

# Qu'est ce l'IA ?

Sébastien SALVA, Pr en informatique, UCA, LIMOS  
Sebastien.salva@uca.fr



**IUT CLERMONT AUVERGNE**

Aurillac - Clermont-Ferrand - Le Puy-en-Velay  
Montluçon - Moulins - Vichy

# Références

- Cours IA (Philippe Beaune, Gauthier Picard, Laurent Vercouter) École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne
- <https://www.emse.fr/~picard/cours/>
- <https://interstices.info/lintelligence-artificielle-hier-aujourdhuiet-demain/>
- livre blanc "Les grands défis de l'IA générative » (<https://dataforgood.fr/iagenerative/>)
- Cours et TP Fidle <https://fidles.cnrs.fr>
  - (cours plus approfondis et exemples)
- [\*\*Les usages de l'intelligence artificielle 2021\*\*](#) (O. Ezratti)



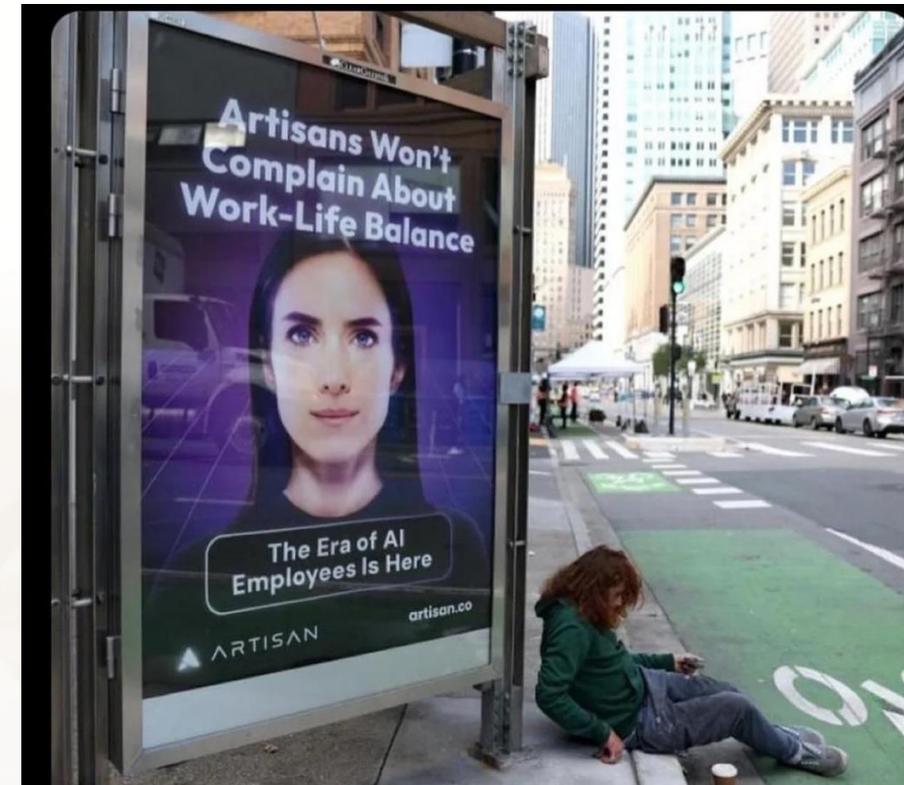
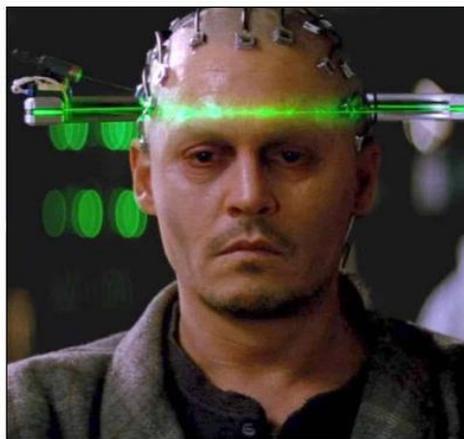
# DÉFINITIONS IA



**IUT CLERMONT AUVERGNE**

Aurillac - Clermont-Ferrand - Le Puy-en-Velay  
Montluçon - Moulins - Vichy

# Notion d'intelligence artificielle



# Notion d'intelligence artificielle



# Notion d'intelligence artificielle

née au cours des années 1950, avec de jeunes chercheurs tels que John McCarthy, [Marvin Minsky](#), Claude Shannon.

À la même époque, le mathématicien anglais [Alan Turing](#) posait la question centrale qui attend toujours une réponse : « *Une machine peut-elle penser ?* ».



# Définition IA

?

<b>empirique</b>	<b>théorique</b>
<b>Systems that think like humans</b> "The exciting new effort to make computers think ... <i>machines with minds</i> , in the full and literal sense." (Haugeland, 1985) "[The automation of] activities that we associate with human thinking, activities such as decision-making, problemsolving, learning ..." (Bellman, 1978)	<b>Systems that think rationally</b> "The study of mental faculties through the use of computational models." (Chamiak and McDermott, 1985) "The study of the computations that make it possible to perceive, reason, and act." (Winston, 1992)
<b>Systems that act like humans</b> "The art of creating machines that perform functions that require intelligence when performed by people." (Kurzweil, 1990) "The study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better." (Rich and Knight, 1991)	<b>Systems that act rationally</b> "Computational Intelligence is the study of the design of intelligent agents." (Poole <i>et al.</i> , 1998) "AI ...is concerned with intelligent behavior in artifacts." (Nilsson, 1998)
<b>Figure 1.1</b> Some definitions of artificial intelligence, organized into four categories.	

▶ *AIMA 2<sup>nd</sup> edition, p. 2*

# Notion d'intelligence artificielle

développée en se fondant sur trois grands types de modèles :

- les modèles symboliques,
- les modèles statistiques,
- les modèles connexionnistes.

mais aussi IADistribué, agents, etc.



**IUT CLERMONT AUVERGNE**

Aurillac - Clermont-Ferrand - Le Puy-en-Velay  
Montluçon - Moulins - Vichy

# Quelques Thématiques

Titre des sessions à IJCAI 2024

- Agent-based and Multi-agent Systems
- AI Ethics, Trust, Fairness
- Computer Vision
- Constraint Satisfaction and Optimization
- Data Mining
- Game Theory and Economic Paradigms
- Humans and AI
- Knowledge Representation and Reasoning
- **Machine Learning**
- **Natural Language Processing**
- Planning and Scheduling
- Robotics
- Uncertainty in AI
- AI for Good
- AI, Arts & Creativity
- Human-Centred AI



**IUT CLERMONT AUVERGNE**

Aurillac - Clermont-Ferrand - Le Puy-en-Velay  
Montluçon - Moulins - Vichy

# RAISONNEMENT AUTOMATIQUE



**IUT CLERMONT AUVERGNE**

Aurillac - Clermont-Ferrand - Le Puy-en-Velay  
Montluçon - Moulins - Vichy

# Raisonnement automatique

## IA symbolique

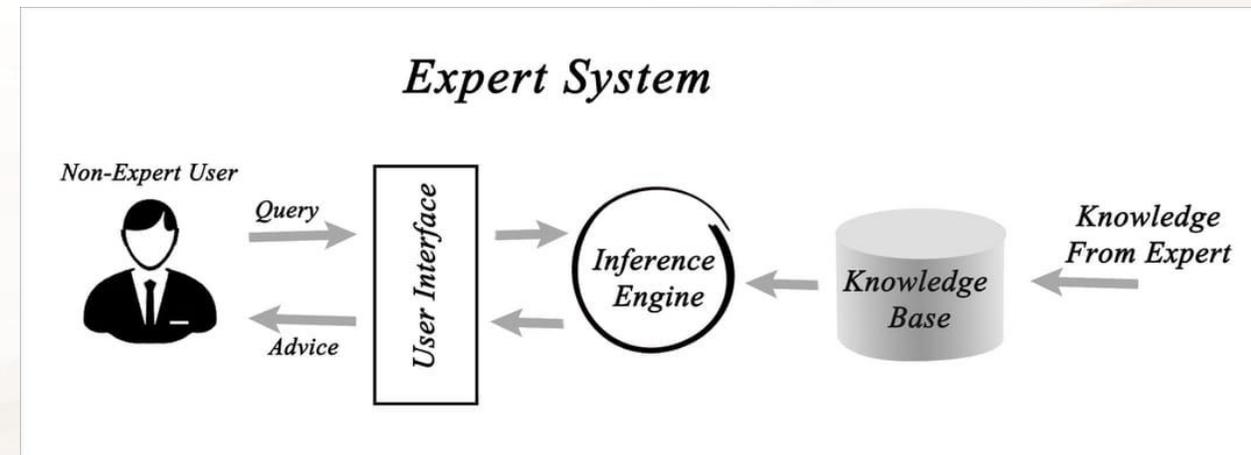
Algorithmes généraux fondés sur un ensemble de règles logiques et des données

Ex :  $Papy(X,Y) : pere(X,Z), pere(Z,Y)$

- Limité à des domaines précis,
- construits depuis de la connaissance métier

=> Systèmes qui peuvent capter de l'expertise métier pour l'appliquer

systèmes experts avec de nombreuses réalisations pratiques limitées dans l'industrie, le domaine bancaire ou la médecine.



