

Introduction à l'Intelligence Artificielle

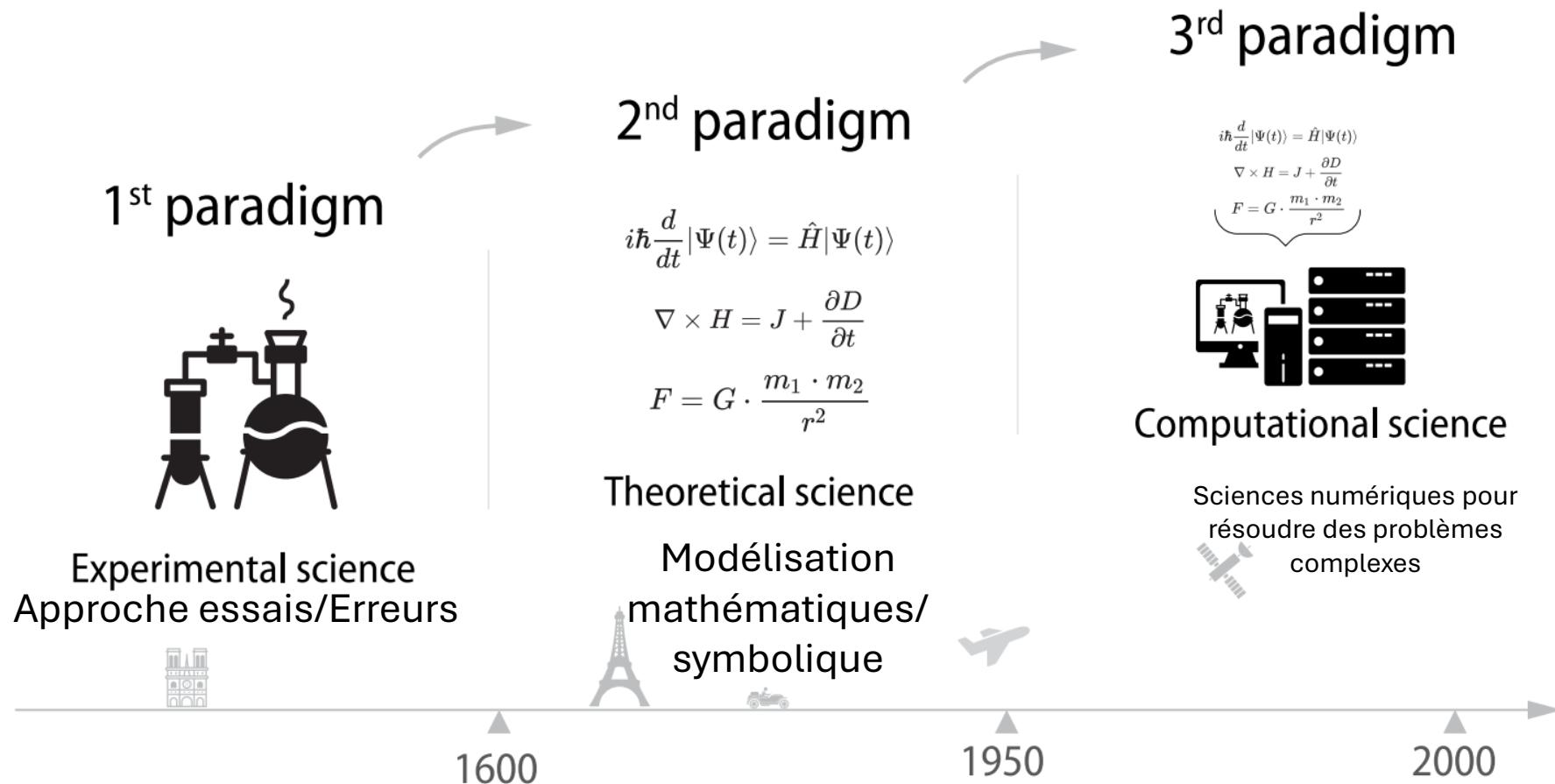
Bases, concepts et histoire

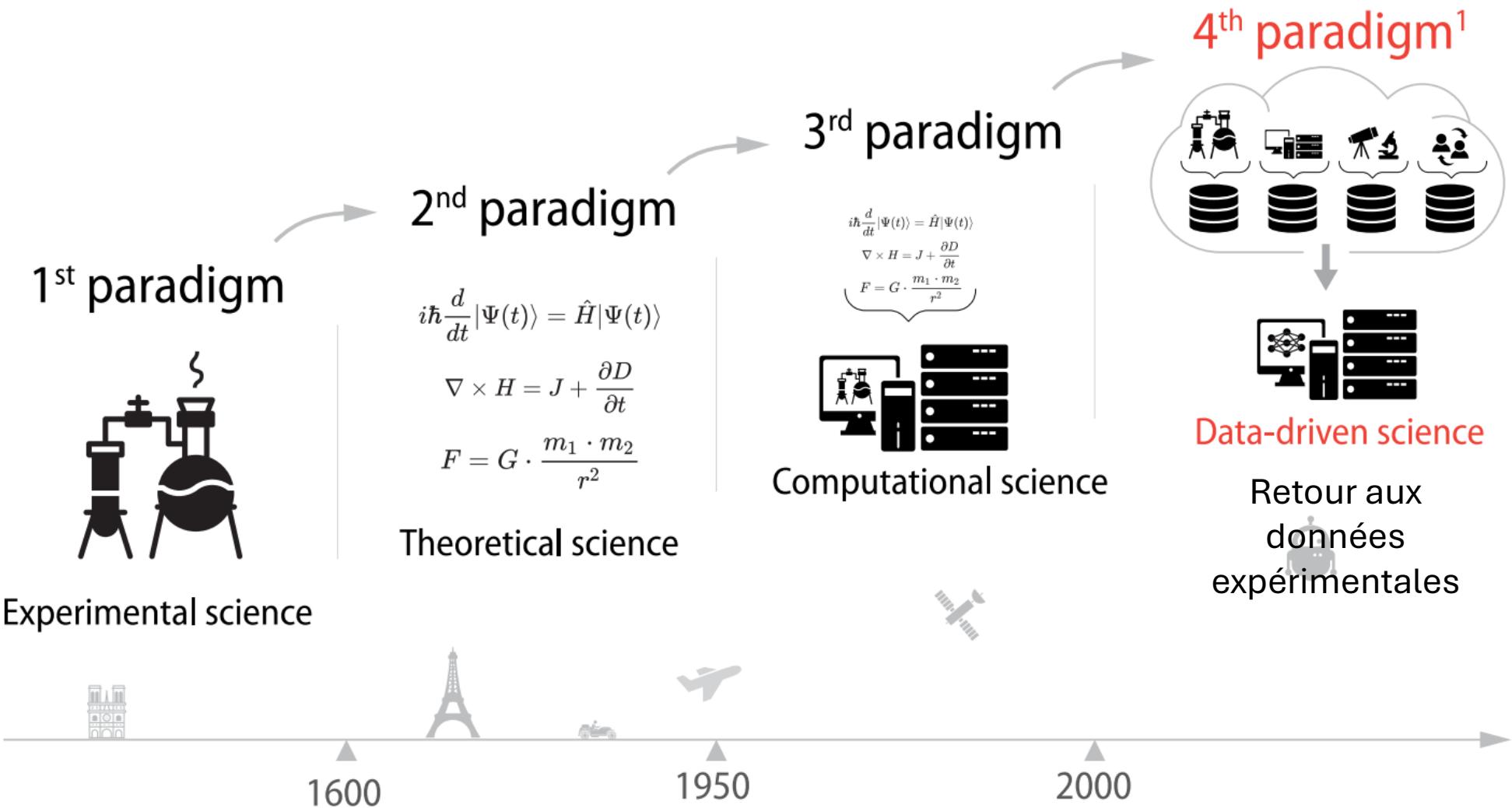


• C'est quoi l'IA pour vous ?

- Tour de table rapide : "Citez une IA que vous connaissez ou utilisez au quotidien." (Ex: GPS, Siri/Gemini, Netflix, ChatGPT, Midjourney...).
- **Discussion** : Qu'est-ce que ces outils ont en commun ? Quelles sont vos premières impressions (enthousiasme, méfiance) ?
- **Et pourquoi faire ?**

Comment appréhender un problème ?





★ Une brève histoire de l'IA



Années 1830 : Le Rêve Mécanique

Charles Babbage conçoit la Machine Analytique. Ada Lovelace écrit le premier algorithme.

**Symboles
Règles explicites**

Systèmes symboliques
(1950 -> 1980)

Données

Systèmes statistiques
et apprentissage
automatique
(1980 -> 2010)

Apprentissage profond
(2010 -> auj.)

**Perception
Interaction**



Un Voyage dans le Temps

Découvrez les moments clés qui ont façonné l'Intelligence Artificielle.

FIG. 1 — Organization of a biological brain. (Red areas indicate active cells, responding to the letter X.)

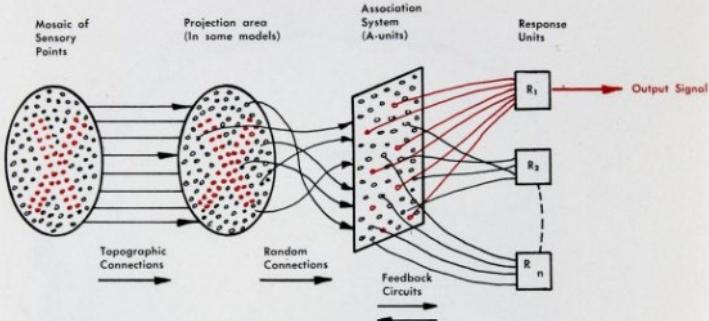


FIG. 2 — Organization of a perceptron.

L'Âge d'Or et le 1er Hiver (1956-1980)

L'Enthusiasme et la Douche Froide

Les premières IA comme **ELIZA** (1966) et le **Perceptron** (1957) suscitent un immense espoir. On distingue l'approche **connexionniste** (apprendre par l'exemple) et **symbolique** (programmer des règles).

Le **"Premier Hiver de l'IA"** arrive : les promesses sont trop grandes, la puissance de calcul trop faible, les limites techniques (ex: incapacité du Perceptron à résoudre des problèmes simples comme le XOR) et des rapports critiques (Rapport Lighthill, 1973) coupent les financements.



1



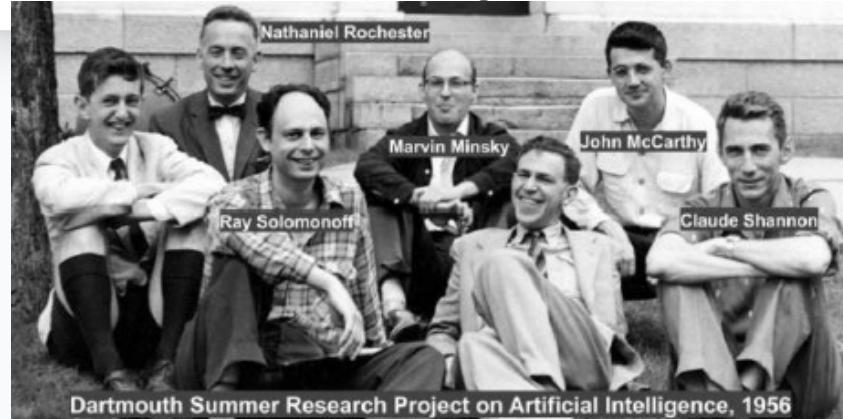
La Genèse (1940-1956)

Le Rêve des Machines Pensantes

Alan Turing (1950) : Pose la question fondatrice "Les machines peuvent-elles penser ?" et propose le célèbre Test de Turing.

