

Fantasmes et réalités actuelles de l'Intelligence Artificielle (IA)

Cédric Berteletti

Isara

Module S8-OPEN 2020

Toutes premières mentions d'objets intelligents / robots

- Iliade

- Les trépieds autonomes (Iliade 18, 373-377)

ὅφρα οἱ αὐτόματοι θεῖον δυσαίατ’ ἀγῶνα

- Les soufflets de forge (Iliade 18, 468-473)
 - Les portes de l'Olympe (Iliade 5, 749-751 ; 8, 393-395)
 - Les servantes d'or (Iliade 18, 413-419)

- Mythe du Golem

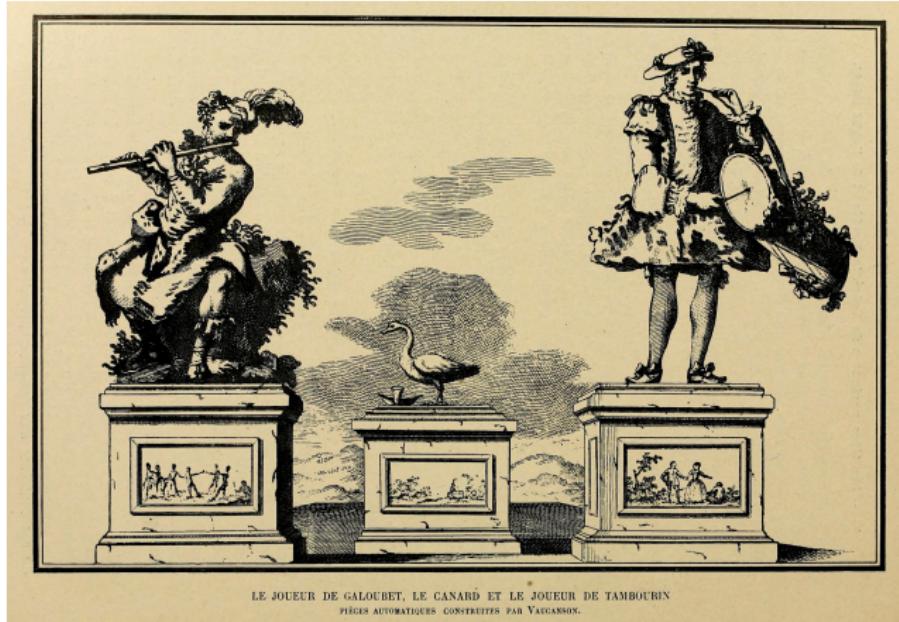
- Pygmalion et Galatée, Pandore, etc.



Johann Heinrich Füssli, *Thétis et Héphaïstos*

Des automates du XVIII^e siècle ...

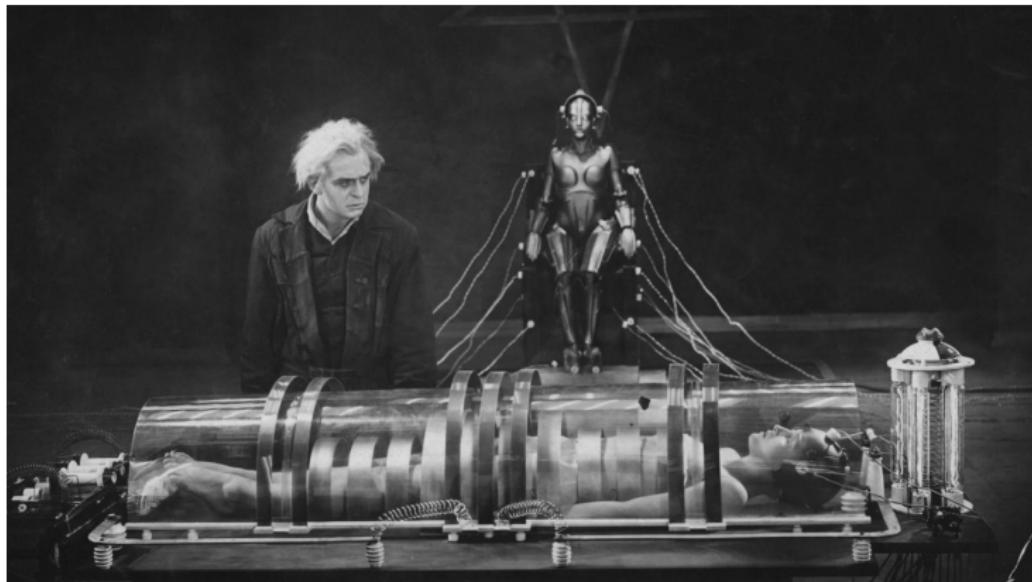
- Automates de Vaucanson



- *Sept Discours en vers sur l'homme, Sur la vraie vertu de Voltaire
Automates pensants, mus par des mains divines*