# Raisonnement automatique

## IA symbolique

- IA symbolique a été particulièrement active au cours des années 1980 (avant un « hiver de l'IA »)

### Outils:

- LIPS,
- Prolog,
- Drools (bases de faits, règles à base de prédicats, => nouvelle bases, inférence de règles, déduction, etc.)

# MODÈLES STATISTIQUES



**IUT CLERMONT AUVERGNE**

Aurillac - Clermont-Ferrand - Le Puy-en-Velay  
Montluçon - Moulins - Vichy

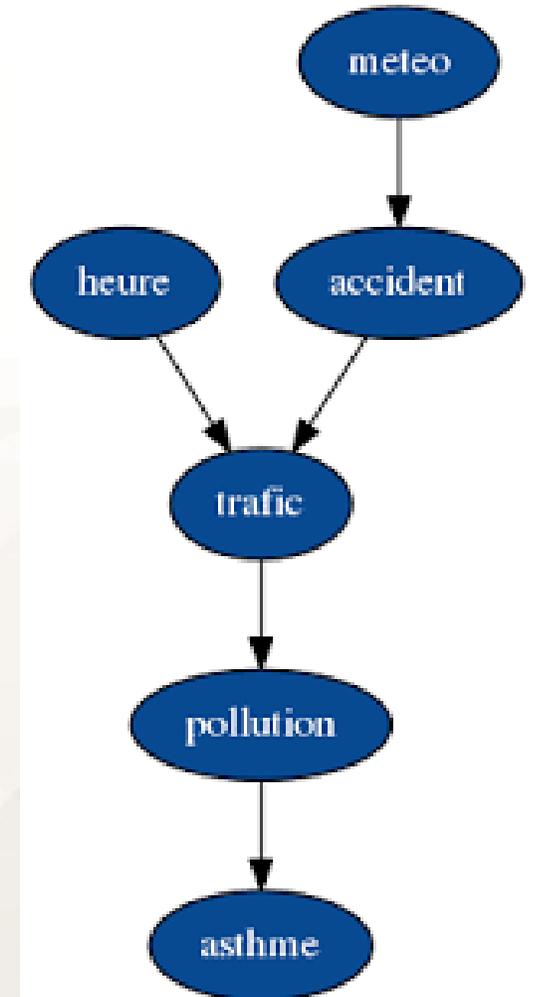
# Les modèles statistiques

Modèles qui permettent d'exprimer la variabilité inhérente au monde réel

Phase d'apprentissage qui consiste ici à mémoriser des distributions de probabilité

Modèle statistique bien répandu est celui des réseaux bayésiens.

- très intéressant dans des problèmes à choix multiples tel que le diagnostic, notamment médical.



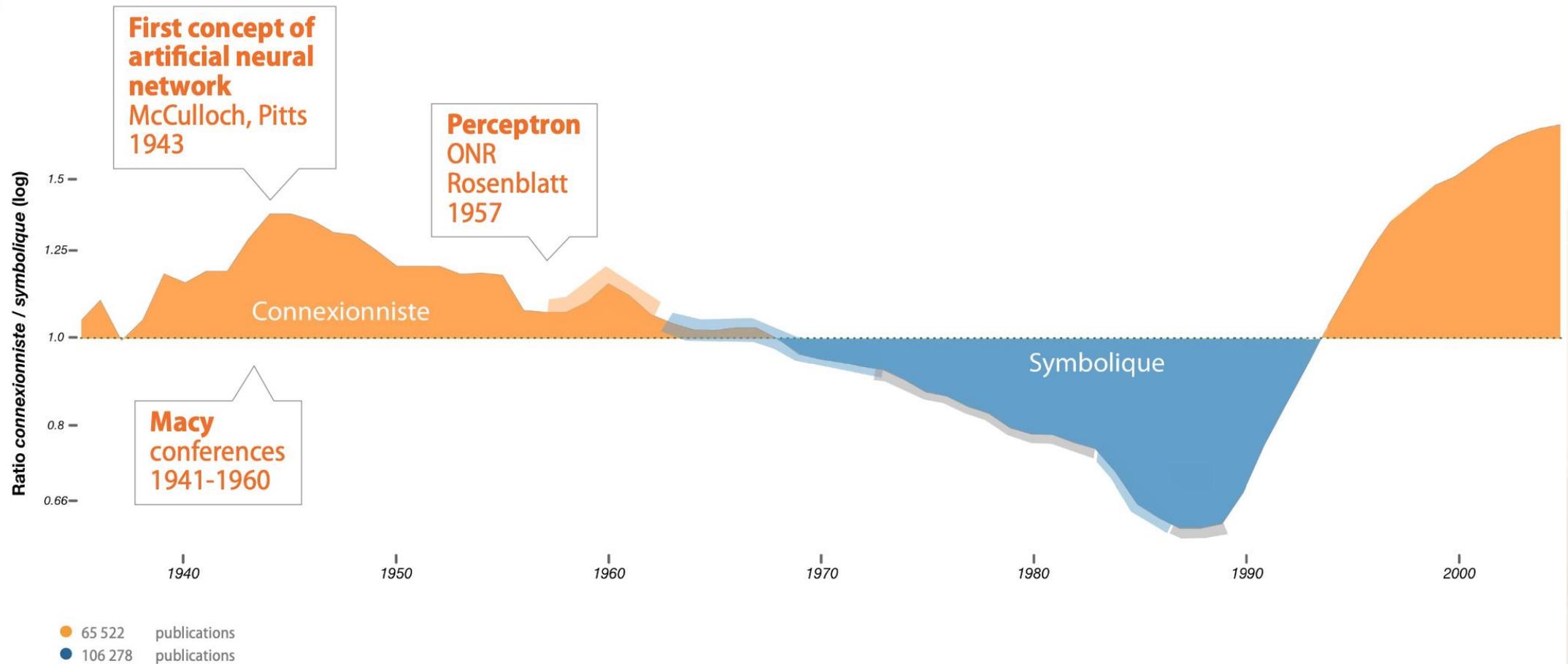
# MODÈLES NEURONAUX



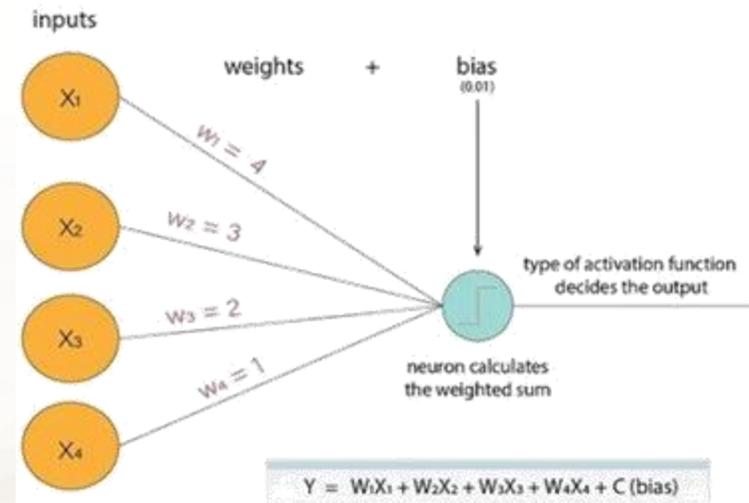
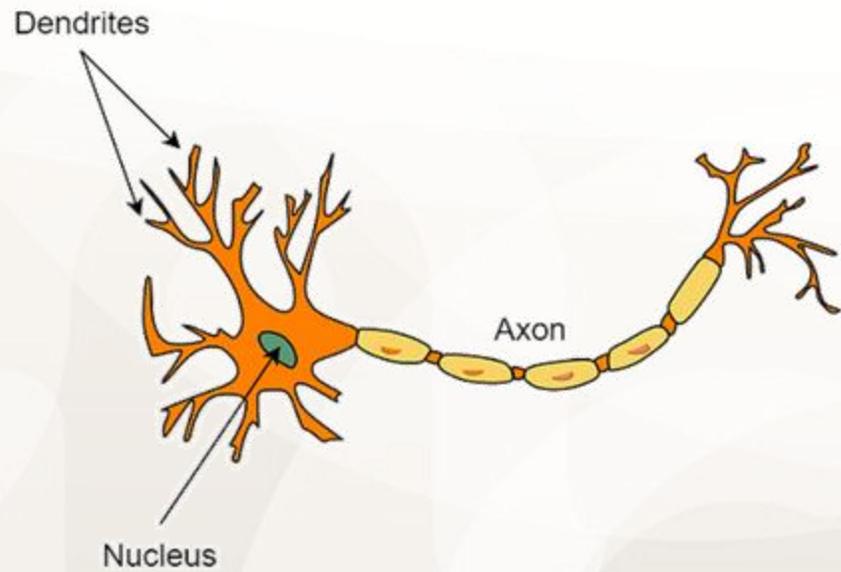
**IUT CLERMONT AUVERGNE**

Aurillac - Clermont-Ferrand - Le Puy-en-Velay  
Montluçon - Moulins - Vichy

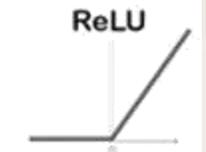
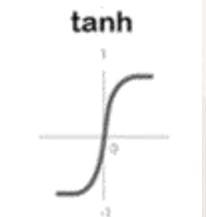
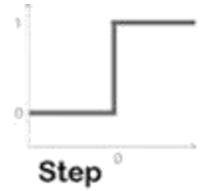
# Les modèles neuronaux ou connexionnistes et l'histoire de l'IA