McCulloch & Pitts (1943) : Créent le premier modèle mathématique de neurone artificiel, fondant l'idée que la pensée peut être modélisée comme un calcul logique.

Dartmouth Workshop (1956) : Naissance officielle du terme "Intelligence Artificielle" avec l'ambition de simuler l'intelligence humaine.



L'Ère du Deep Learning (1993-Aujourd'hui)

La Révolution des Données et du Calcul

La convergence de 3 facteurs déclenche la révolution :

1. **Algorithmes performants :** En 2012, **AlexNet** (un CNN) gagne la compétition ImageNet. Le **Deep Learning** devient la norme.
2. **Big Data :** Internet fournit une quantité massive de données pour l'entraînement.
3. **Puissance de calcul :** Les **GPU** des jeux vidéo sont détournés pour accélérer les calculs de l'IA.

3

Le Printemps et le 2ème Hiver (1980-1993)

Le Retour des Experts

L'IA symbolique connaît son heure de gloire avec les **Systèmes Experts** (ex: MYCIN), efficaces dans des domaines très spécialisés.

En parallèle, l'approche connexioniste fait un bond en avant avec la popularisation de la **rétropropagation du gradient** (1986), la clé manquante pour entraîner des réseaux de neurones profonds.

Le **"Deuxième Hiver de l'IA"** survient car les systèmes experts sont trop rigides et coûteux à maintenir.

4

[intelligence]



D'autres formes d'intelligence



Science

Social signal learning of the waggle dance in honey bees

Science, 9 mars 2023

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adc1702>

Cultural flies: Conformist social learning in fruitflies predicts long-lasting mate-choice traditions

Science, 30 novembre 2018

<https://doi.org/10.1126/science.aat1590>

Apprentissage du signal social de la danse frétilante chez les abeilles domestiques.

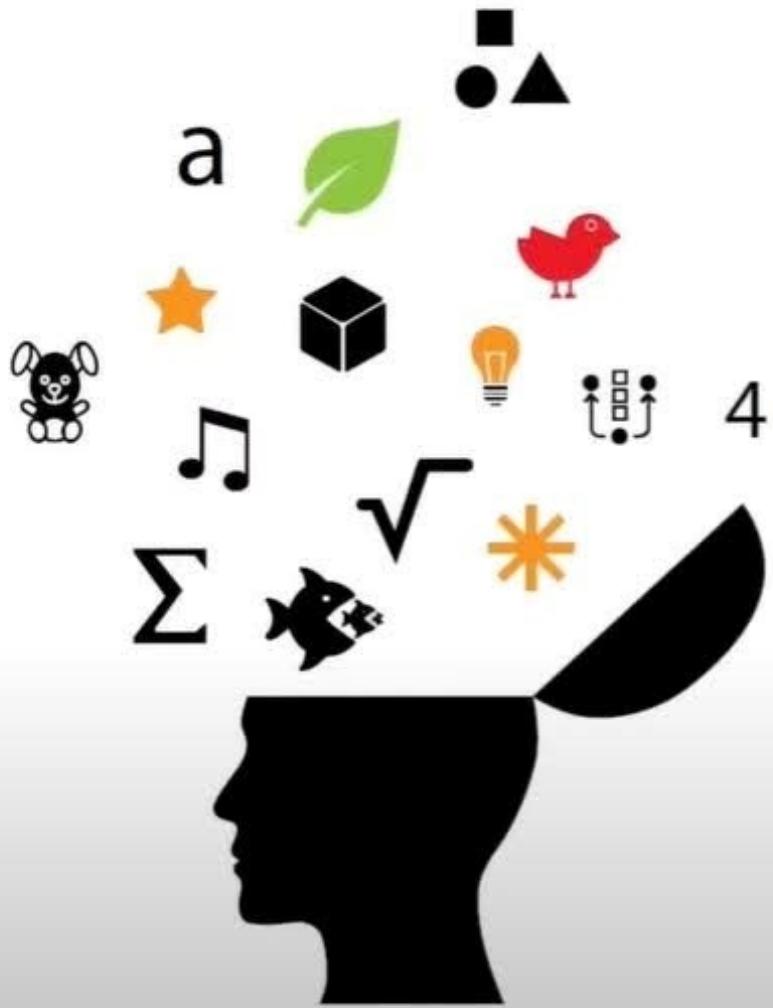
« Le conformisme de l'apprentissage social chez les mouches prédit des traditions durables en matière de choix de partenaire »

[intelligence]

« Capacité de percevoir ou d'inférer l'information, et de la conserver comme une connaissance à appliquer à des comportements adaptatifs dans un environnement ou un contexte donné »

« Ability to perceive or infer information, and to retain it as knowledge to be applied towards adaptive behaviors within an environment or context »*





[intelligence]

« Ensemble des **fonctions** mentales ayant pour objet la connaissance **conceptuelle** et **rationnelle** »*

« *Set of mental functions aimed at conceptual, rational knowledge* »

D'un point de vue plus scientifique, **Howard Gardner** (*Gardner, H. Intelligences multiples -1993*) à travers sa théorie des intelligences multiples, discute aujourd'hui de 8 types d'intelligence :

- L'intelligence linguistique (ou capacité à s'exprimer)
- l'intelligence logico-mathématique (ou capacité à penser de manière abstraite et à raisonner)
- l'intelligence intrapersonnelle (ou capacité à se connaître soi-même)
- l'intelligence interpersonnelle (ou capacité à interagir les uns avec les autres)
- l'intelligence kinesthésique (ou capacité à utiliser son corps)
- l'intelligence musicale (ou capacité à créer, reproduire, reconnaître des sons, des rythmes, des mélodies)
- l'intelligence visuelle et spatiale (ou capacité à se repérer dans l'espace)
- l'intelligence naturelle (ou capacité à comprendre et à interagir avec la nature)

<https://synapses-lamap.org/2020/04/02/que-peut-on-dire-de-lidee-dintelligences-multiples-et-de-son-application-en-classe/>

L'intelligence artificielle, de quelle forme d'intelligence s'agit-il ?

l'intelligence artificielle est « **l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre pour créer des machines capables de simuler l'intelligence humaine** »

les grands principes de la logique et du raisonnement, que sont les principes de déduction, d'induction ou d'inférence que nous utilisons dans notre raisonnement quotidien pour prendre des décisions, sont également les grands principes des familles de méthodes de l'IA.

Intelligence Artificielle

Apprentissage Automatique

Apprentissage Profond

IA Générative

1956

Intelligence Artificielle

le domaine de l'informatique qui cherche à créer des machines intelligentes capables de reproduire ou de dépasser l'intelligence humaine

1997

Apprentissage Automatique

sous-ensemble de l'IA qui permet aux machines d'apprendre à partir de données existantes et de s'améliorer pour prendre des décisions ou faire des prédictions

2017

Apprentissage Profond

une technique d'apprentissage automatique dans laquelle des couches de réseaux neuronaux sont utilisées pour traiter les données et prendre des décisions