... à l'explosion du XX^o

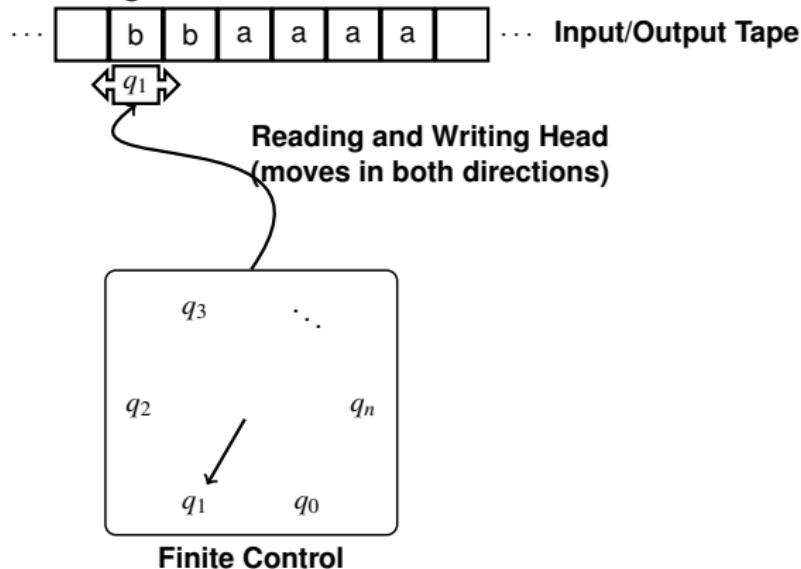
- Metropolis (Fritz Lang, 1927)



- Singularité

Alan Turing (1912-1954)

- Machine de Turing



- La Bombe pour casser Enigma
- Le test de Turing

Les multiples pistes explorées et l'excitation des débuts

- Les premiers langages de programmation (Fortran 1957, Lisp 1958)
- Démonstrations logiques automatiques (Logic Theorist 1955, Geometry Theorem Prover 1959, Prolog 1972 et systèmes experts)
- L'inspiration naturelle : réseaux de neurones (perceptron 1957), algorithmes génétiques

Le tout avec un afflux important de financements militaires

De premiers résultats encourageants ... puis des désillusions

- Traduction automatique

L'esprit est fort mais la chair est faible

La vodka est bonne mais la viande est pourrie

- Démonstration innovante de certains théorèmes mathématiques ... mais l'explosion combinatoire a raison des applications plus poussées

- Difficultés de généralisation des perceptrons

- Simulation d'un psychothérapeute (Eliza 1966)

⇒ Les résultats à petite échelle n'ont pas pu être poursuivis à grande échelle.

```
Welcome to
 FFFFFF LL IIII ZZZZZZ AA
 ER LL II ZZ AA AA
 FFFFFE LL ZZ AAAA
 EEEEEE LL II ZZ AA AA
 EEEEEE LLLLLL IIII ZZZZZZ AA AA

Eliza is a mock Rogerian psychotherapist.
The original program was described by Joseph Weizenbaum in 1966.
This implementation by Robert Sanderson 2005.

ELIZA: Is something troubling you ?
YOU: No, I am all right.
ELIZA: What is the connection, do you suppose ?
YOU: They're always bugging us about something or other.
ELIZA: Can you think of a specific example ?
YOU: Well, my boyfriend made me come here.
ELIZA: Is it important to you that your boyfriend made you come here ?
YOU: Yes, it is.
ELIZA: I am sorry to hear that you are depressed.
YOU: It's true. I am unhappy.
ELIZA: Can you explain what made you unhappy ?
YOU: I
```

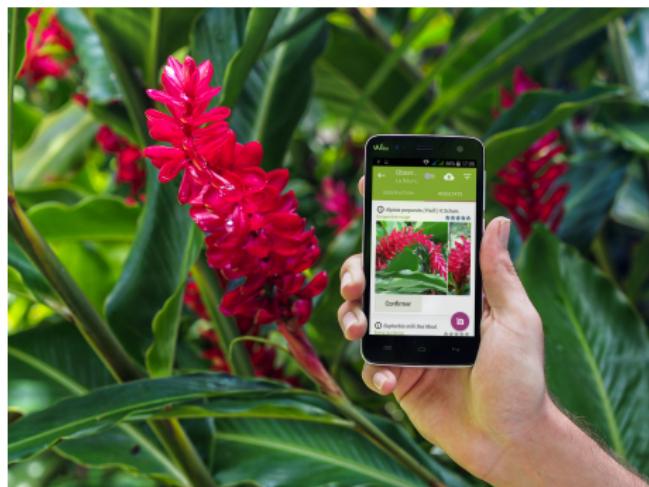
<http://www.le-grenier-informatique.fr/medias/images/eliza-title.jpg>

Cantonnement dans des niches et recherches

- Systèmes experts et vérification de démonstrations mathématiques
- Améliorations des réseaux neuronaux ... toujours insuffisantes
- Adaptations et améliorations d'outils statistiques et probabilistes (modèles de Markov cachés, réseaux bayésiens, algorithme de Monte-Carlo, etc.)
- Data mining, agents intelligents, etc.