# Les modèles neuronaux ou connexionnistes



$$Y = W_1X_1 + W_2X_2 + W_3X_3 + W_4X_4 + C \text{ (bias)}$$

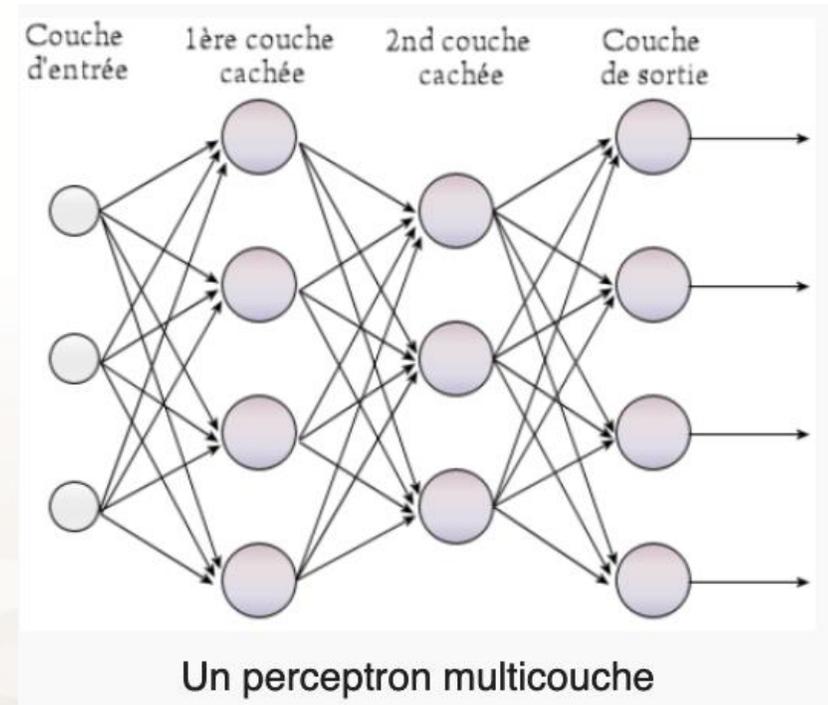


# Les modèles neuronaux ou connexionnistes

Diverses architectures ont été proposées :

réseaux à couches, réseaux récurrents, etc.

Perceptron, RNN, CNN, LSTM, GRU, VAE, GAN, U-net, etc.



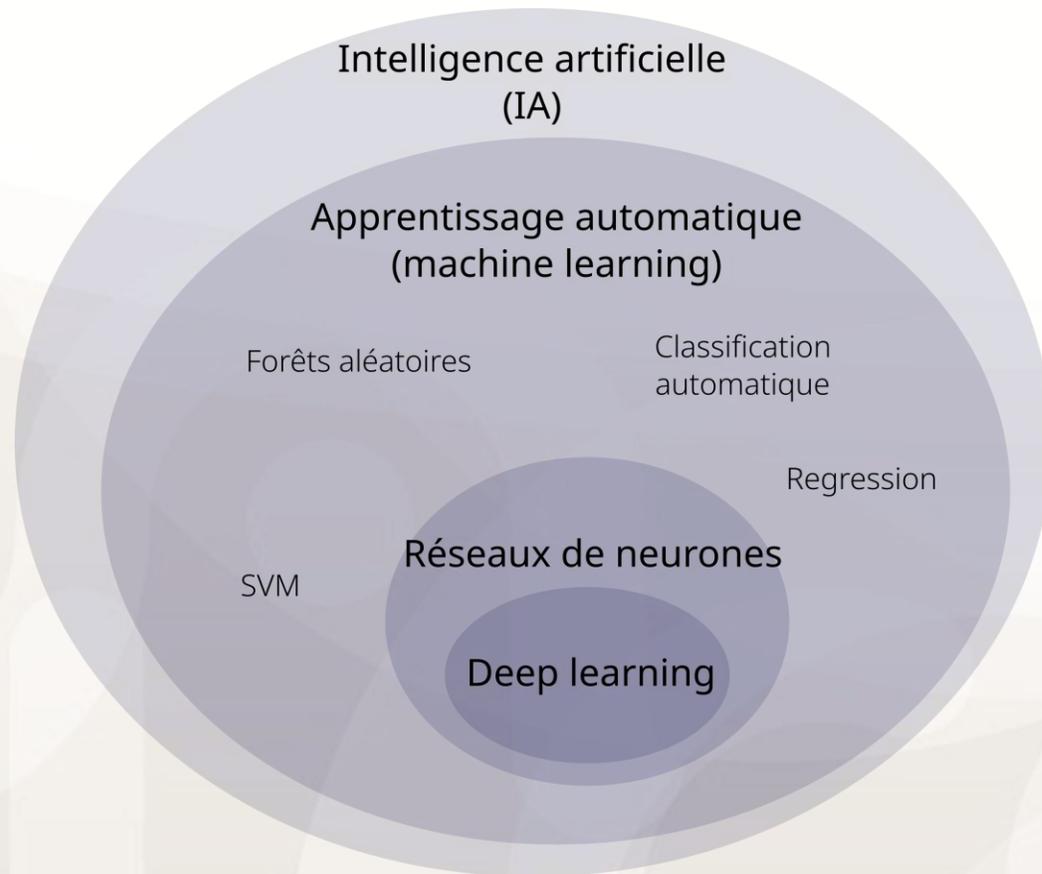
# APPRENTISSAGE



**IUT CLERMONT AUVERGNE**

Aurillac - Clermont-Ferrand - Le Puy-en-Velay  
Montluçon - Moulins - Vichy

# Apprentissage (machine learning)



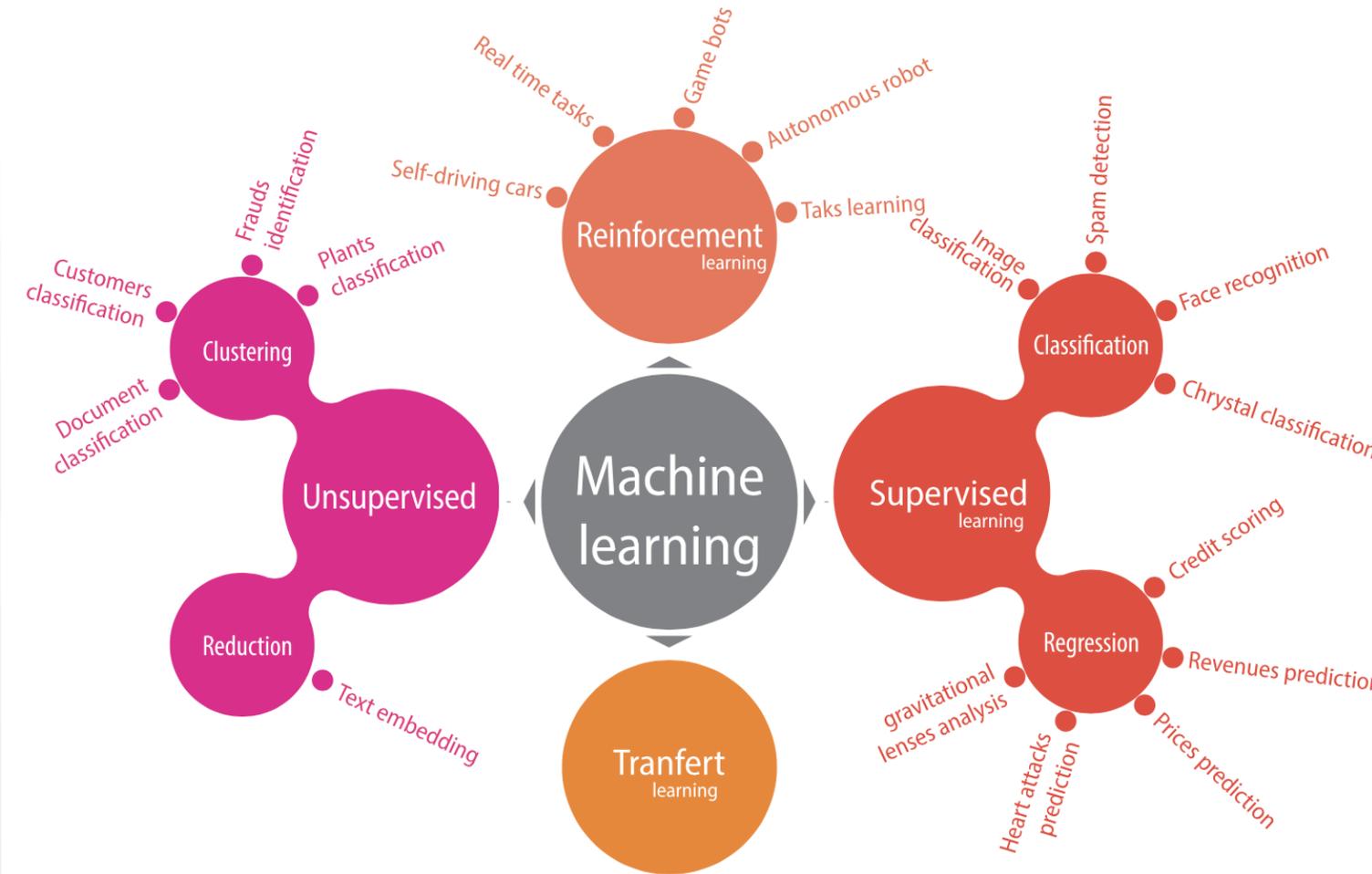
*Champ d'étude de l'intelligence artificielle qui se fonde sur des approches mathématiques et statistiques pour donner aux ordinateurs la **capacité** d'« **apprendre** » à partir de **données***

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Apprentissage\\_automatique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Apprentissage_automatique)

# Apprentissage (machine learning)

- Dès 1959, [Arthur Samuel](#), un des pionniers de l'IA, introduit le terme d'« [apprentissage automatique](#) » (*Machine Learning*).
- Vers 2010, des résultats spectaculaires dans de nombreux domaines :
  - jeu de Go, interprétation d'images, reconnaissance de la parole, traitement de la langue naturelle écrite, diagnostic, ont eu un grand retentissement médiatique.