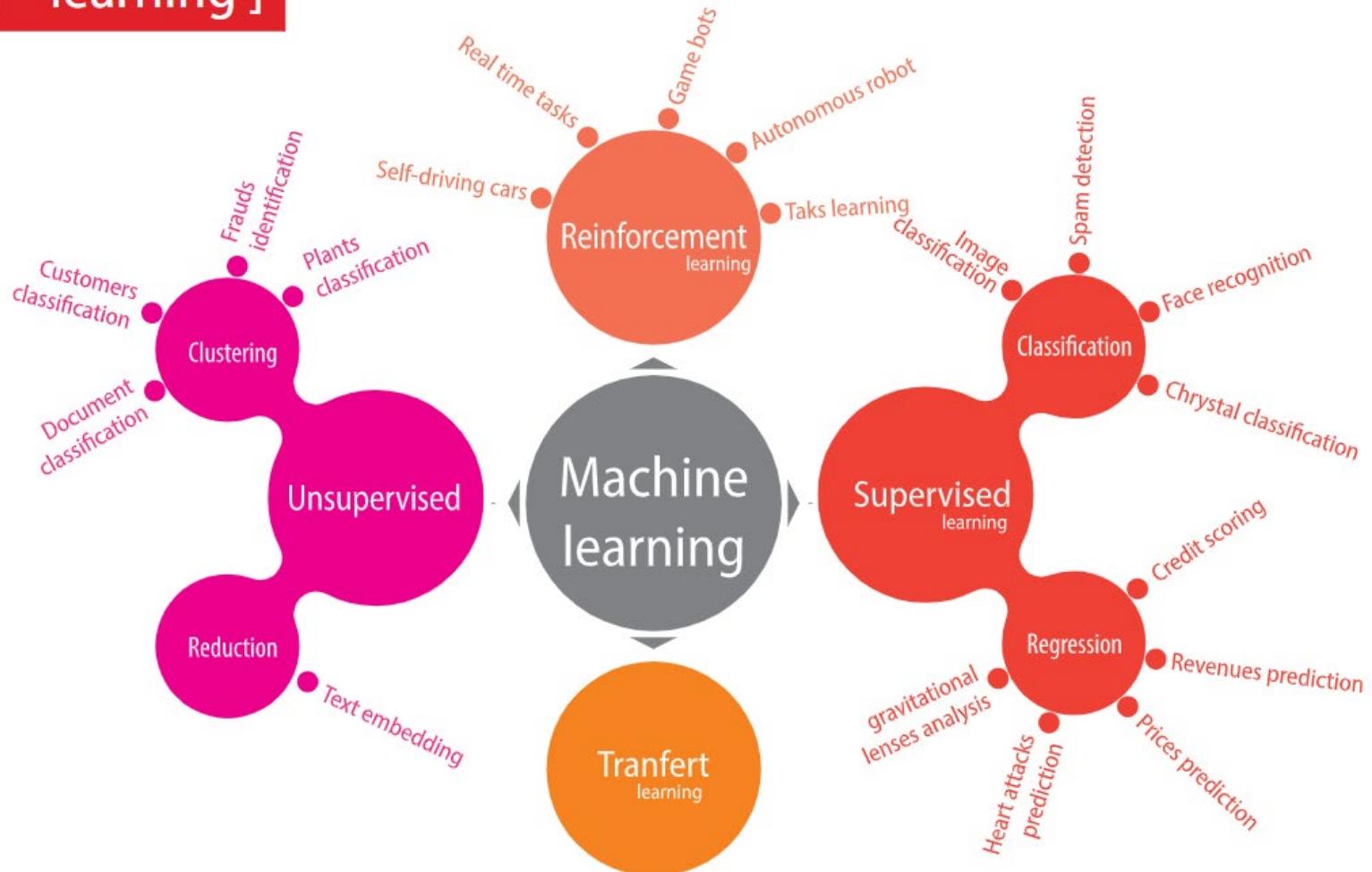
2021

IA Générative

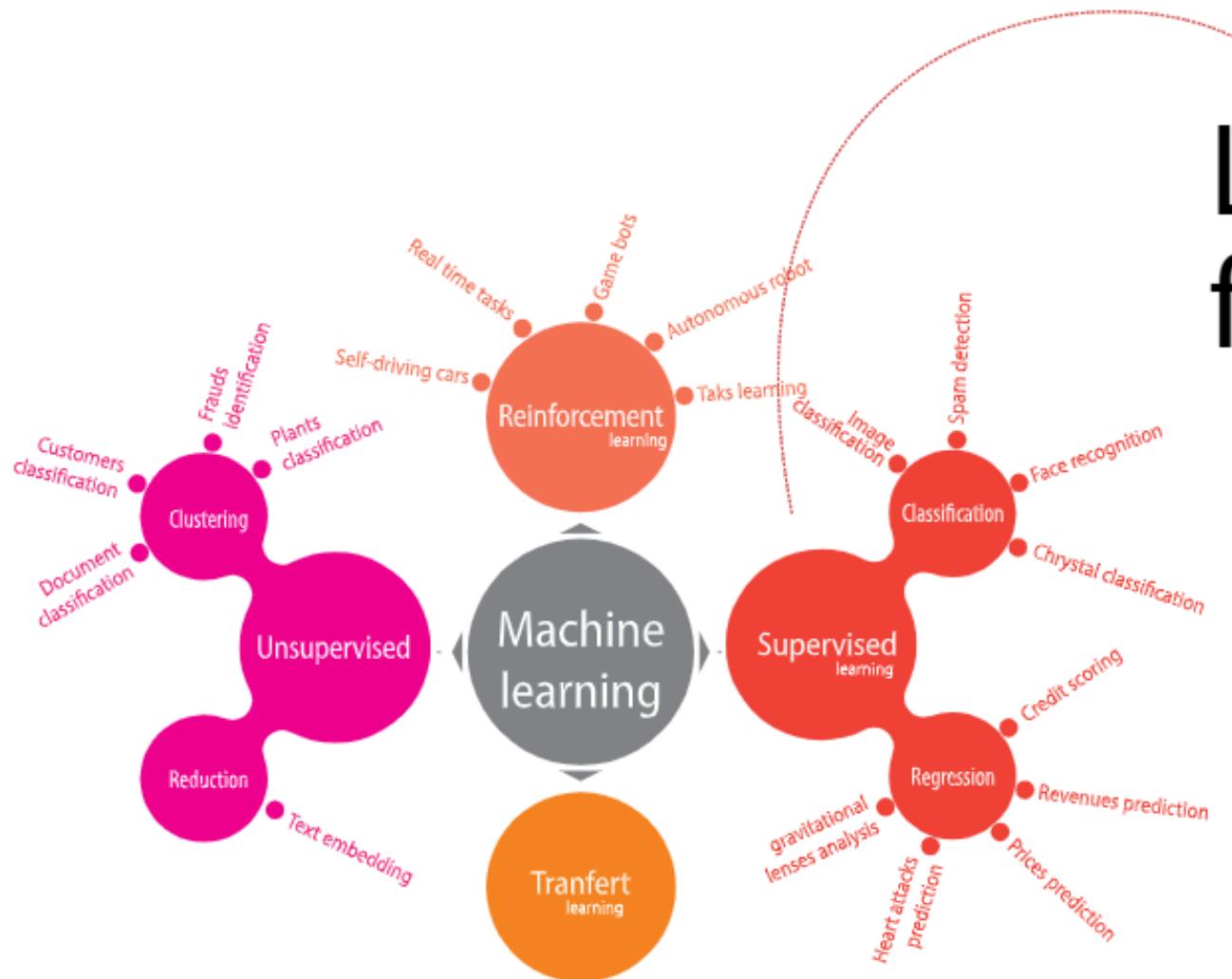
Créer de nouveaux contenus écrits, visuels et auditifs à partir d'invites ou de données existantes.

Mais ce n'est pas que ça !

[*-learning]



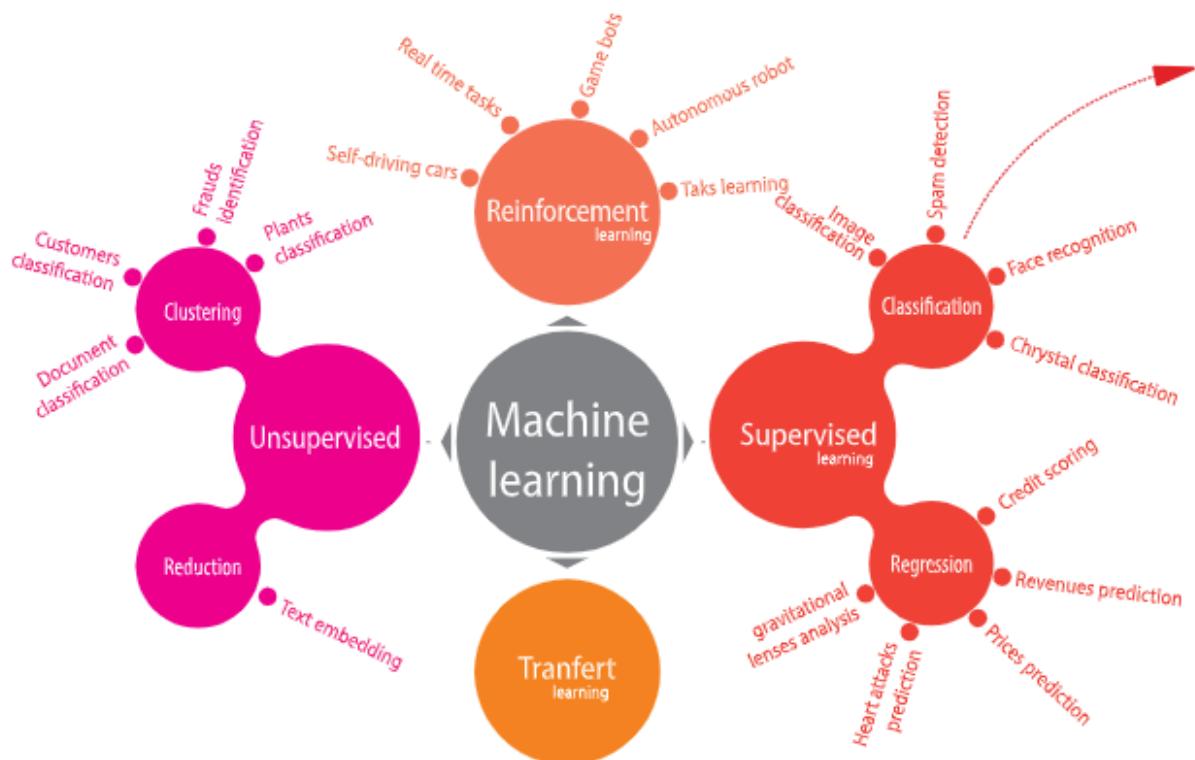
Supervised learning



Learning from labeled data

Supervised learning

Learning from labeled data



Classification :
Predict qualitative informations



This is a cat



This is a rabbit

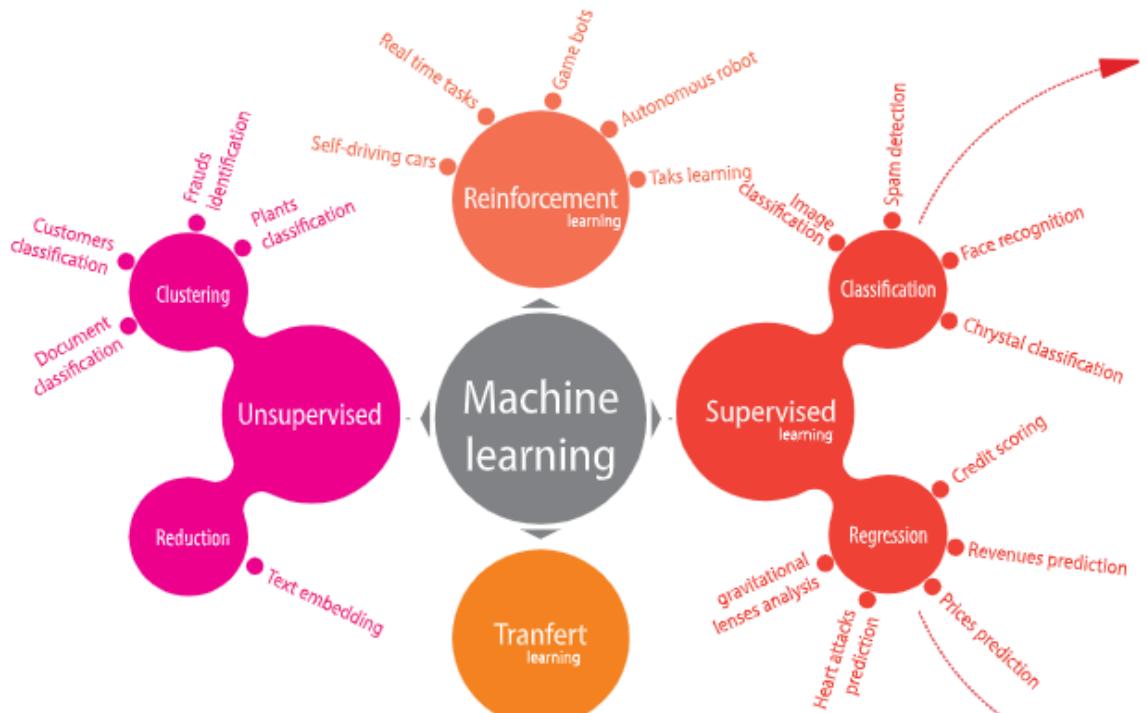


Tell me,
what is it ?



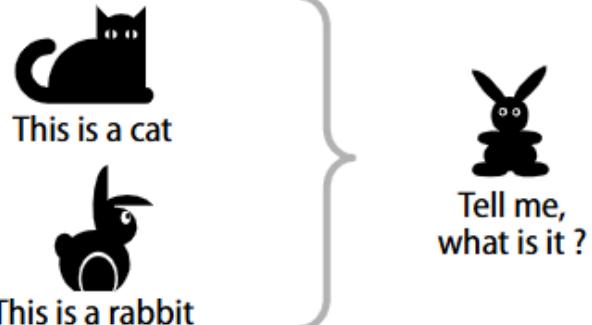
Supervised learning

Learning from labeled data



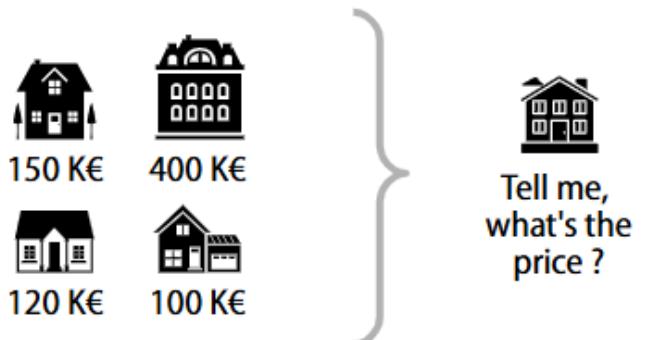
Classification :