Enfin des utilisations concrètes

- Reconnaissance et synthèse vocales
 - Traduction automatique
 - Reconnaissance d'images
 - Synthèse d'images
 - Navigation, asservissement / automatisme / contrôle (robotique), santé, commerce, jeux (DeepMind AlphaGo), finance, RH, etc.
- ⇒ Explosion des IA spécialisées

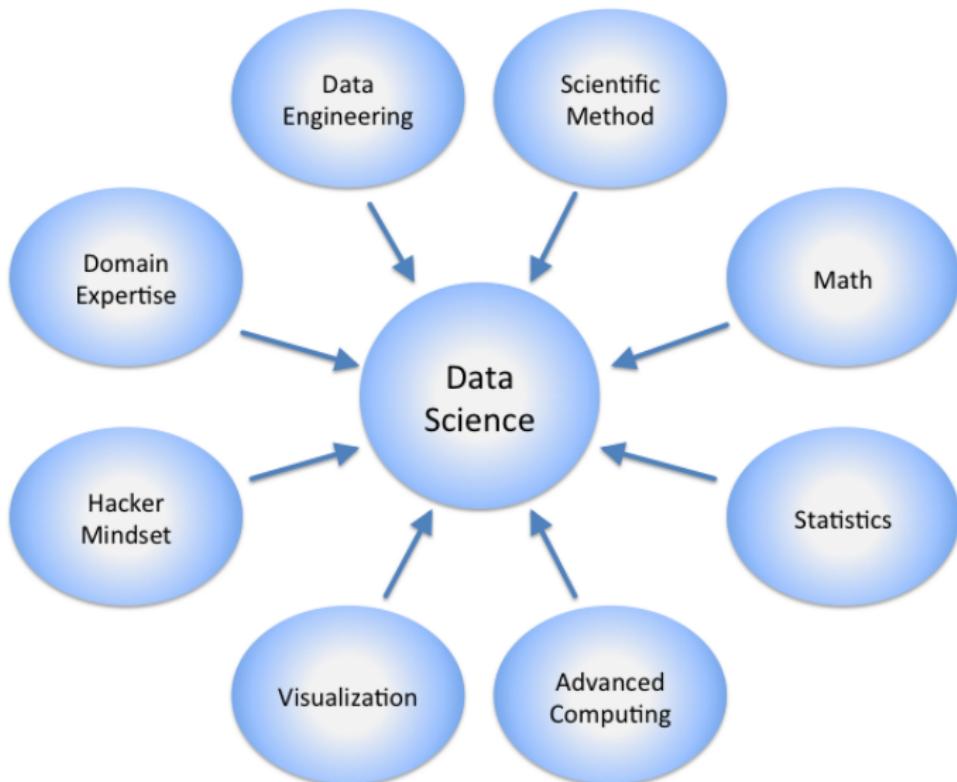


Pourquoi cette évolution ?

- L'IA est devenue une science (lien avec les Data Science) ...
- ... mais aussi une industrie (mise à disposition de bibliothèques d'IA auprès des développeurs)
- Évolutions technologiques
- Big Data et machine learning
- Cloud computing

⇒ Une révolution ? En tout cas des évolutions constantes dans différents domaines, une transdisciplinarité et une démocratisation des outils.