# Apprentissage (machine learning)



Catégories :

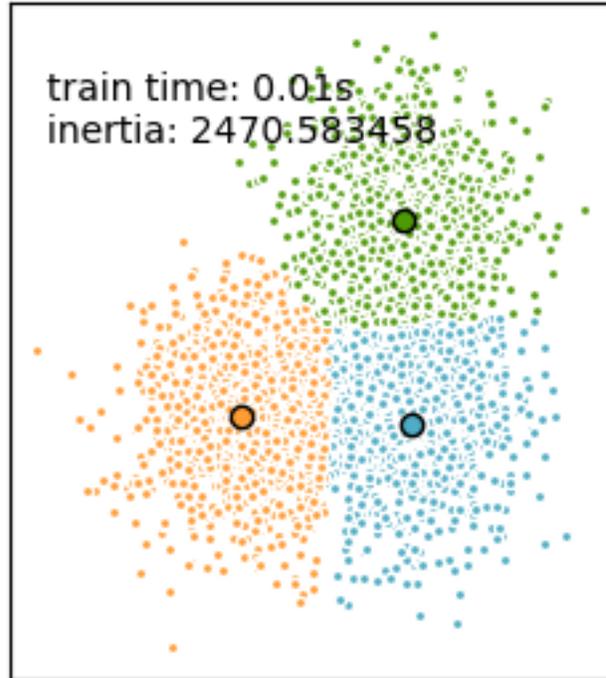
- supervisé,
- non supervisé,
- renforcement,
- Transfert

Types d'Approches :

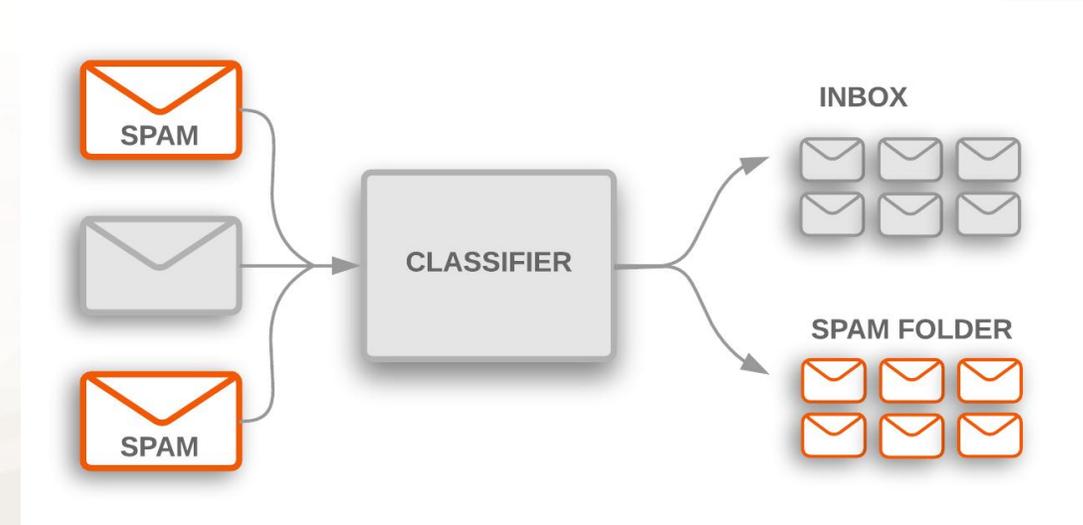
- Classification,
- Clustering,
- Reduction de données
- Regression

# Apprentissage

**Clustering (grouper des éléments):**

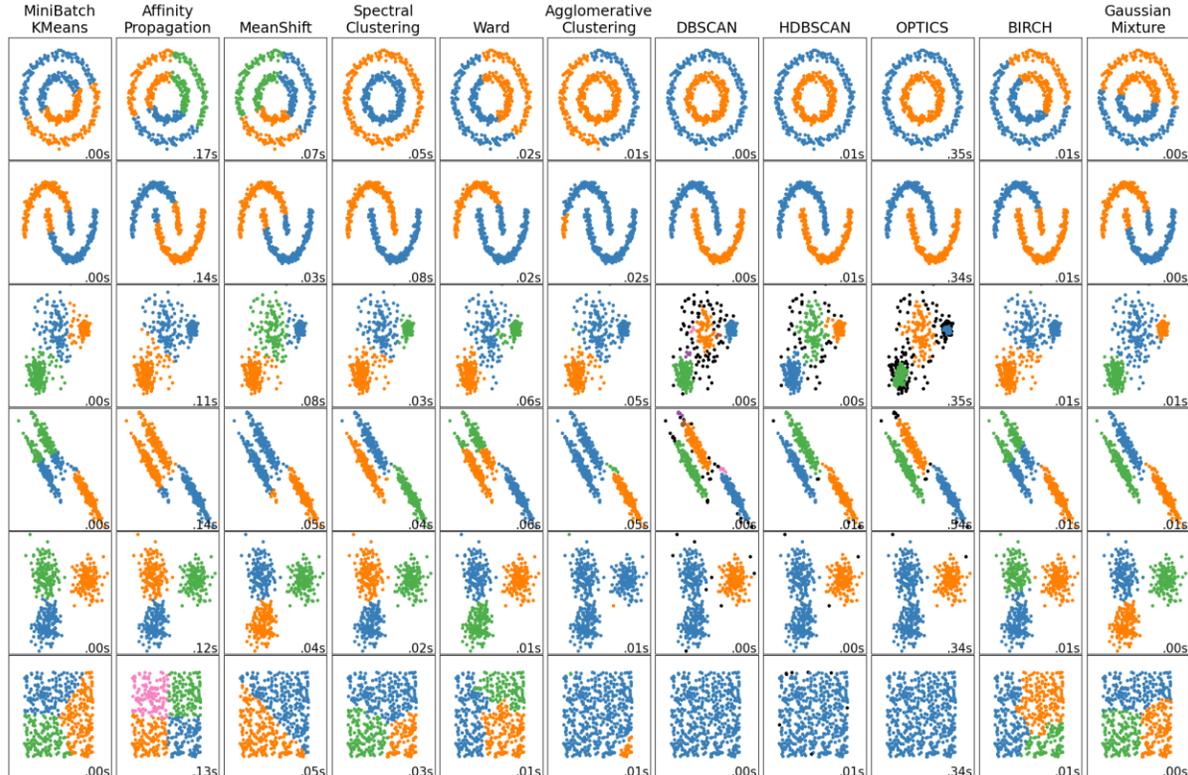


**Quelques modèles de classification (mettre un élément dans une classe)**

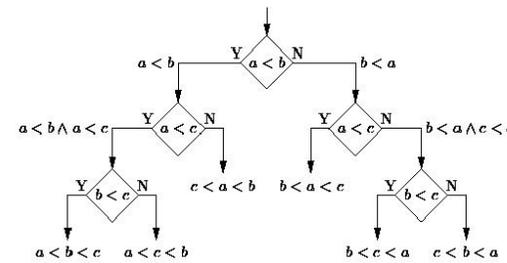


# Apprentissage

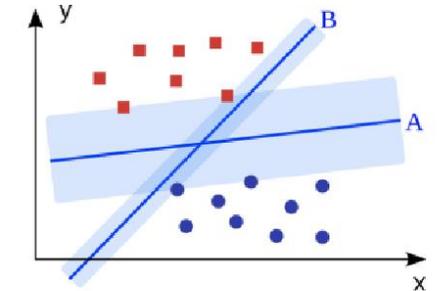
Quelques modèles de Clustering (grouper des éléments):



Quelques modèles de classification (mettre un élément dans une classe)



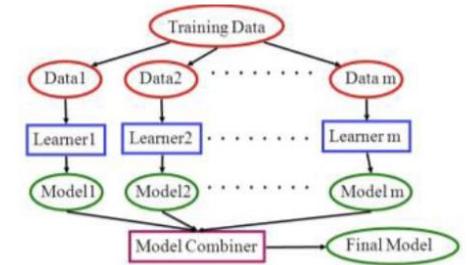
arbres de décision



Support Vector Machines

$$P(c_j | d_i) = \frac{P(c_j) \prod_{k=1}^{|d_i|} P(w_{d_k} | c_j)}{\sum_{r=1}^{|C|} P(c_r) \prod_{k=1}^{|d_i|} P(w_{d_k} | c_r)}$$