Predict qualitative informations



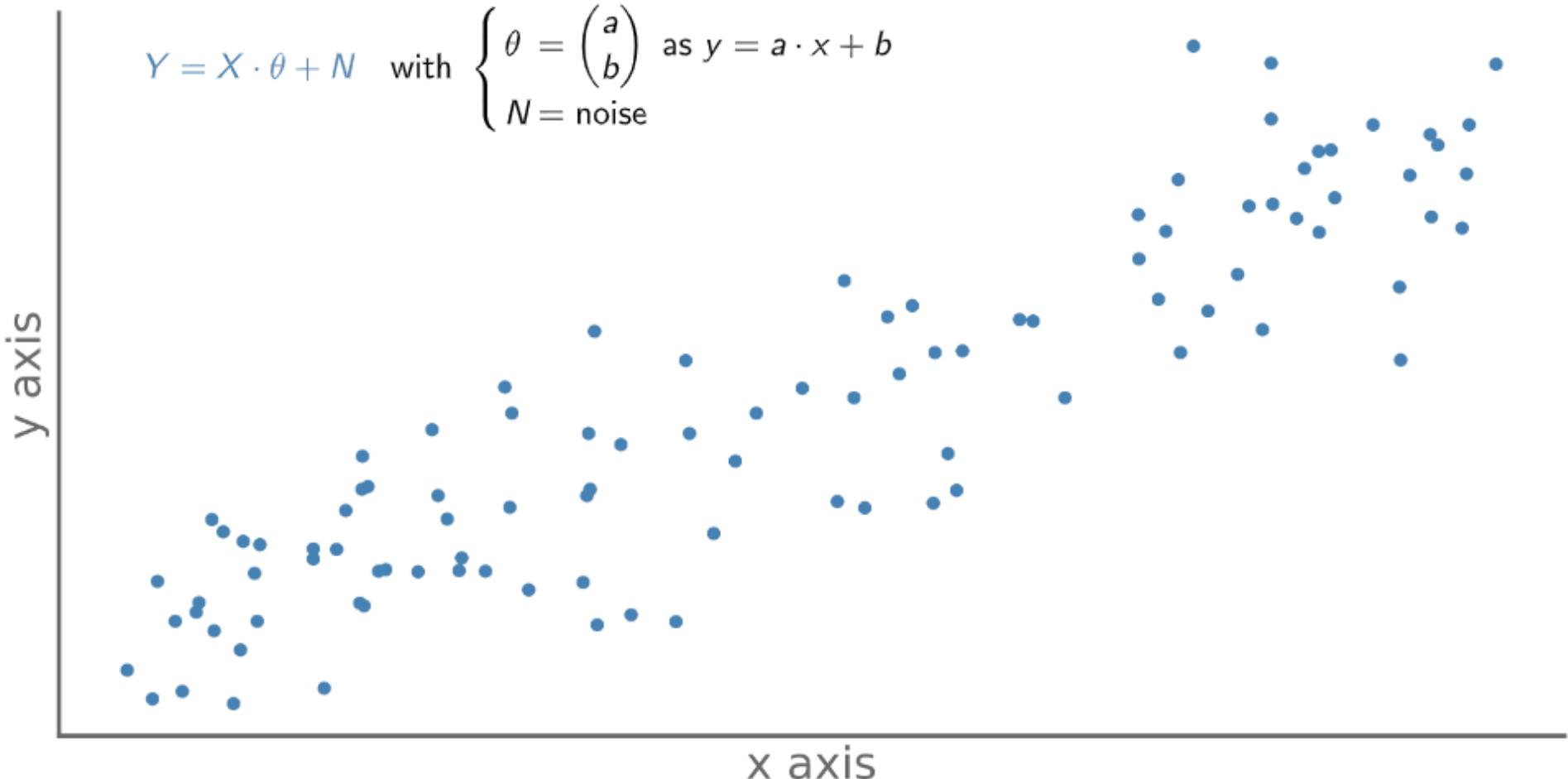
Régression :

Predict quantitative informations



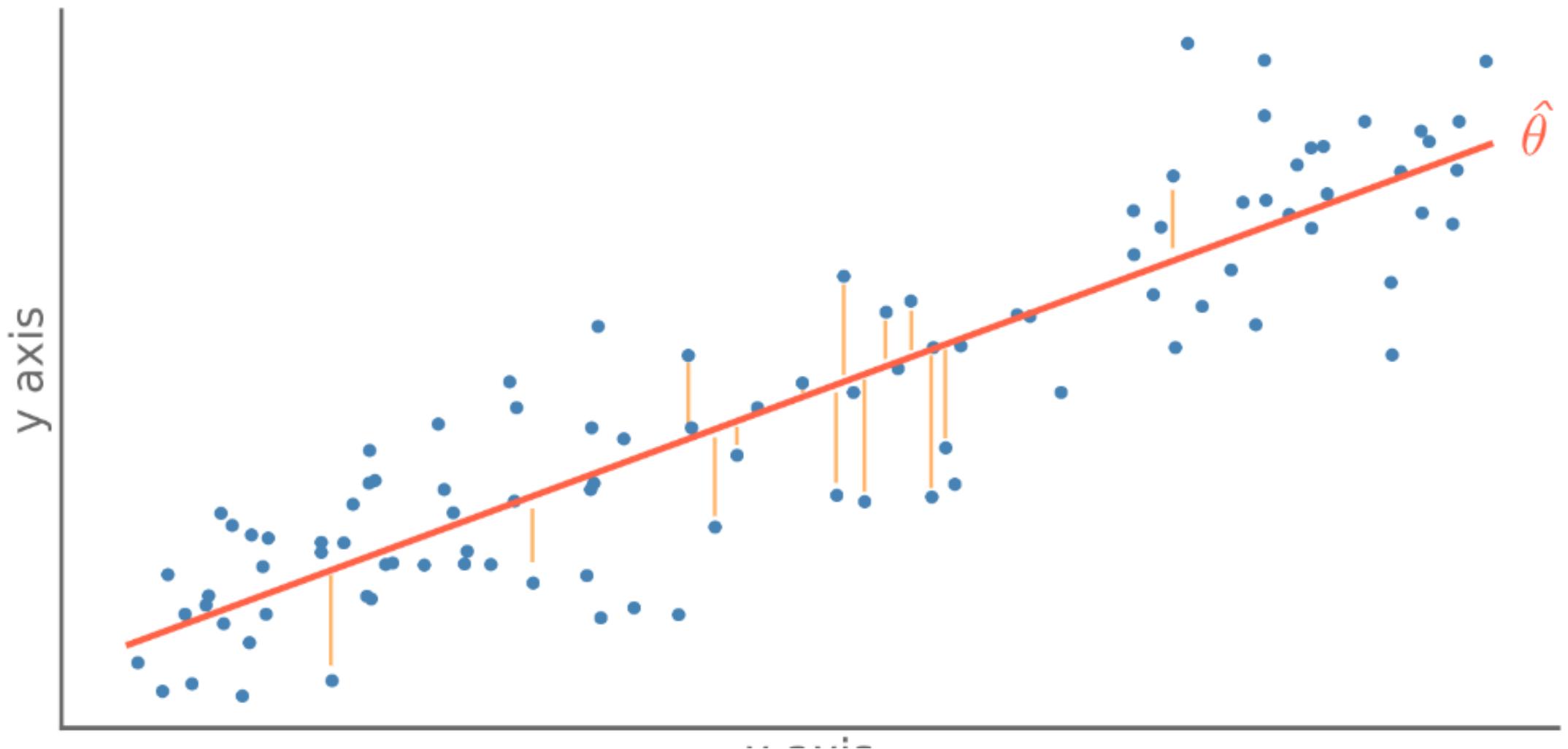
Linear regression

We have a phenomenon, for which we have observations



Linear regression

"As close as possible" means "minimize the distance" between the line and our points (observations).



Linear regression

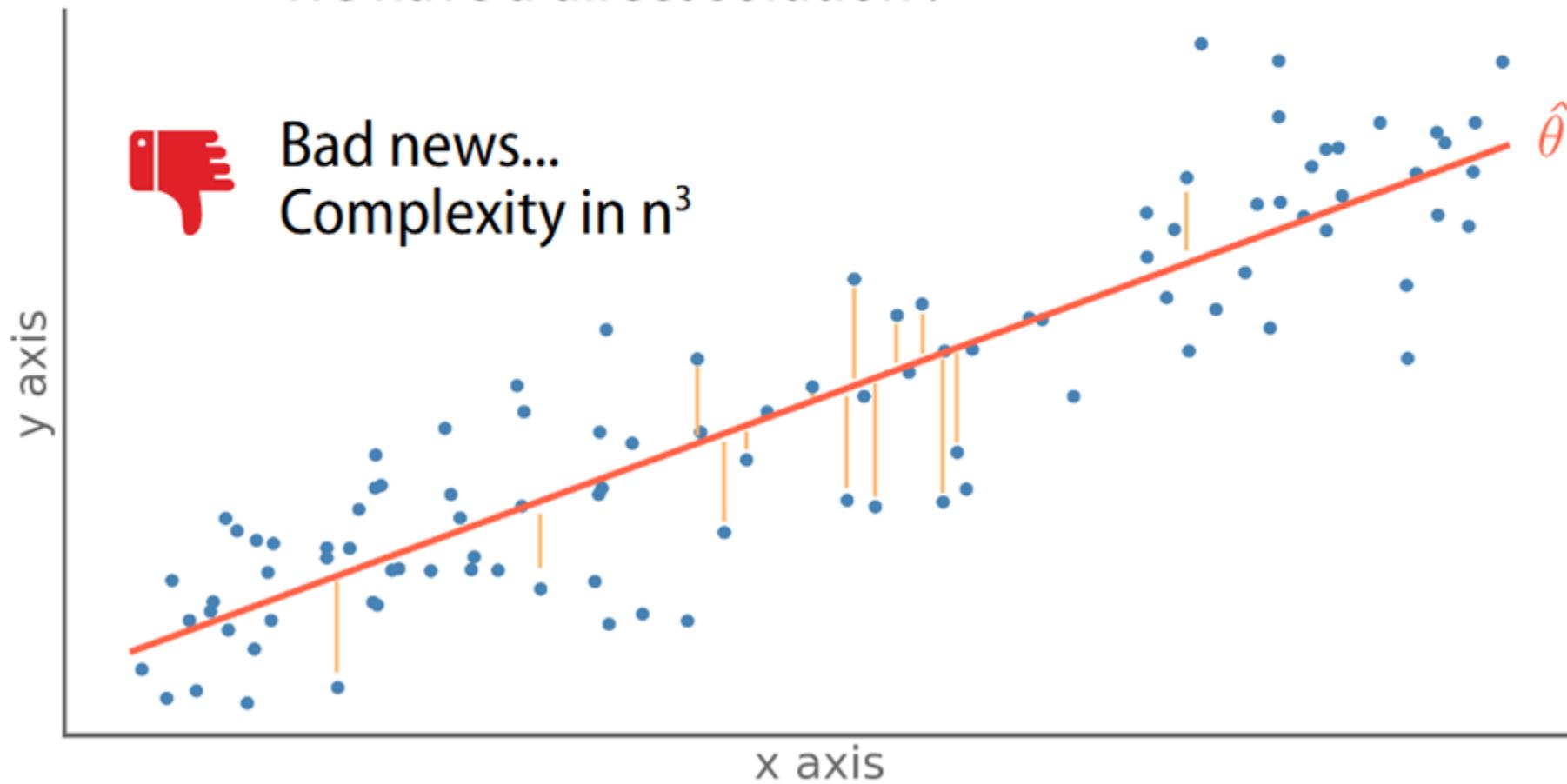
$$\hat{\theta} = (X^T X)^{-1} X^T Y$$



Good news !
We have a direct solution !