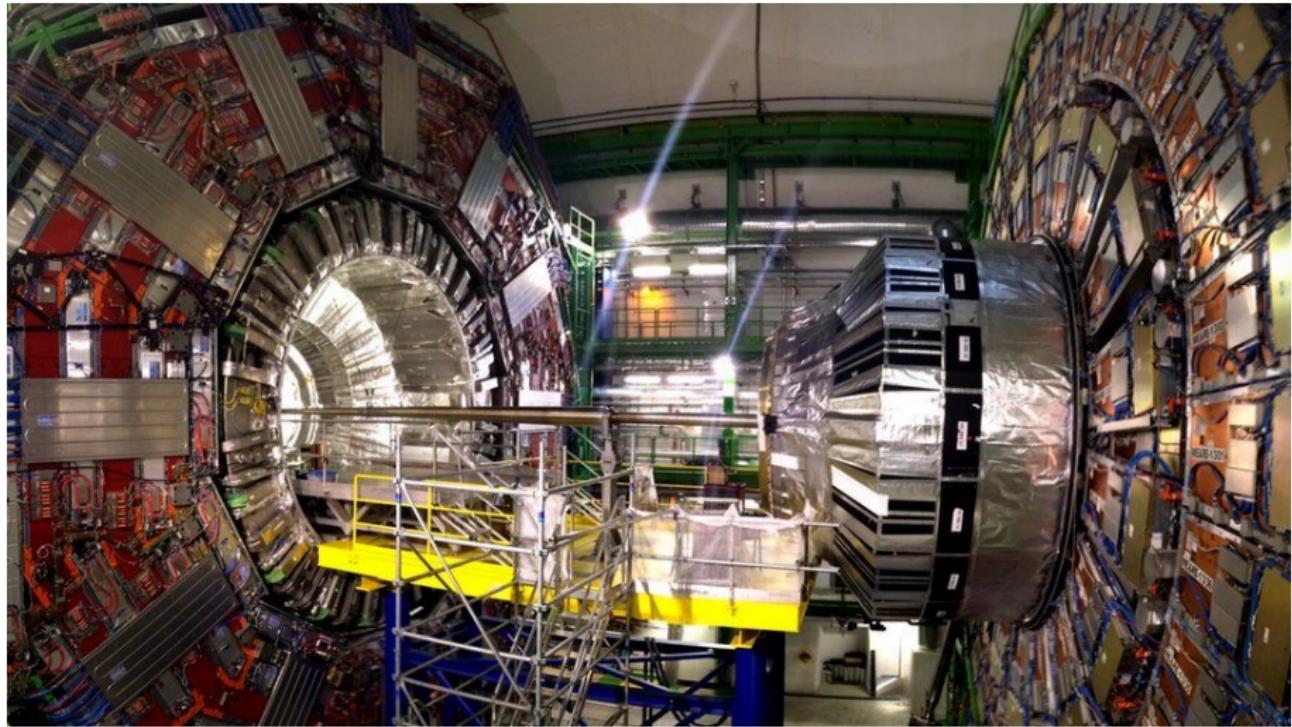
Data science



Big data

- Les 3 V
 - Volume
 - Variété
 - Vélocité
- "Better data outweigh clever maths"

LHC



©BBC News

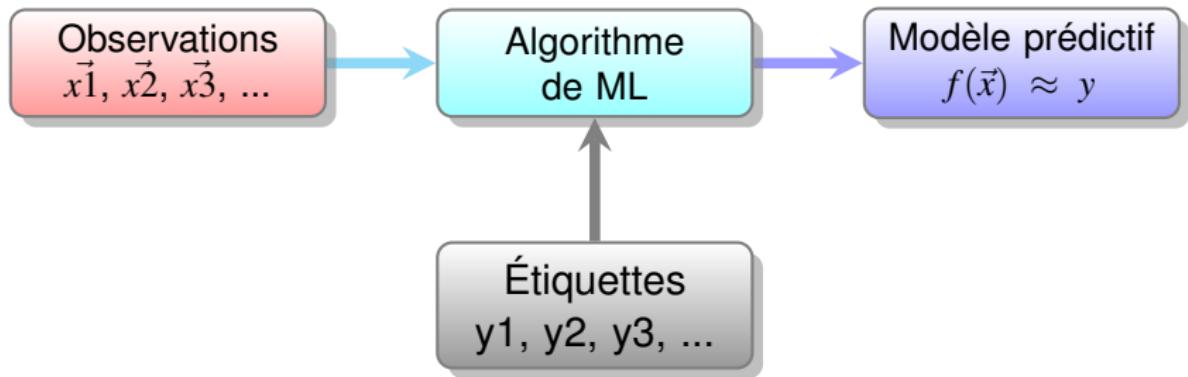
Qu'est-ce que le machine learning ?

- Dans un système à étudier, on note
 - **y** la variable cible que l'on cherche à prédire (**savoir ce que l'on veut !**)
 - \vec{x} le vecteur des **p variables prédictives** (ou explicatives ou features) x_i qui induisent la variable cible **y** (**avoir une idée du problème**)
 - **F** une fonction et ϵ un bruit aléatoire tels que $y = F(\vec{x}) + \epsilon(\vec{x})$
- Le but est d'utiliser une des techniques de machine learning pour trouver une bonne approximation **f** de **F**, appelée fonction de prédiction : $f(\vec{x}) \approx y$
- La variable cible **y** peut être qualitative (classification) ou quantitative (régression)