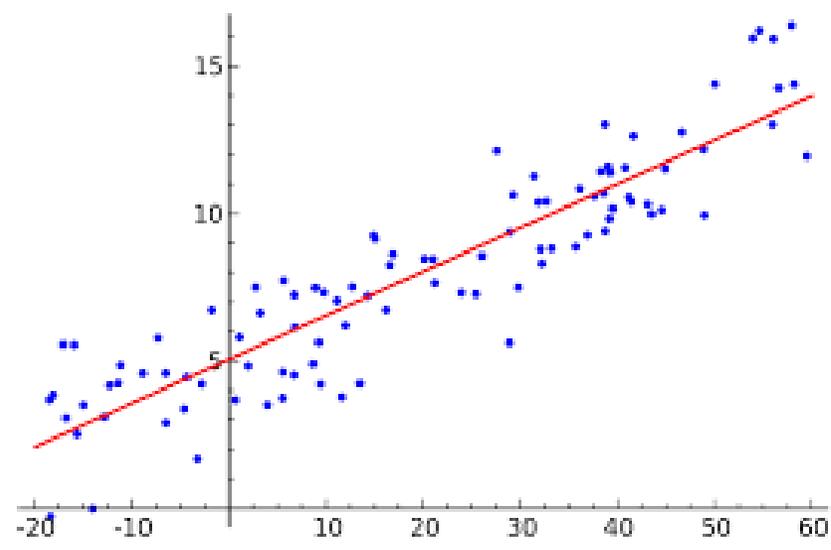
classification Bayésienne naïve



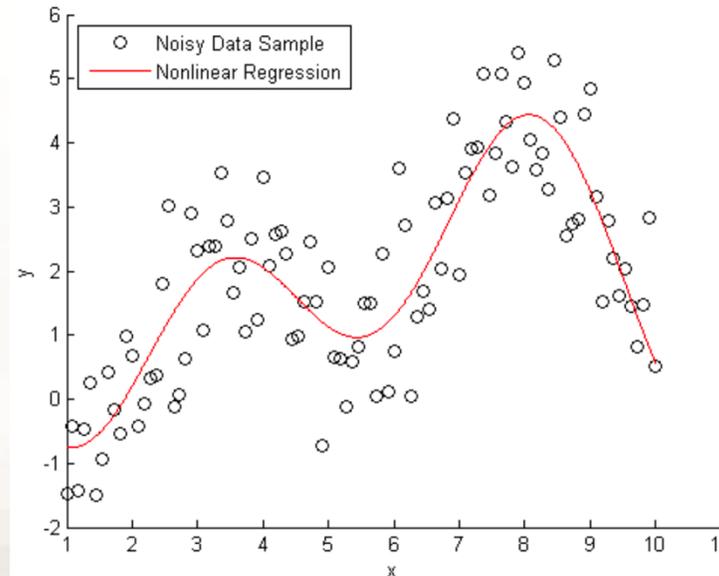
Ensemble Methods

# Apprentissage

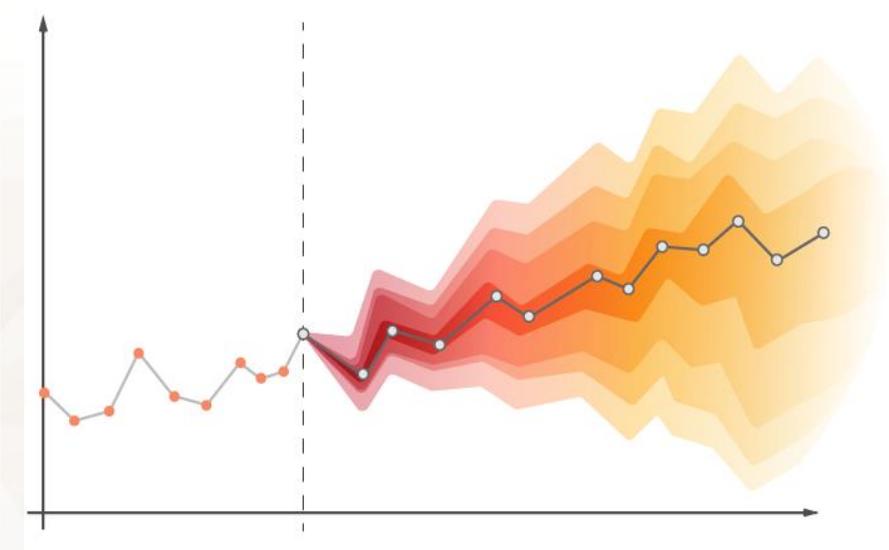
**Regression : (trouver la relation d'une variable par rapport à une ou plusieurs autres)**  
**Très utile pour faire des prédictions !**



Linéaire



Non linéaire



Prédiction

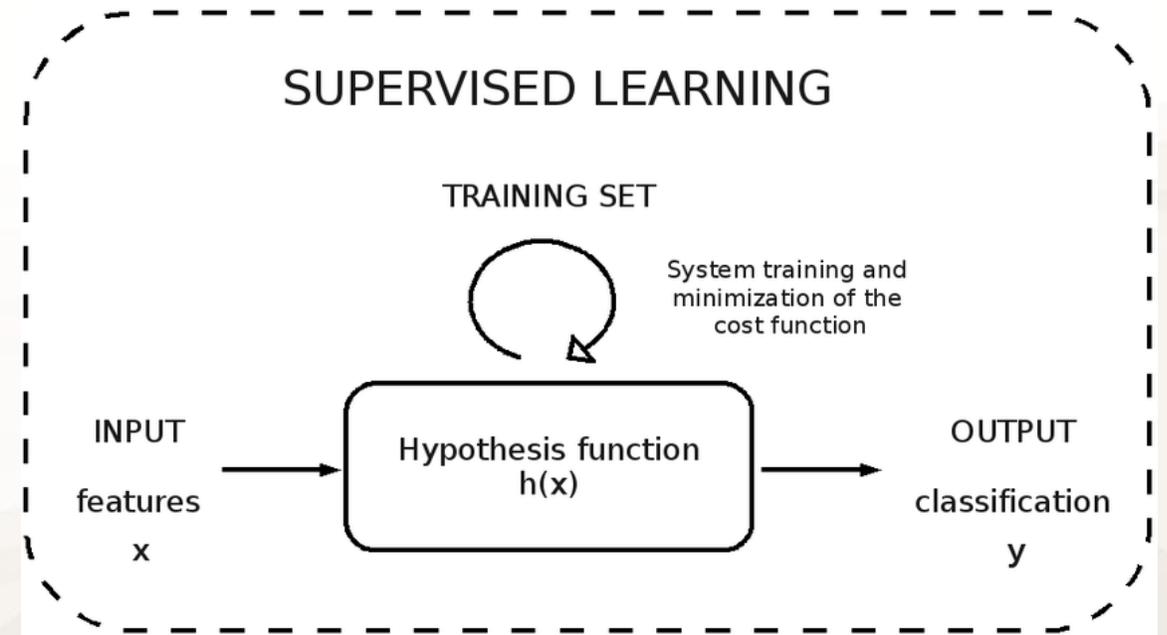
(<https://medium.com/analytics-vidhya/time-series-forecasting-c73dec0b7533>)

<https://scikit-learn.org/1.5/modules/clustering.html>

# Apprentissage supervisé

## Apprentissage supervisé

- Le système dispose d'un échantillon d'entrées et sorties
- Entraînement du système sur le training set pour ajuster ses paramètres



# Apprentissage supervisé sur réseaux de neurones

Objectif : assigner des poids au réseau afin de réaliser une relation entrées-sorties spécifiée par des exemples

Méthode :

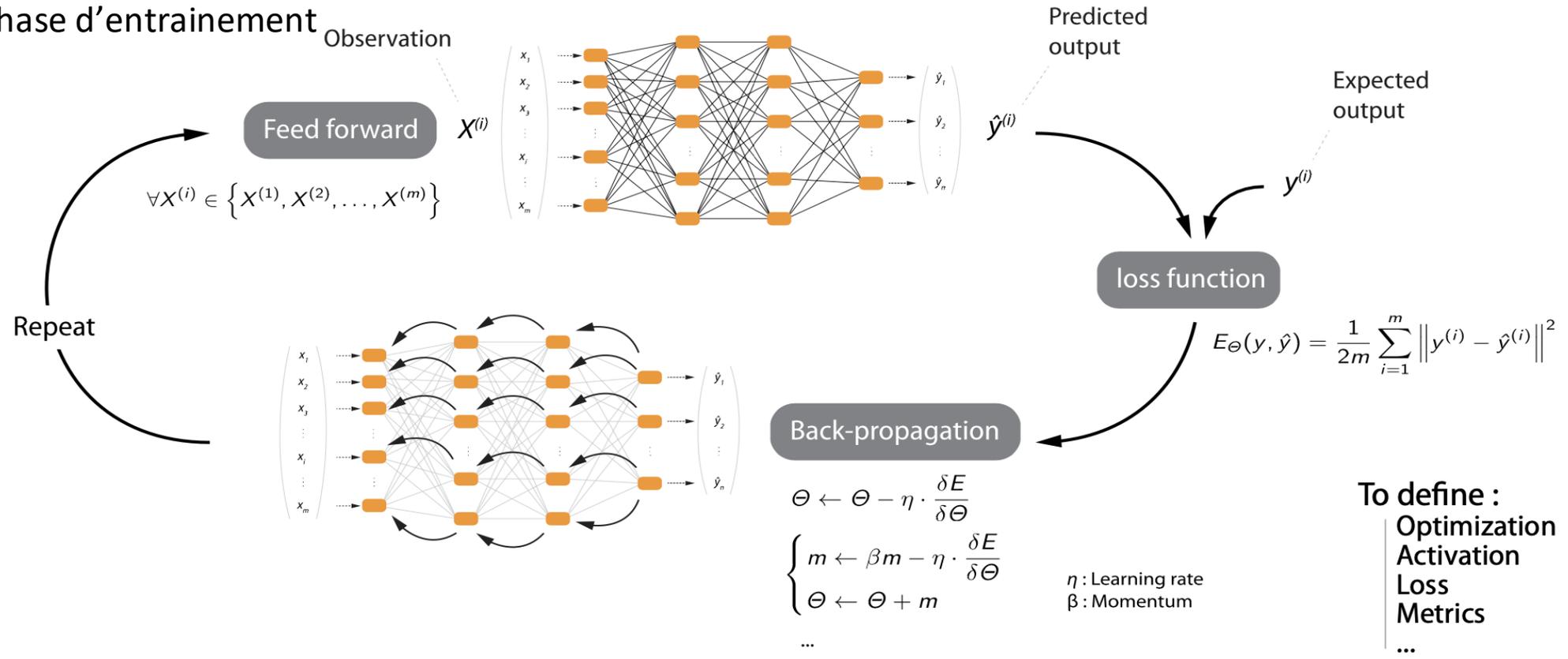
- Minimiser l'erreur produite en sortie des exemples issus de l'échantillon d'apprentissage