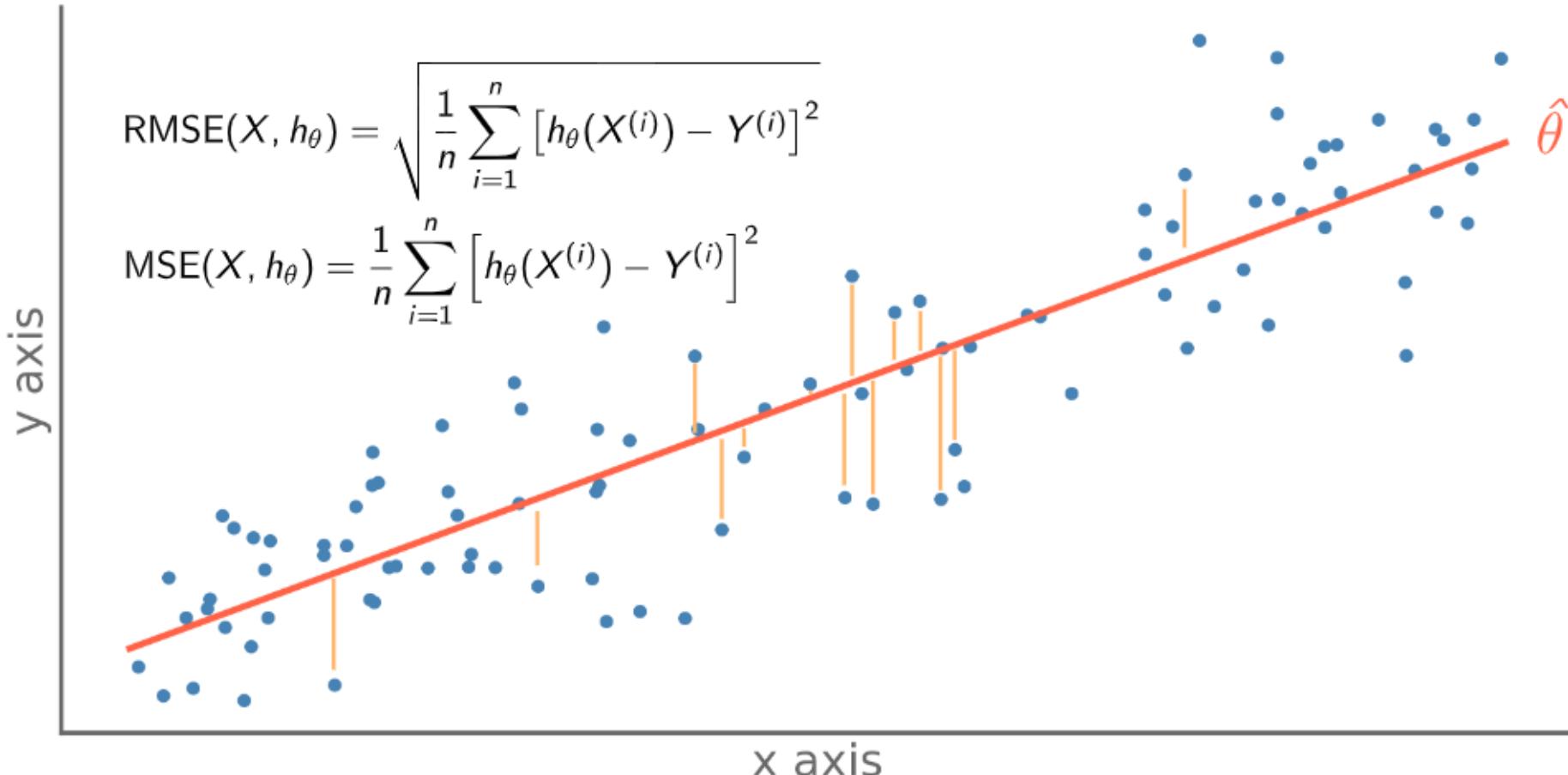
Bad news...
Complexity in n^3



Loss function



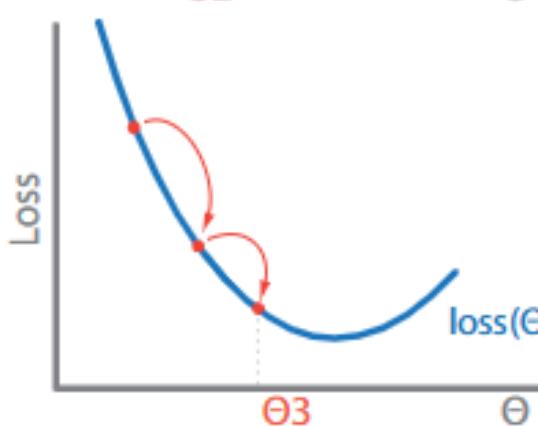
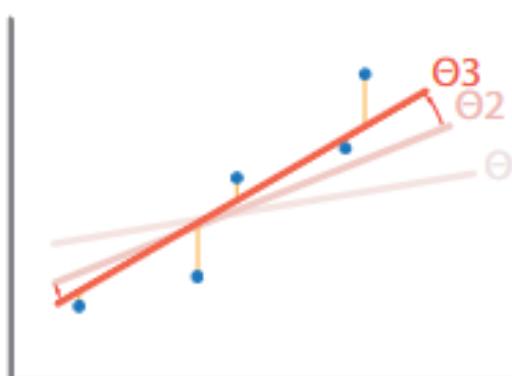
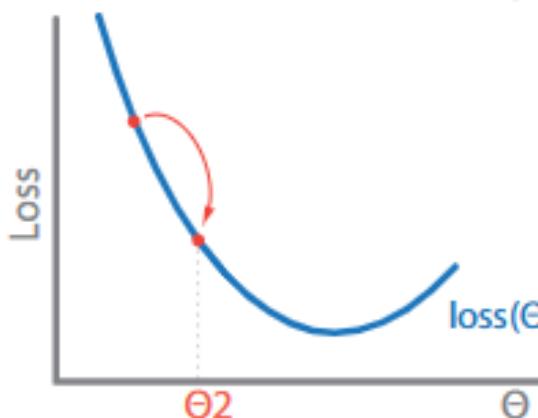
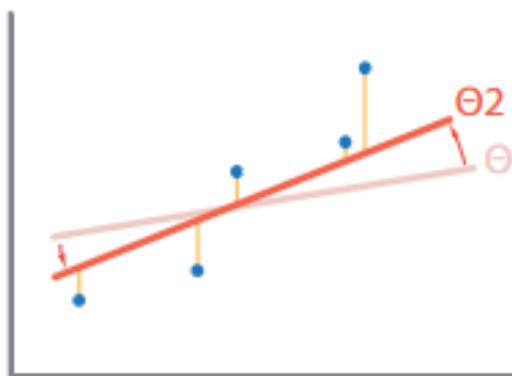
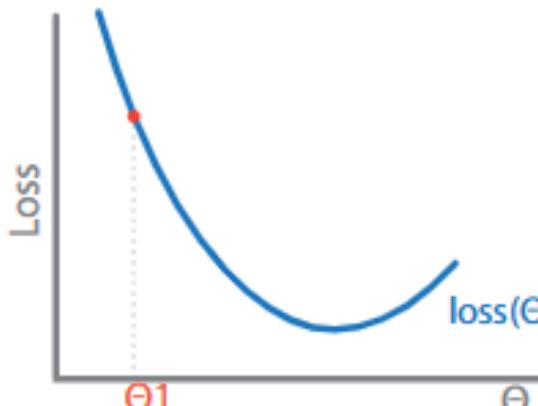
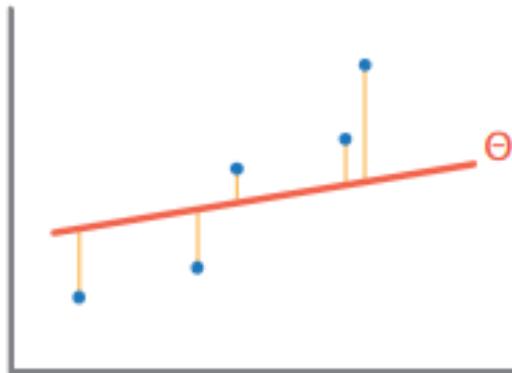
We will use an «loss function», which we will try to minimize.



RMSE : Root Mean Square Error - Erreur quadratique moyenne

MSE : Mean Squared Error - Moyenne du carré des erreurs

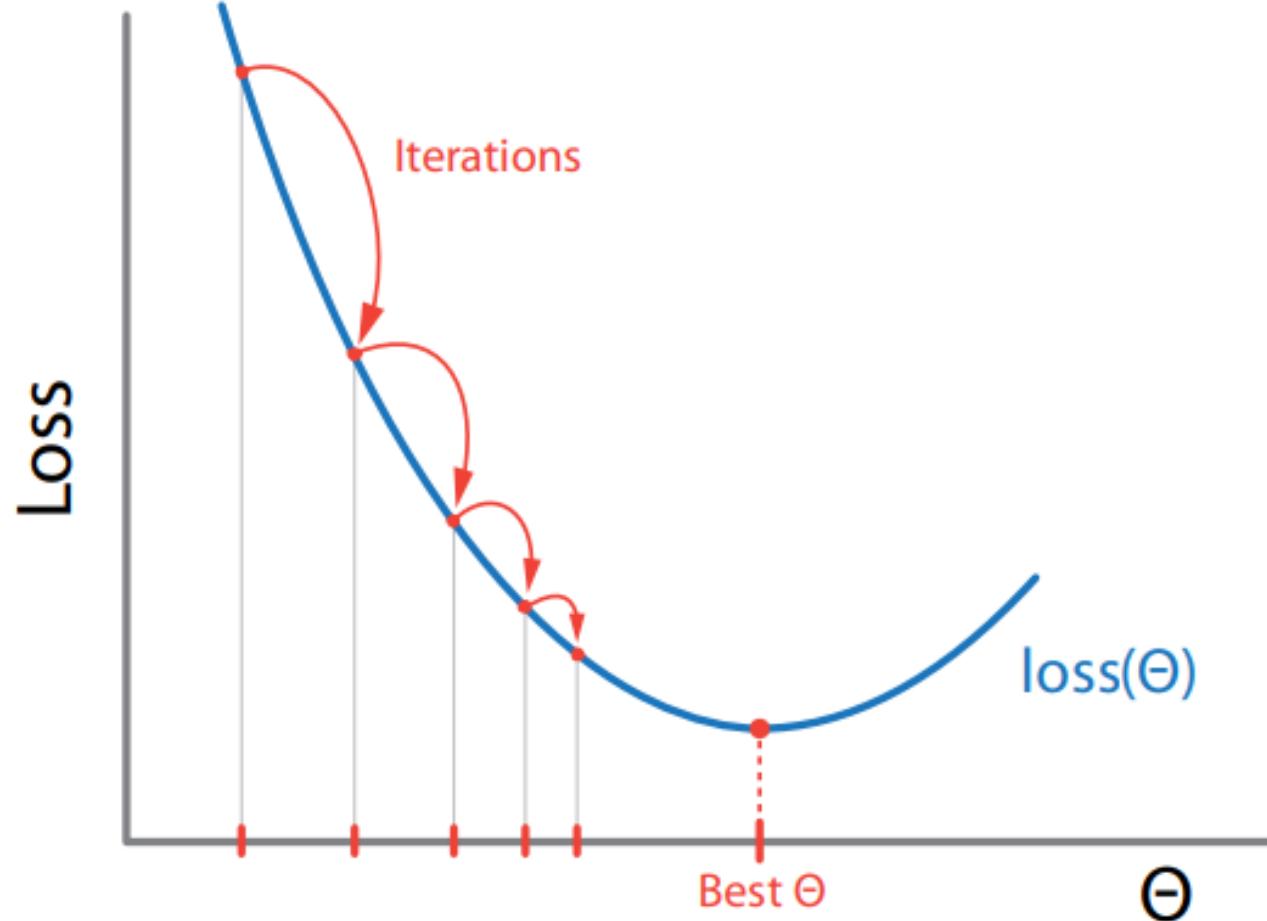
Optimization



We will iteratively look for the best position of our line, by varying its parameters (Θ).