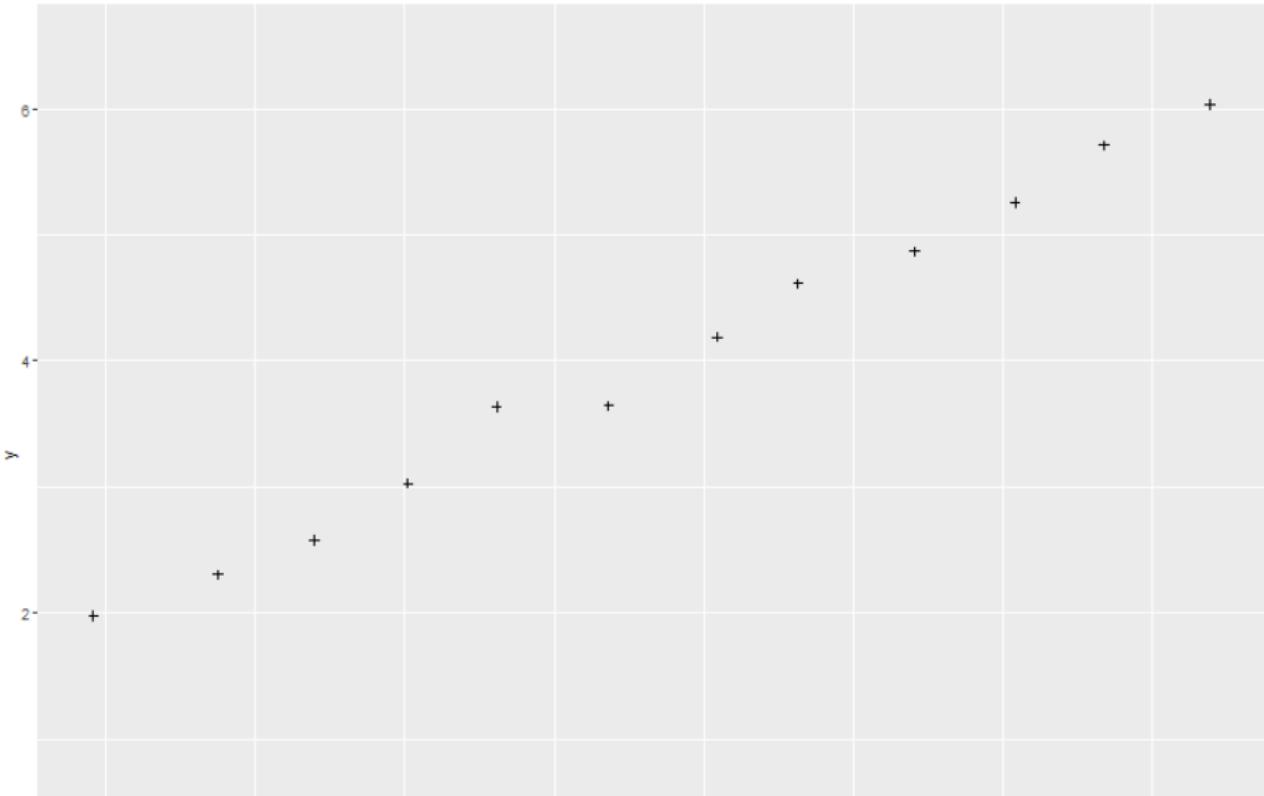
Phase d'apprentissage

- L'apprentissage peut être supervisé, non supervisé, à renforcement, etc.
- Pour un apprentissage supervisé, on doit posséder un ensemble de n observations (empiriques) regroupant les valeurs des variables prédictives et les valeurs correspondantes de la variable cible, qui sera scindé en deux sous-ensembles :
 - un ensemble qui servira à la phase d'apprentissage (l'algorithme de machine learning utilise à la fois les valeurs de \vec{x} et y)
 - un ensemble qui servira à la phase de contrôle, pour estimer la performance du modèle (qui produira des valeurs y' à partir des valeurs \vec{x} fournies et que l'on comparera aux valeurs y attendues)

Phase d'apprentissage

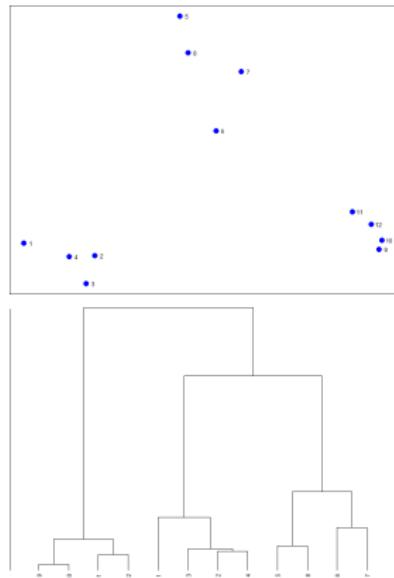


Régression linéaire



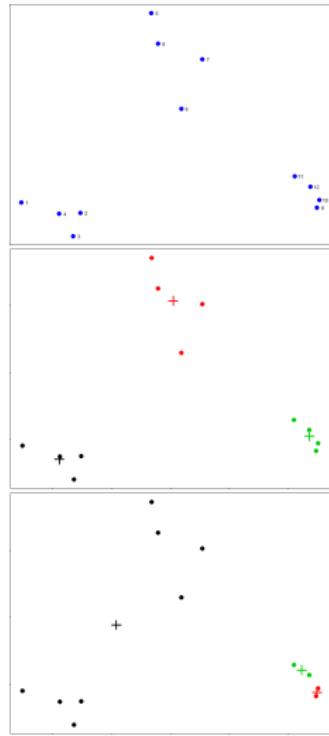
Clustering hiérarchique

- Algorithme de classification
- On regroupe les deux objets les plus proches, puis les deux nouveaux objets les plus proches, etc.
- Nécessite de définir une distance et une technique de regroupement
- Déterministe
- Obtention d'un dendrogramme