=> Algorithme de rétro-propagation du gradient

=> Principe inductif : On fait l'hypothèse que l'échantillon d'apprentissage est représentatif des données réelles

# Apprentissage supervisé

Phase d'entraînement



To define :  
 Optimization  
 Activation  
 Loss  
 Metrics  
 ...

# Apprentissage non-supervisé

## Apprentissage non-supervisé

- Le système dispose d'un échantillon d'entrées sans sorties prévues
- Entraînement par une heuristique sur l'activité des entités

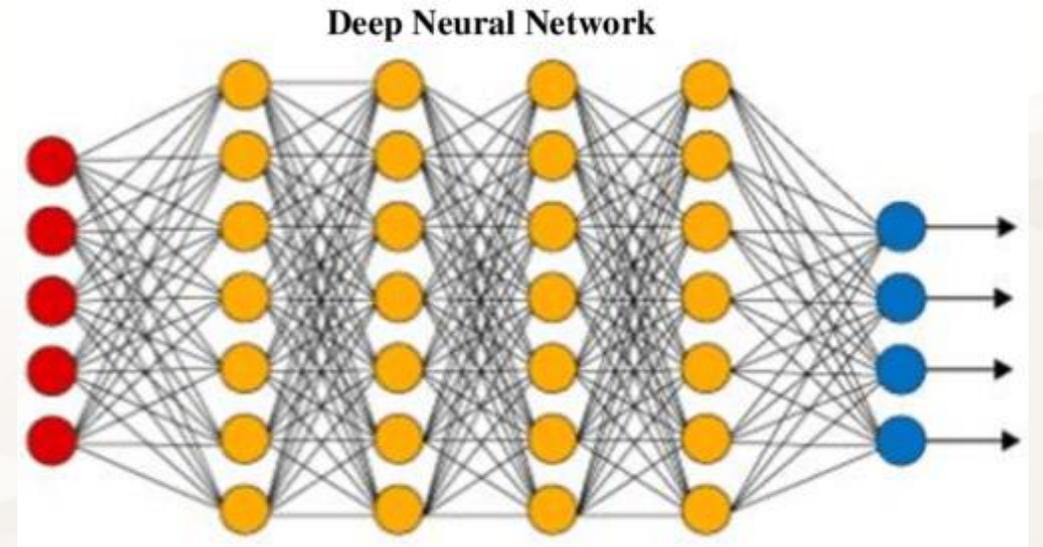
# Apprentissage profond (Deep Learning)

Algorithme de [rétropropagation du gradient](#) d'erreur a permis le développement dans les années 1990 de modèles neuronaux comportant quelques couches cachées.

⇒ Deep learning

Depuis, le nombre de couches cachées a été considérablement augmenté

Naissance des réseaux neuronaux profonds, *Deep Neural Nets*, DNN



# Apprentissage profond

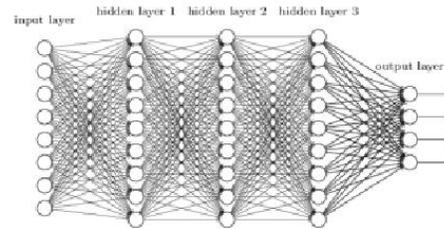
L'apprentissage profond (*Deep Learning*) nécessite à la fois trois conditions :

- des algorithmes performants (amélioration de la rétropropagation du gradient d'erreur),
- des moyens de calcul parfois considérables,
- la disponibilité de quantités importantes de données d'apprentissage, notamment les *Big Data*,

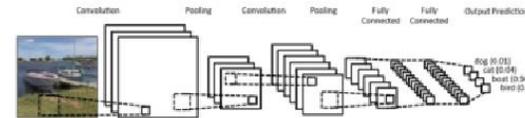
# Apprentissage profond

Deep learning ?

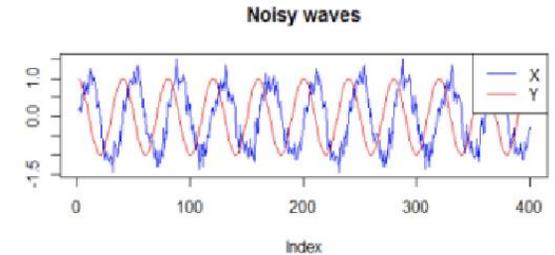
Exemples d'autres architectures



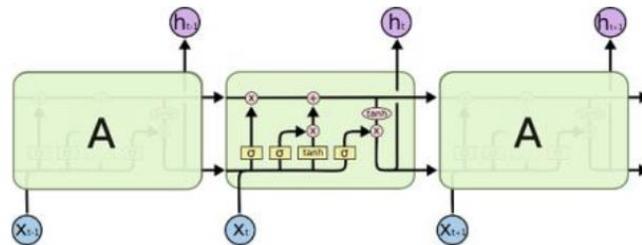
**fully connected (FCN)**  
classification  
et prédictions



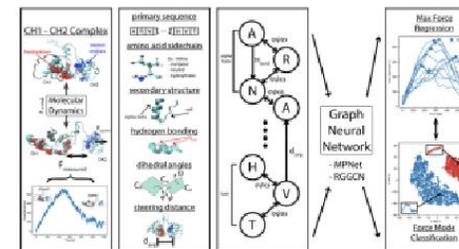
**convolutifs (CNN)**  
spatial  
*reconnaissance d'images*



**récurrents (RNN)**  
temporels  
*ECG, finance, bruit*



**à mémoire (LSTM)**  
contexte - bidirectionnel  
*traduction, dialogue, recherche*



**à graphes (GNN)**  
chimie, optimisation  
*classification + génération*



**génératifs (GAN)**  
variations – augmentation  
*modification d'images et de textes*

Mais aussi : graph neuronal network 2005; Denoising Diffusion Probabilistic Models, Differential Neural Computers (2016); Transformers 2017 ; Réseau de neurones à impulsions, etc.

# IA générative

3 grands types de modèles génératifs :

- *réseaux antagonistes (GAN)* : ce modèle comporte deux réseaux neuronaux placés en compétition. Un des deux réseaux crée une certaine production (image, texte ou autre type de donnée), et le second réseau a pour rôle de juger la production du premier.
- *modèles de diffusion* : une alternative aux GAN pour la génération d'images, telle que l'on trouve dans les systèmes [DALL.E 2](#), *StableDiffusion*, [Imagen](#) ou *Midjourney*, apparus en 2022, est celle des modèles de diffusion probabiliste. Le formalisme sous-jacent est celui des [chaînes de Markov](#). L'idée est de détruire systématiquement la structure des données d'entrée par additions successives de bruit gaussien
- *réseaux transformeurs* : ces réseaux apparus en 2017 ont révolutionné le traitement de la langue naturelle écrite.

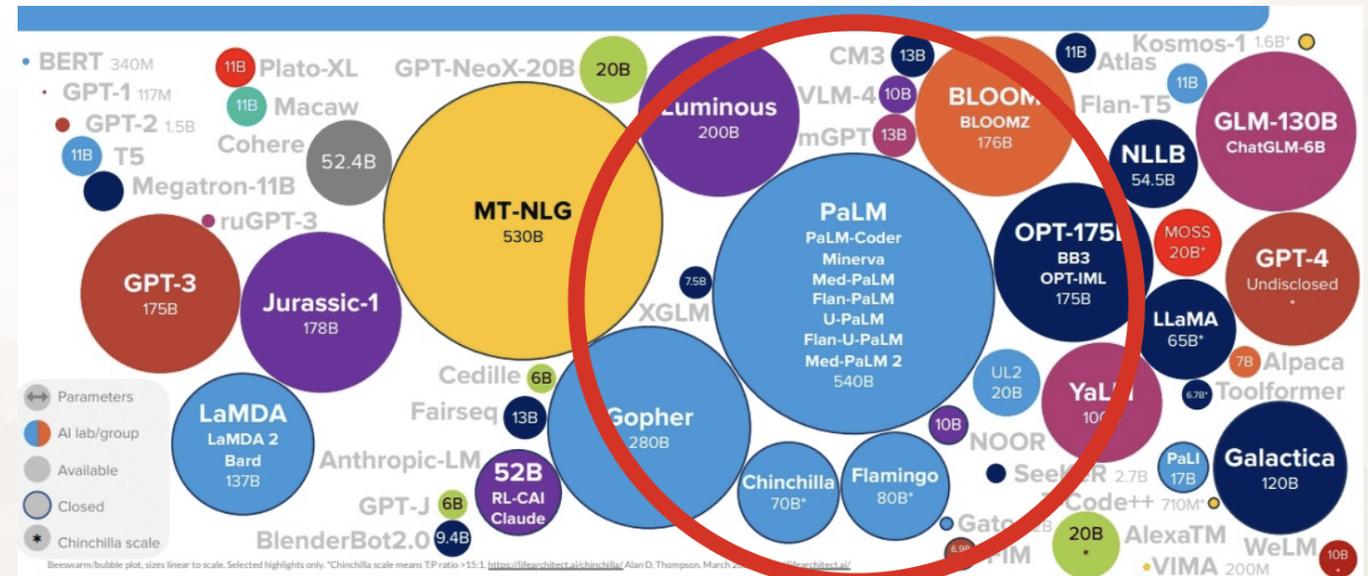
# IA générative

*Transformeurs = utilisation de texte avec grand contexte jusqu'à prendre en compte des milliers de mots et parallélisme de l'apprentissage*

