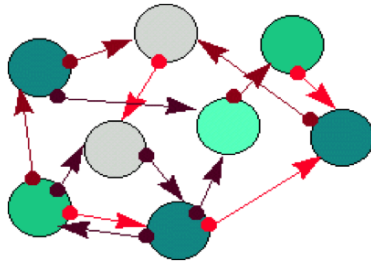
### Avènement de l'apprentissage profond (deep learning) :

- avant 2000 : de nombreux travaux importants mais qui passent inaperçus (la faute aux SVM ?), tels que les machines de Boltzmann (1985) ou la mémoire à *long short-term memory* (LSTM) pour les réseaux récurrents (1997)
- Peu à peu, des progrès importants sont faits quant à la puissance de calculs (ex. GPUs) et les architectures profonde gagnent les compétitions
- 2013 : un réseau de neurones remporte la compétition ImageNet
- 2015 : Google annonce des taux de reconnaissance de visage de l'ordre de 99,63% avec FaceNet (réseau de neurones à 22 couches !)
- octobre 2015 : victoire d'alphaGo contre le champion européen de Go, Fan Hui
- mi-mars 2016 : victoire de DeepMind contre le champion du monde de Go, Lee Sedol (4 parties à 1)

8 / 43

## S'inspirer des modèles naturels

Un **réseau neuromimétique** est un graphe pondéré orienté dont les sommets sont appelés "neurones" et sont dotés d'un comportement d'automate simple.



## Modèle de neurone artificiel

Figure 1 – Neurone artificiel (McCulloch et Pitts, 1943)