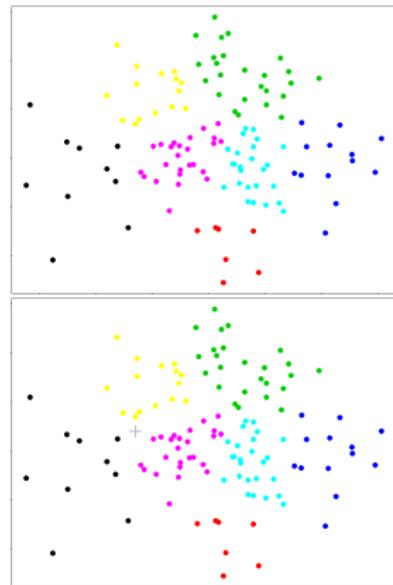
k-moyennes (k-means)

- Algorithme de classification
- On choisit un nombre n de clusters avec un centre aléatoire et on affecte les éléments au cluster le plus proche. On recalcule les nouvelles positions des centres (barycentres) et on recommence jusqu'à stabilisation des clusters.
- Nécessite de définir une distance et de choisir les centres initiaux
- Non déterministe



k-plus proches voisins (KNN)

- Algorithme de classification
- On connaît la classe d'un certain nombre d'éléments (ensemble d'apprentissage)
- Pour un nouveau point, on cherche à déterminer sa classe en lui affectant la classe majoritaire parmi ses k plus proches voisins
- Nécessite de définir une distance et de choisir k
- Non déterministe

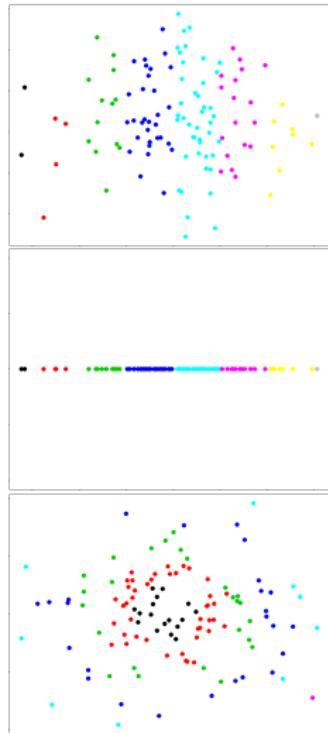


Beaucoup d'autres techniques

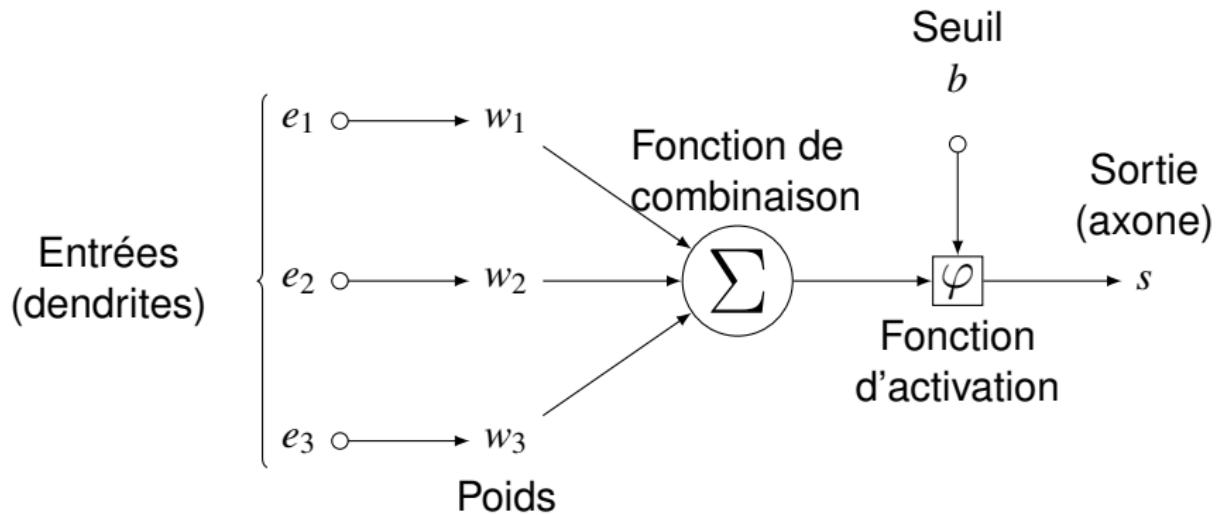
- Inférence bayésienne
- Régression binomiale
- Arbres de décision et forêts aléatoires
- Machines à vecteur de support / Séparateurs à vaste marge