This is called **optimization**

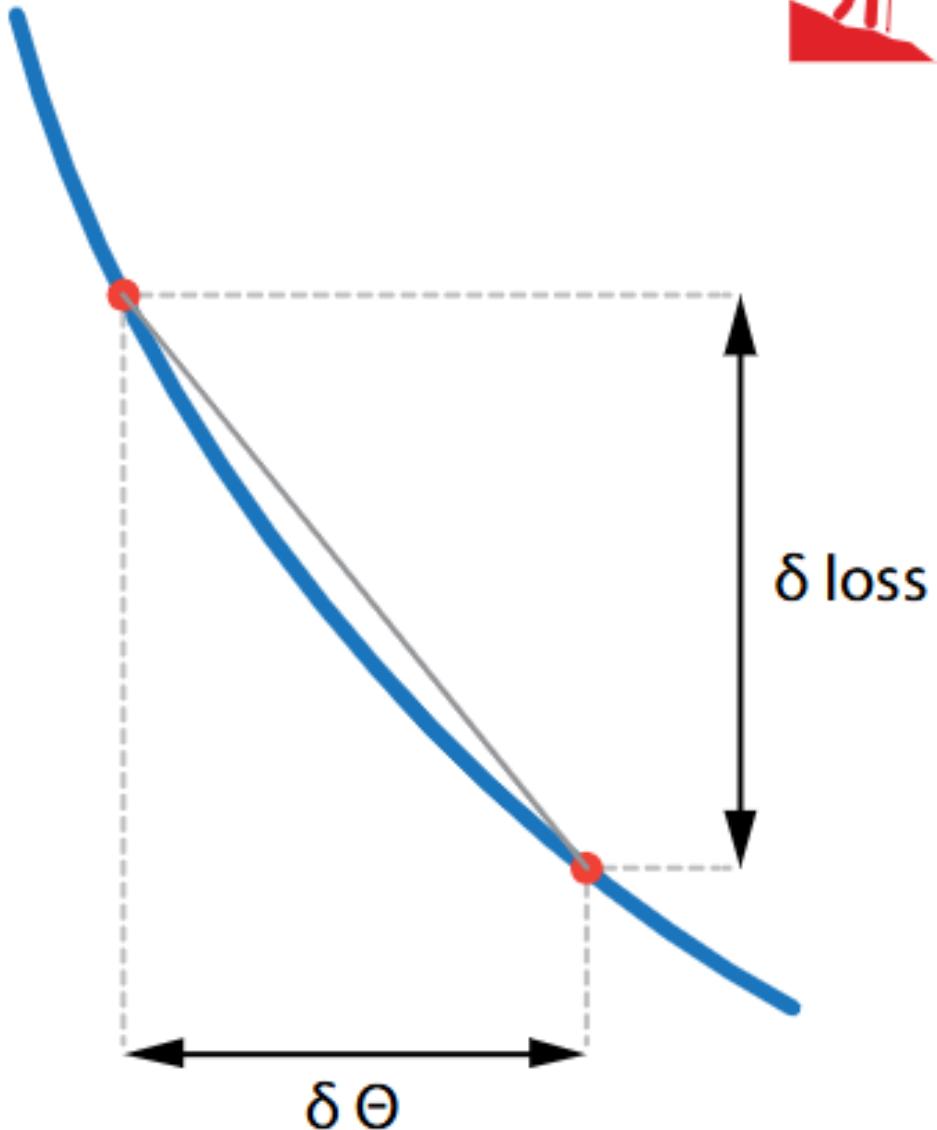
Optimization



We will iteratively look for the best position of our line, by varying its parameters (Θ).

This is called **optimization**

Gradient descent



By changing Θ from $\delta\Theta$
We improve $\text{loss}(\Theta)$ of δloss

The gradient is the slope we will
follow to minimize our loss function.

$$\text{gradient} = \frac{\delta \text{loss}}{\delta \theta}$$

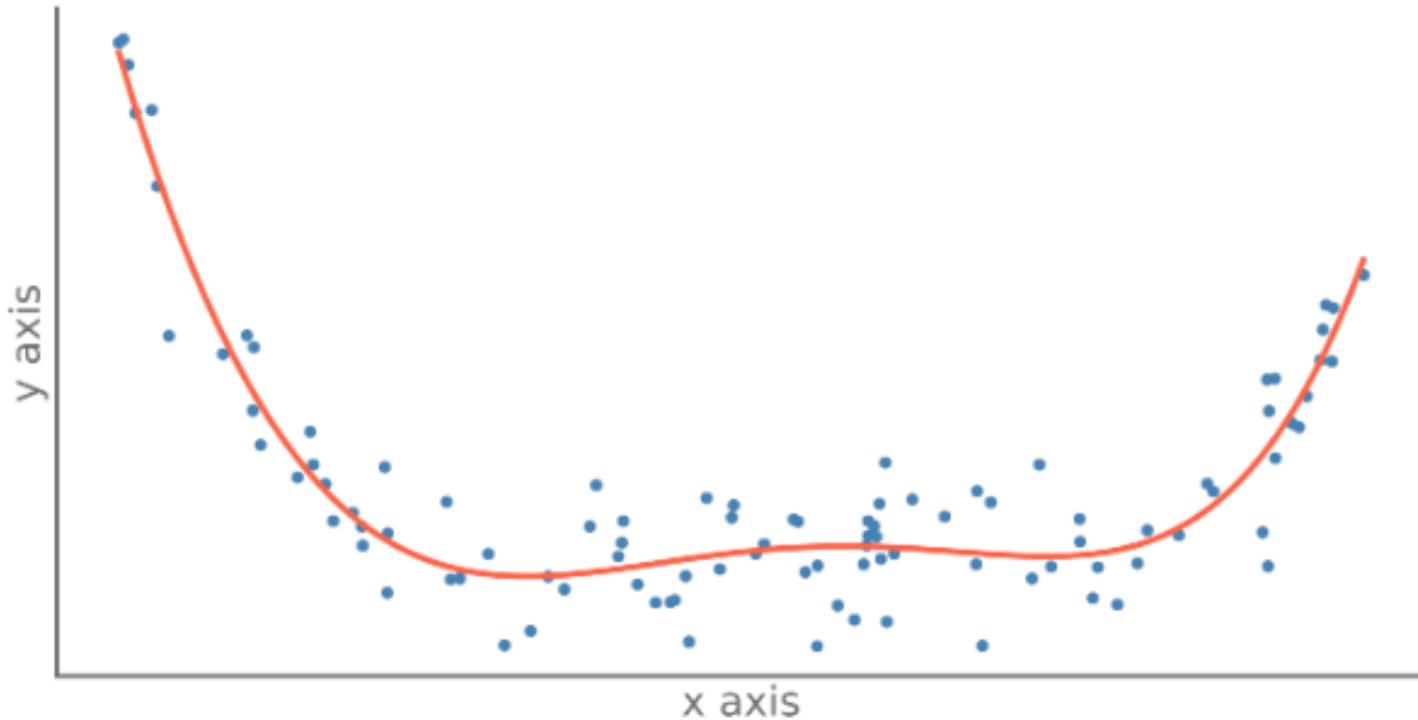
One iterative solution is : $\theta \leftarrow \theta - \eta \cdot \frac{\delta \text{loss}}{\delta \theta}$

where η is the learning rate

This process is called
gradient descent

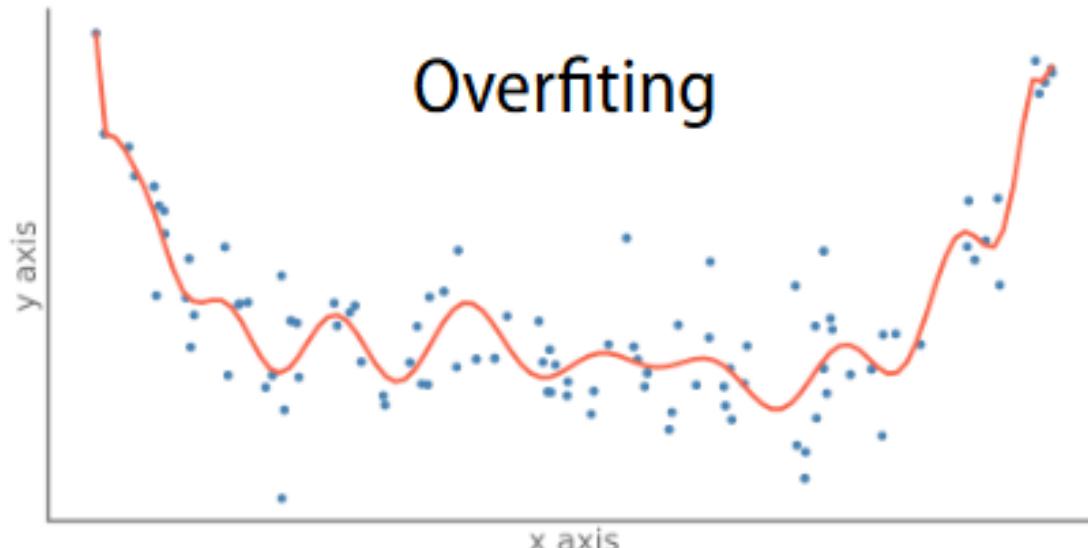
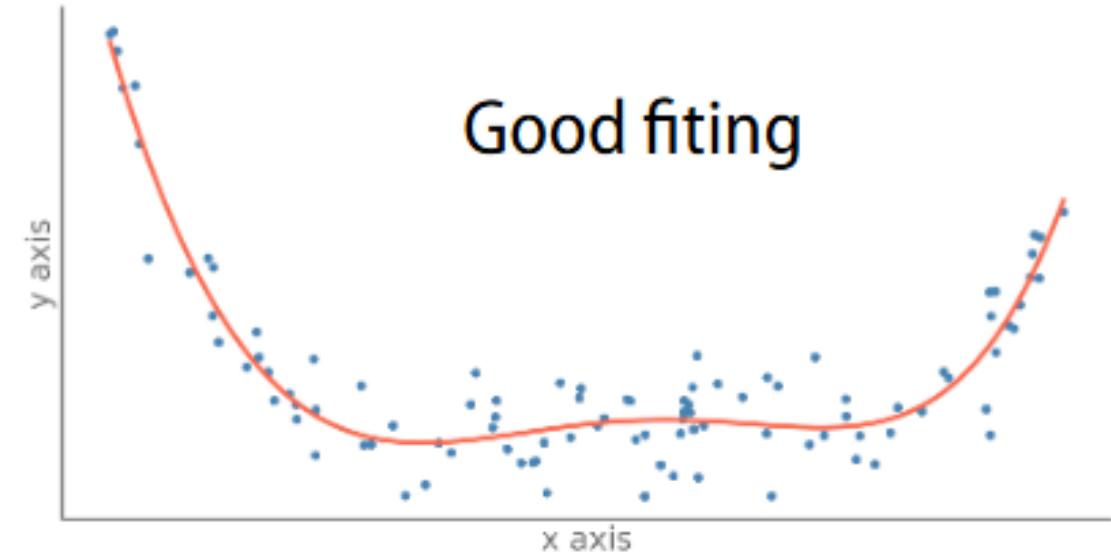
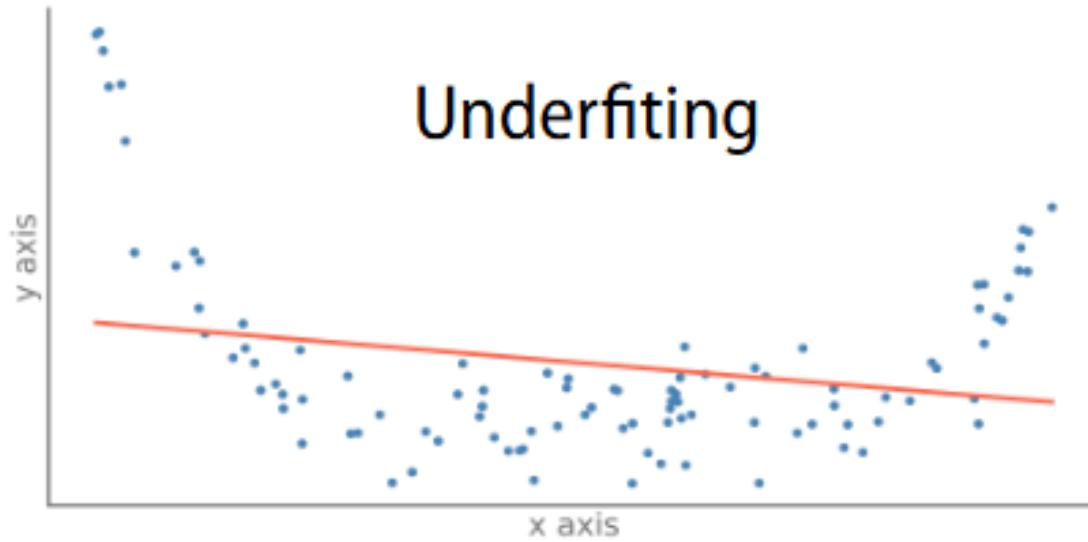
Tout n'est pas linéaire