- => création de modèles de langue actuels de grande taille (*Large Language Models* ou LLM).
- **2018** *BERT* de Google (*Bidirectional Encoder Representations from Transformers*, Encodeur Bidirectionnel à partir de Transformeurs) et *GPT* d'Open AI

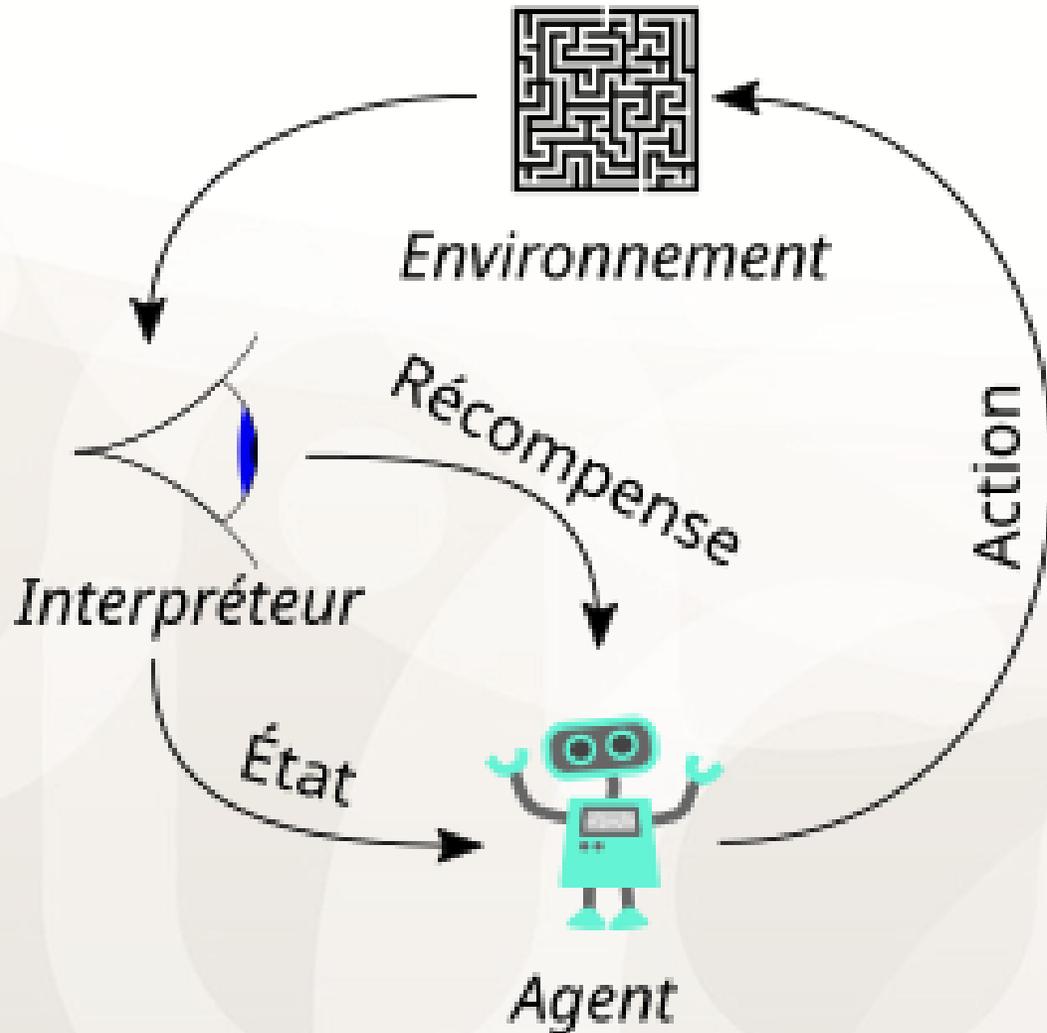
# Large Language Models ou LLM

- LLM de base est un système purement statistique.
- Il donne simplement la réponse la plus probable à la question posée et ne dispose d'aucune connaissance de bon sens.



<https://cmt.ee.org/futuredirections/2023/11/14/llms-hitting-2-trillions-parameters/>

# Apprentissage par renforcement



Apprentissage par renforcement est utilisé pour résoudre des problèmes d'optimisation

Principe : apprendre les actions à prendre, à partir d'expériences, de façon à optimiser une récompense quantitative au cours du temps.

# Quelques Challenges

- IA explicable, transparence
- Intégration et la gestion de l'incertitude
- Réduction du cout énergétique
- Intégration de raisonnements
- Qualité et contrôle des résultats, fiabilité, robustesse
- Sécurité, éthique, régulation
- Etc.

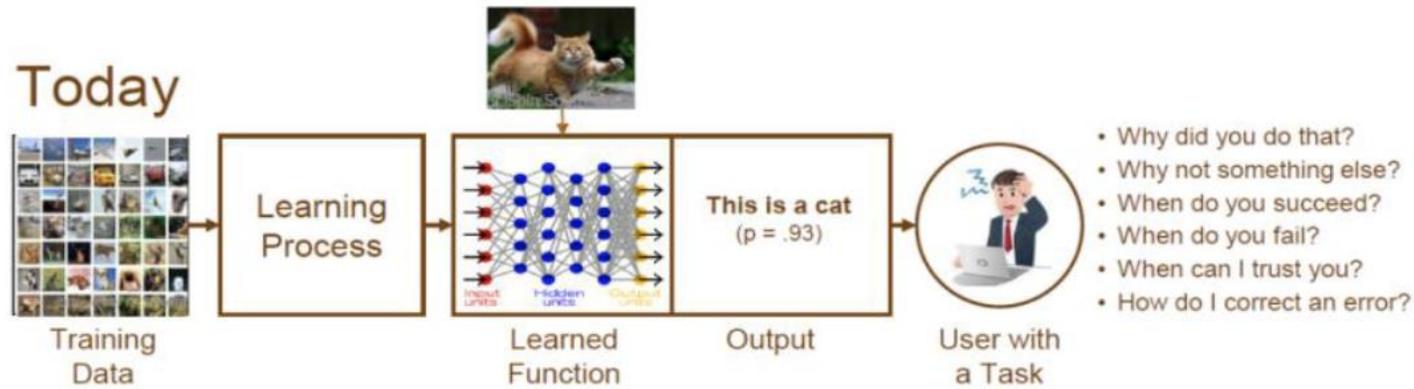
# IA explicable ?



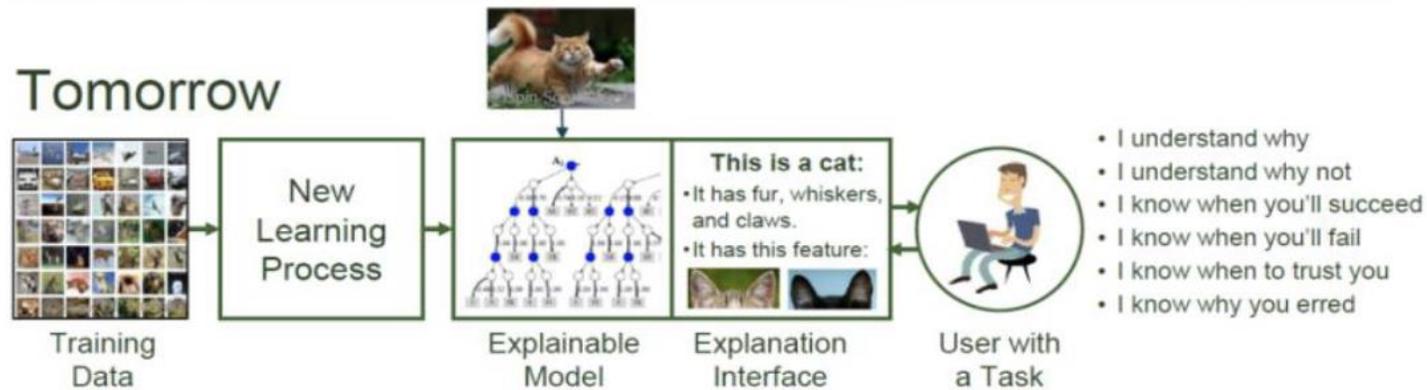
What Are We Trying To Do?