Techniques de réduction dimensionnelle

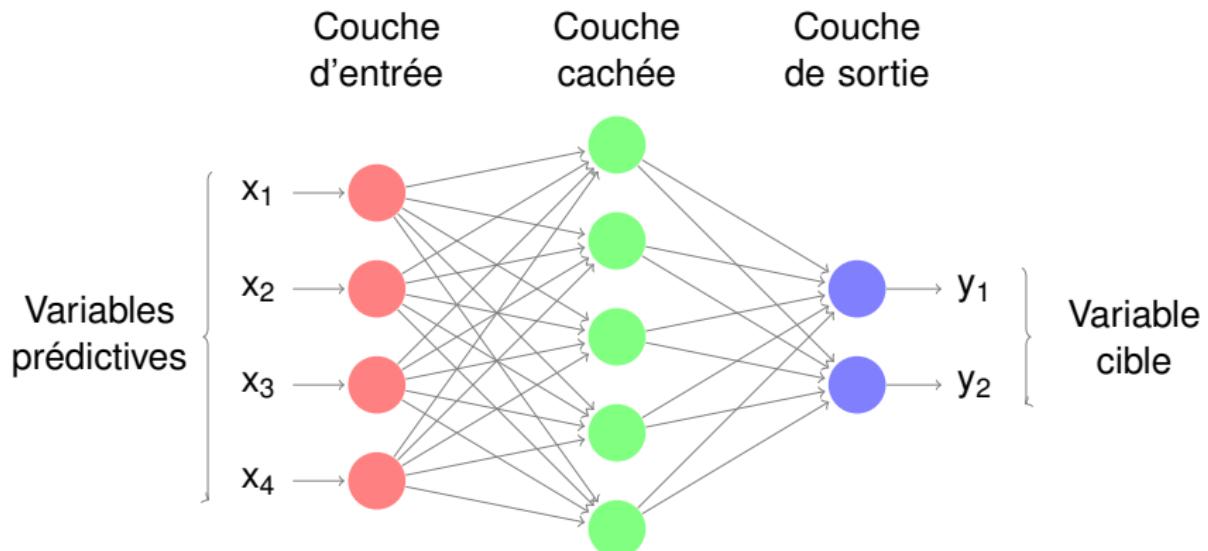
- Fléau de la dimension
 - Le but est d'avoir un ensemble de variables prédictives le plus petit possible pour expliquer au mieux la variabilité de la variable cible
 - Deux moyens principaux et complémentaires :
 - Éliminer les variables les moins significatives
 - Trouver de nouvelles variables indépendantes par combinaison des variables précédentes
 - Exemples : analyse en composantes principales, transformée de Fourier, transformée en ondelettes, etc.
- ⇒ Également des applications dans la compression



Neurone artificiel

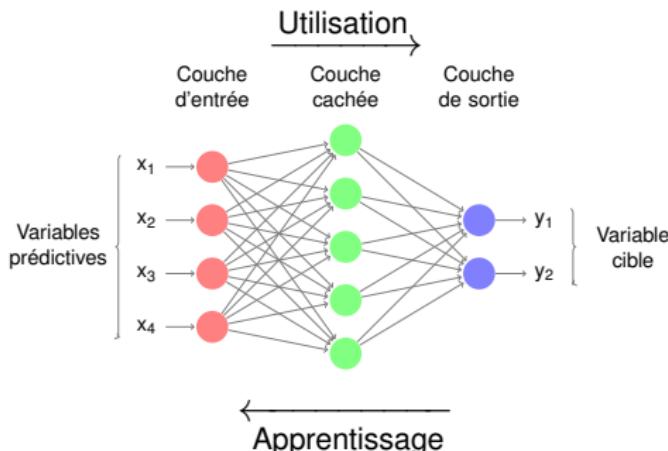


Perceptron multi-couches



Apprentissage par rétropropagation du gradient de l'erreur

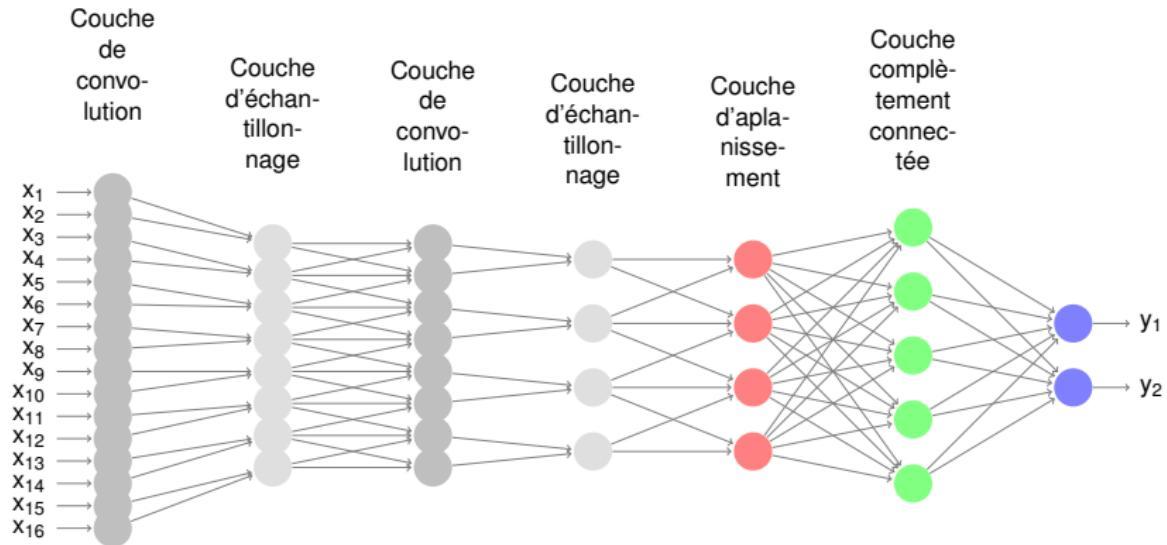
- Lors de l'apprentissage, on calcule une valeur de sortie pour certaines valeurs d'entrée et on la compare à la valeur attendue
- On calcule la part de chaque neurone de la couche précédente dans l'erreur, on corrige le poids "synaptique" en conséquence, puis on recommence l'opération pour les couches inférieures