Polynomial regression



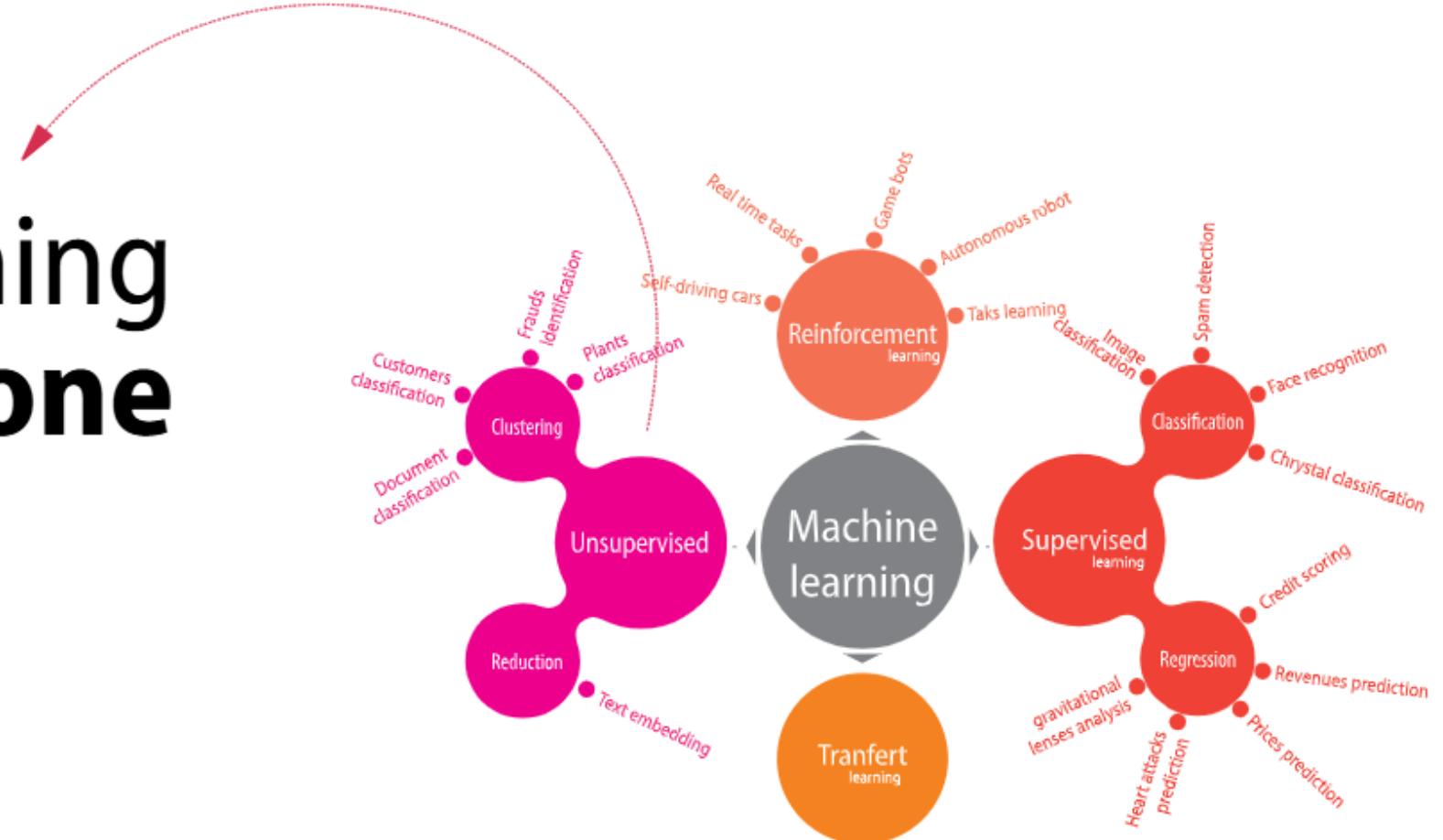
$$P_n(x) = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + \cdots + a_n \cdot x^n = \sum_{i=0}^n a_i \cdot x^i$$

Underfitting and overfitting



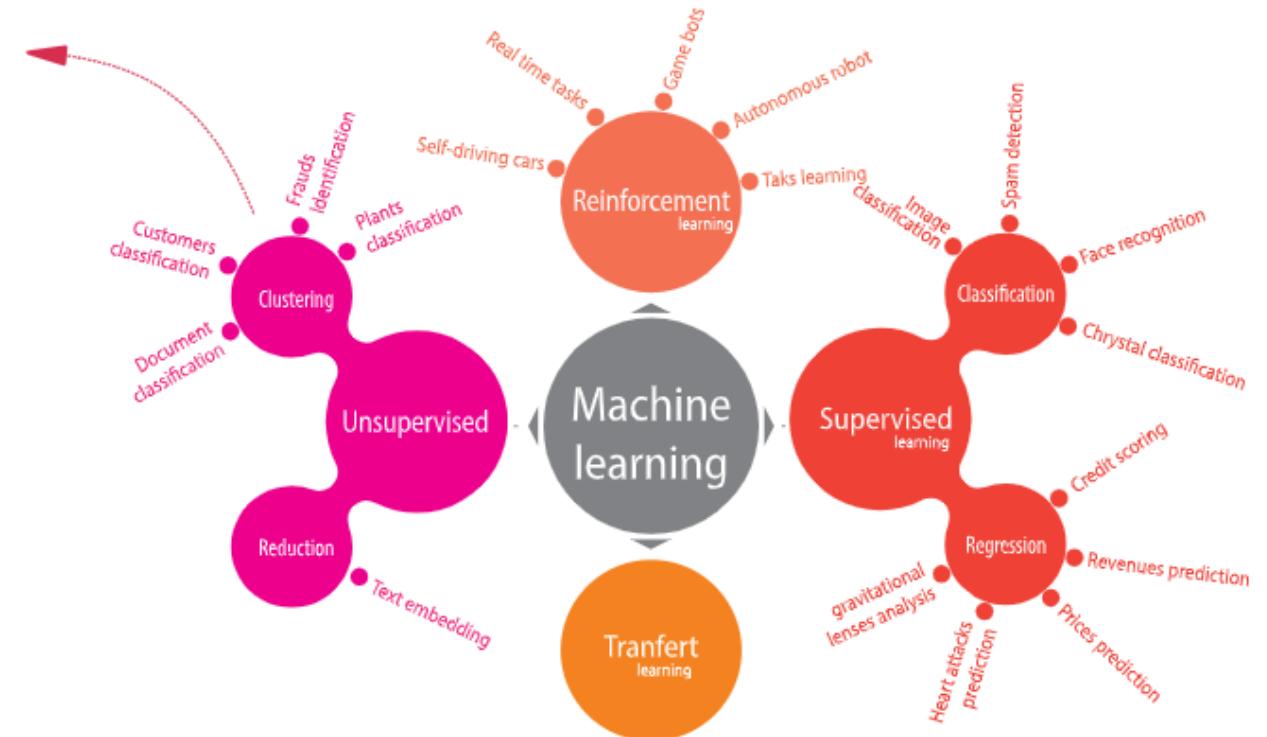
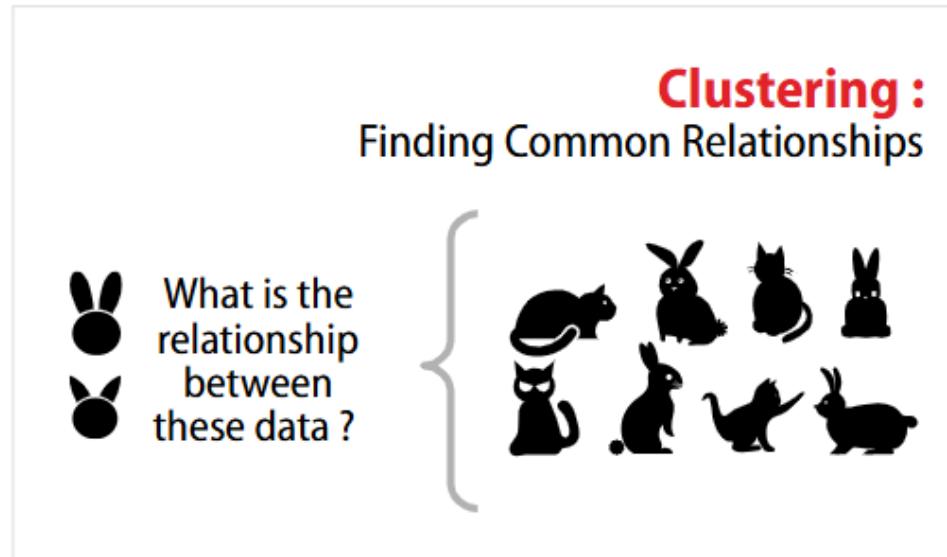
Unsupervised learning

Learning
from data **alone**



Unsupervised learning

Learning from data alone



Modéliser le cerveau :

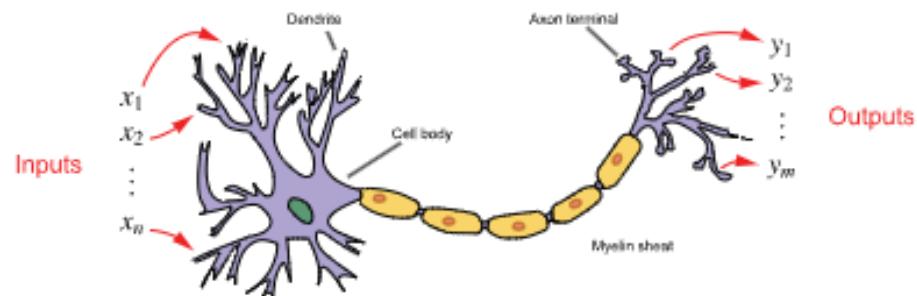
« Penser s'apparente à un calcul massivement parallèle de **fonctions élémentaires**.