Today

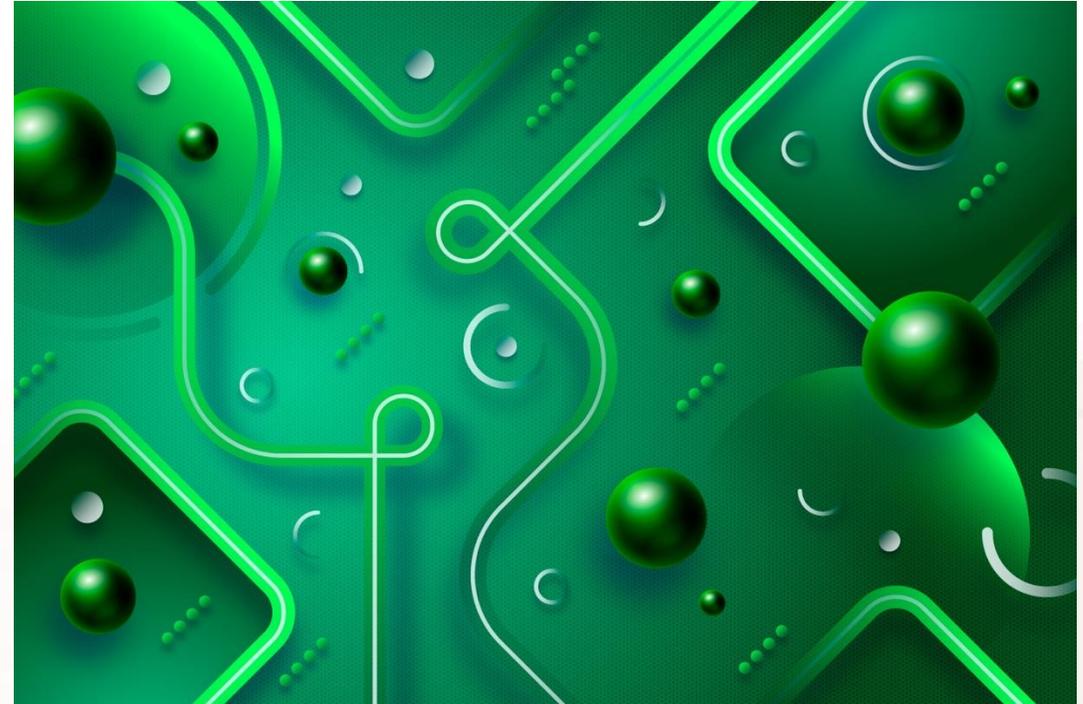


Tomorrow



# Green IA ?

- Beaucoup à faire...
- Voir livre blanc “Les grands défis de l’IA generative”
- Si possible Utiliser des IA ‘locales’ : ollama, llama.cpp, lmstudio, etc.
- <https://www.comparia.beta.gouv.fr/>



# Exemples d'applications Biologie

**Arxiv : « AI » « biology » : 641 results (270 en 2024) puis sélection :**

- Design genetic perturbation
- Design watermarks on proteins
- Field disease detection
- Explainable Plant disease, stress
- Crop classification, surveillance, improvement
- Autonomous robots
- pest control strategies

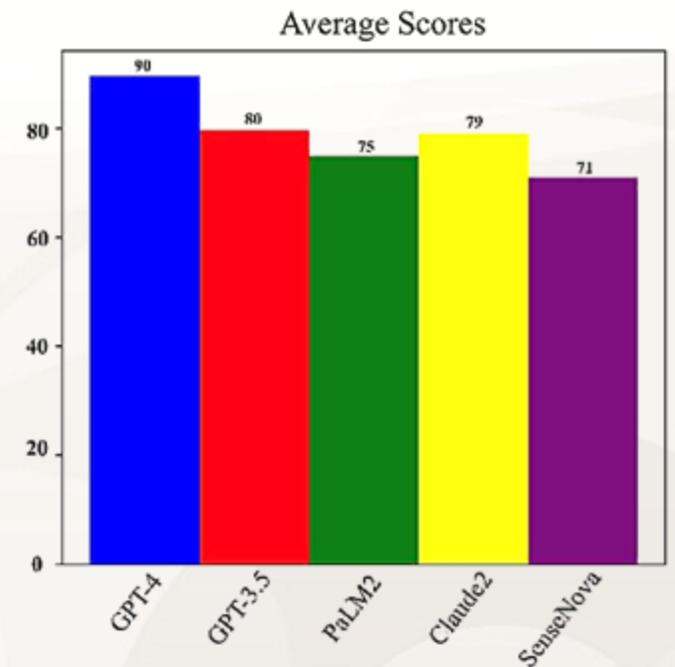
# Exemples d'applications Biologie

- **Crop Yield Prediction Integrating Genotype and Weather Variables Using Deep Learning 2020 (LTSM model)**
- **pl@ntNet** <https://plantnet.org/> 
- <https://alphafold.ebi.ac.uk/> (prédiction structures protéines à partir de séquences en acides aminés)

# LLM, Biologie et Raisonnement

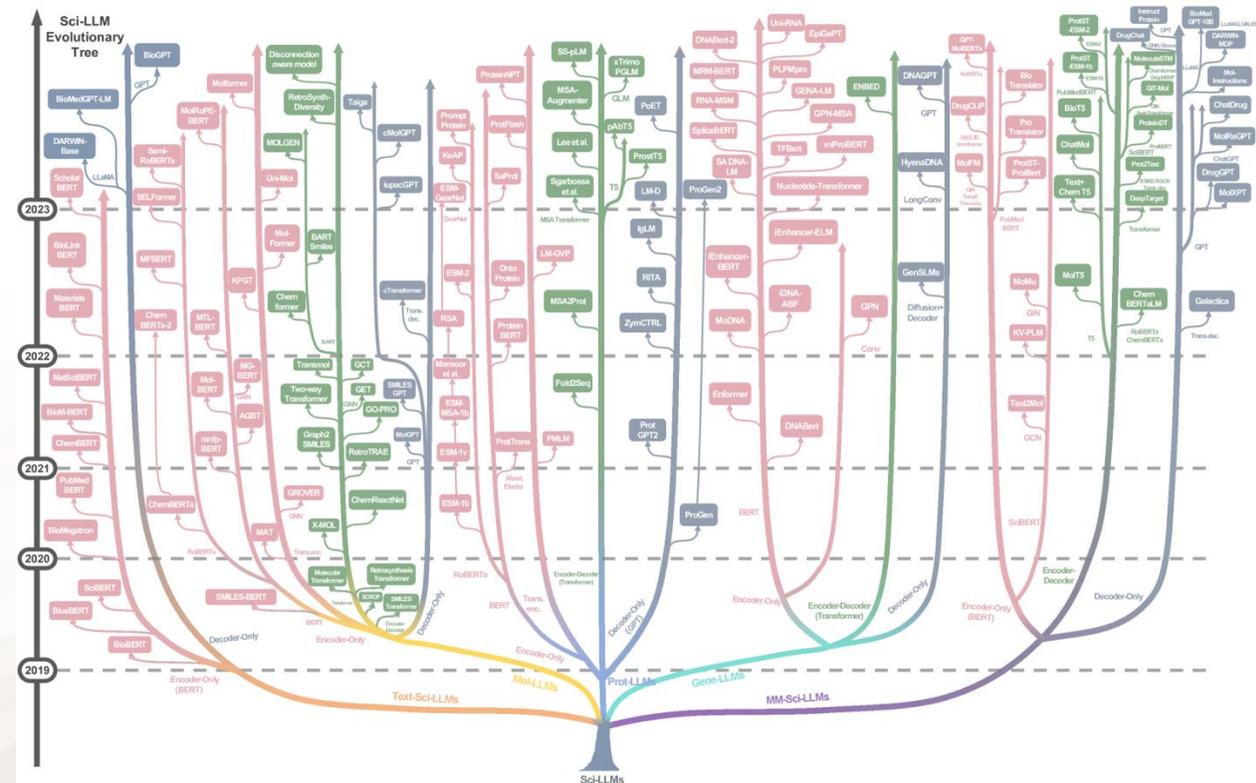
Etude sur l'évaluation des capacités des LLMs à comprendre et à raisonner à travers des questions liées à la biologie

- Examen de 108 questions (biologie moléculaire, les techniques biologiques, l'ingénierie métabolique et la biologie synthétique.)
- ⇒ LLM accelerate knowledge discovery by analyzing massive biological datasets like genomics, transcriptomics, and proteomics,
- ⇒ Review vast bodies of text to extract key findings
- ⇒ LLMs can propose solutions to engineering challenges and accelerate iterative protein design cycles.
- ⇒ Broadening access to biology education (students, colleagues)
- ⇒ Code generation



# Axe Biologie et Raisonnement ?

- Aide à l'analyse de données complexe voire multimodales (reconnaissance de structures moléculaires, etc.)
- Génération de code pour visualisation de données, etc.
- Aide à la recherche d'information pertinente (documents, etc.)
- Intégration de raisonnements pour proposition de solutions
- Sécurisation de LLMs privés
- Analyse de comptes-rendus, surveillance, (santé, etc.)



<https://arxiv.org/html/2401.14656v1>

# Merci !

This work is licensed under CC BY-NC-SA 4.0. To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**IUT CLERMONT AUVERGNE**

Aurillac - Clermont-Ferrand - Le Puy-en-Velay  
Montluçon - Moulins - Vichy