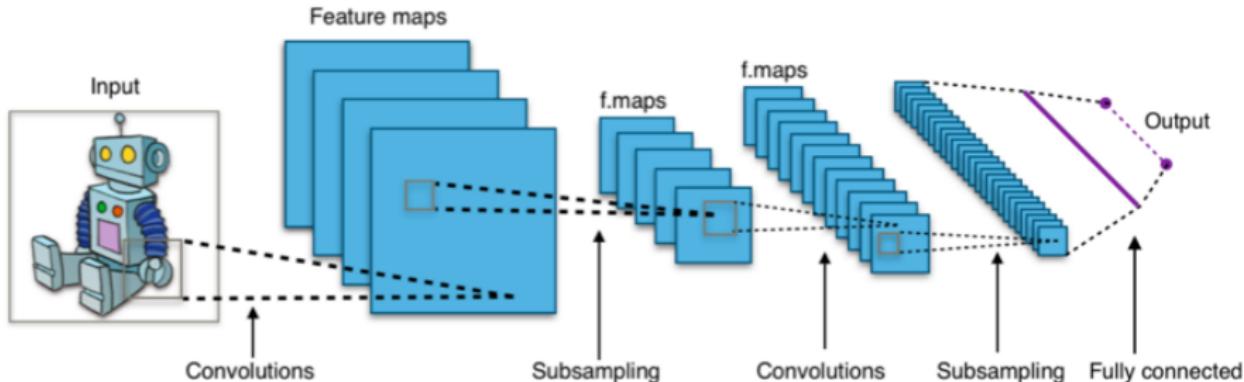
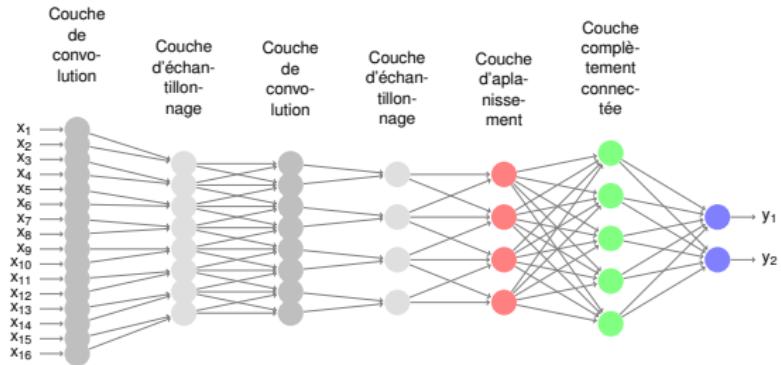
Capacité de généralisation correcte ... mais attention au surapprentissage

Modification de l'algorithme d'apprentissage

- Pré-entraînement non supervisé des couches basses
- Différents types de couches



Exemple pour la classification d'images



Vigilances

- Quelle est la question ? Quelles sont les biais ?
- Les humains restent à la base (Quel algorithme ? Quel corpus d'apprentissage ? Quelles limites d'utilisation ? etc.)
- "Better data outweigh clever maths" Quid de l'accès aux données ? OpenData, régulation, etc.
- Boîtes noires
- Dérives
 - *Social media can predict what you'll say, even if you don't participate* <https://arstechnica.com/science/2019/01/social-media-can-predict-what-youll-say-even-if-you-dont-participate/>
 - *Du porno aux fausses informations, l'intelligence artificielle manipule désormais la vidéo*
https://www.lemonde.fr/pixels/article/2018/02/04/du-porno-aux-fausses-informationsl-intelligence-artificielle-manipule-desormais-la-video_5251535_4408996.html

Conclusion

- Combinaison de différentes sciences, techniques et technologies
- Un effet de seuil (données et puissance de calcul notamment) et la connaissance de certains domaines précis ont permis des applications concrètes dans ces domaines
- L'humain est à la base ... et il devrait le rester !