L'information est un **signal** avant d'être un code »¹



Connexionniste

Modéliser le cerveau
Modelling the brain



vs

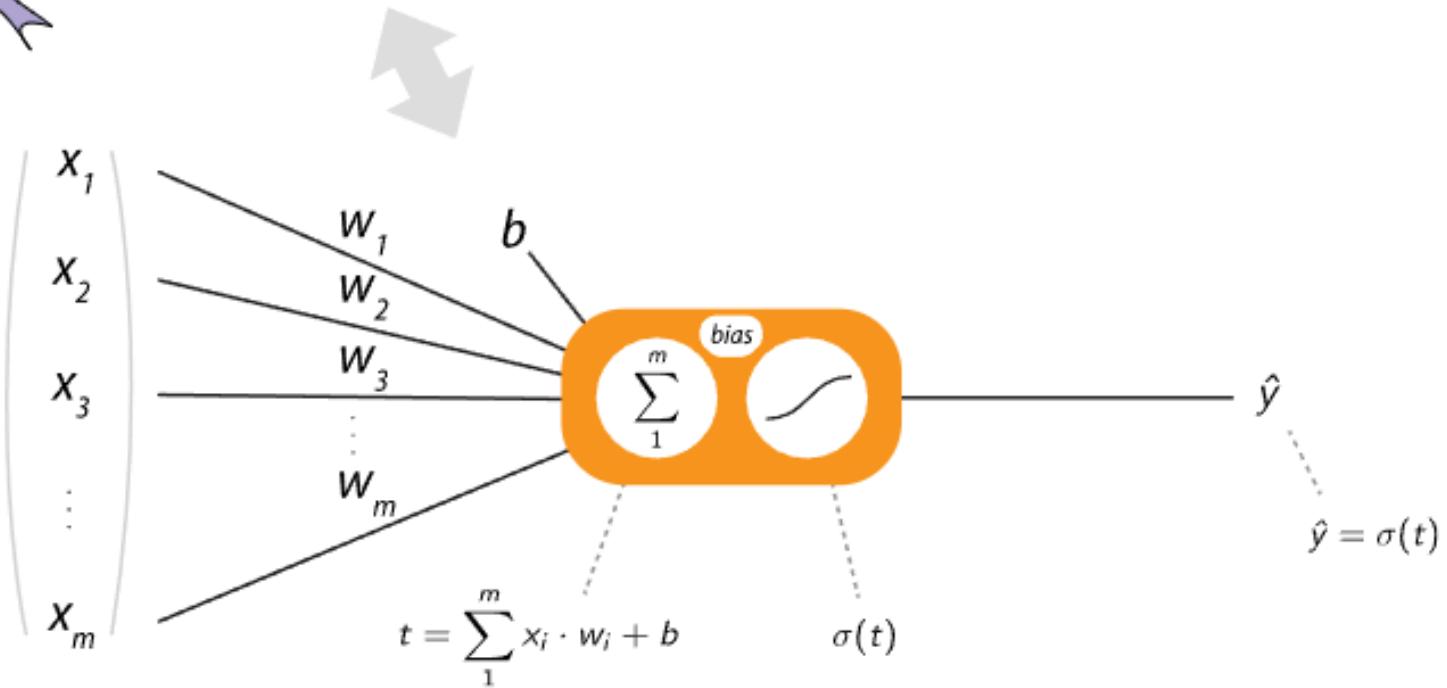
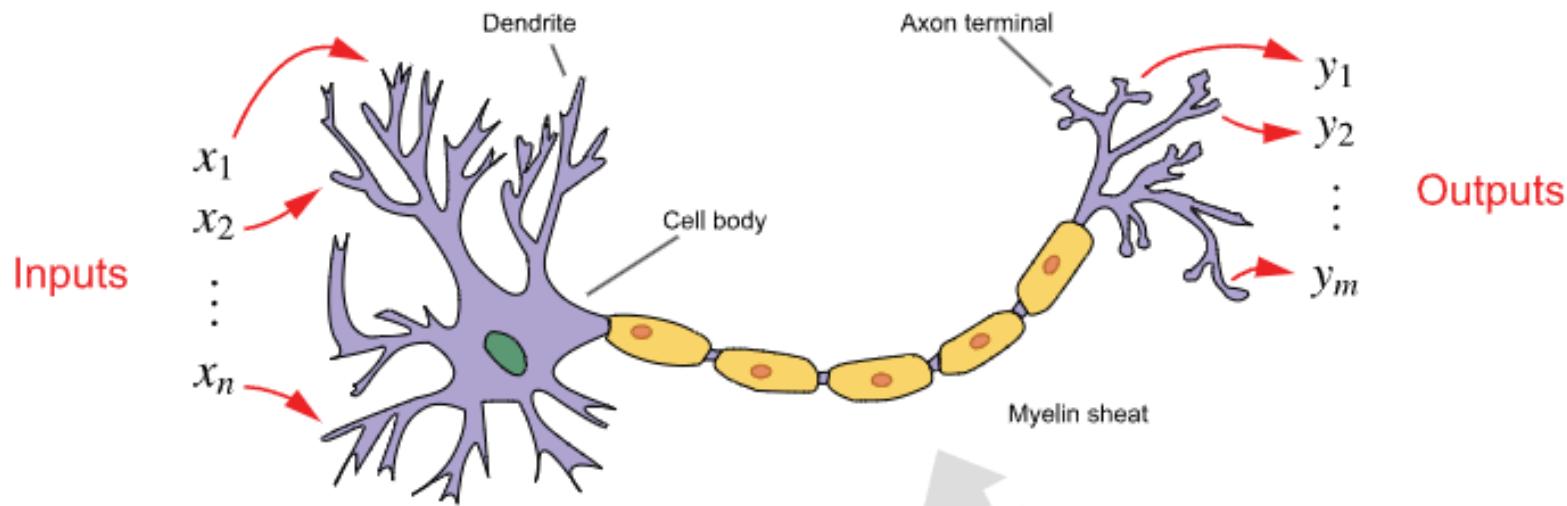
Symbolique

Forger une opinion
Making a mind



Tout [homme] est [mortel]
[Socrate] est un [homme]
Donc [Socrate] est [mortel]

¹ D Cardon, JP Cointet, A Mazieres (2018), La revanche des neurones
<https://dx.doi.org/10.3917/res.211.0173>



Approche **inductive**



Connexionniste

Modéliser le cerveau
Modelling the brain

Approche **déductive**



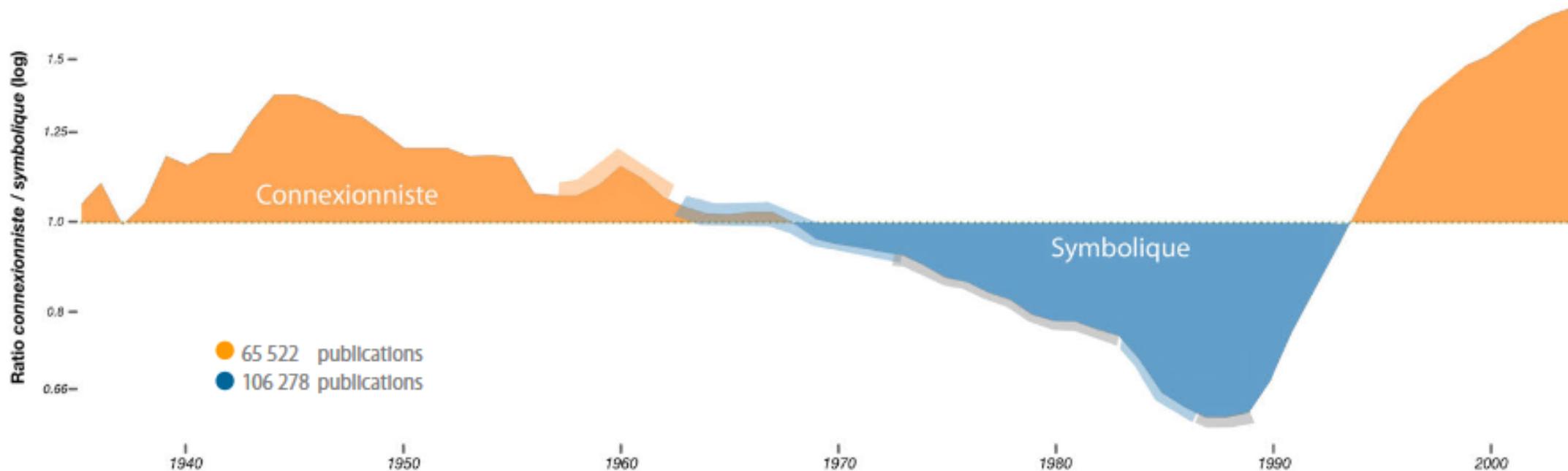
Symbolique

Forger une opinion
Making a mind

vs

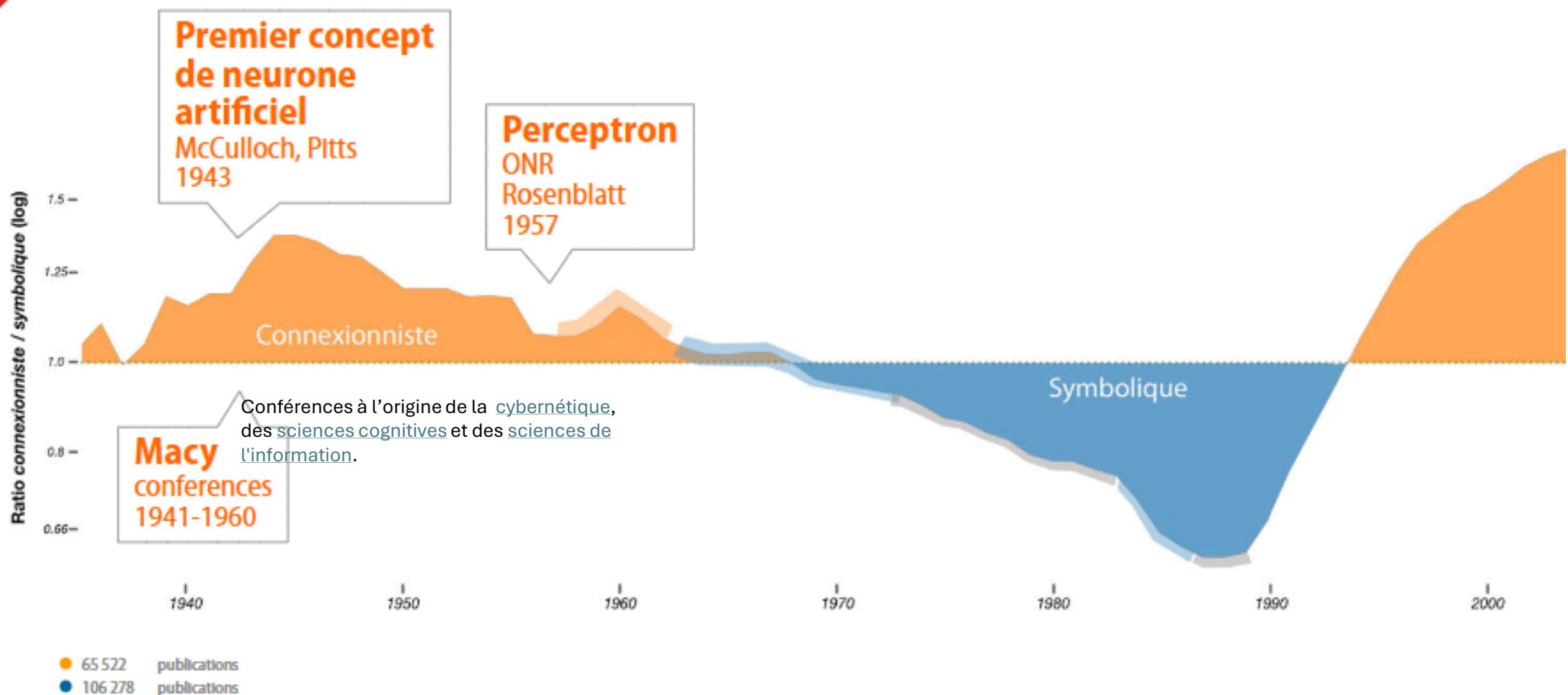
Influence académique des approches connexioniste et symbolique¹

Ratio des publications **connexionnistes / symbolistes**



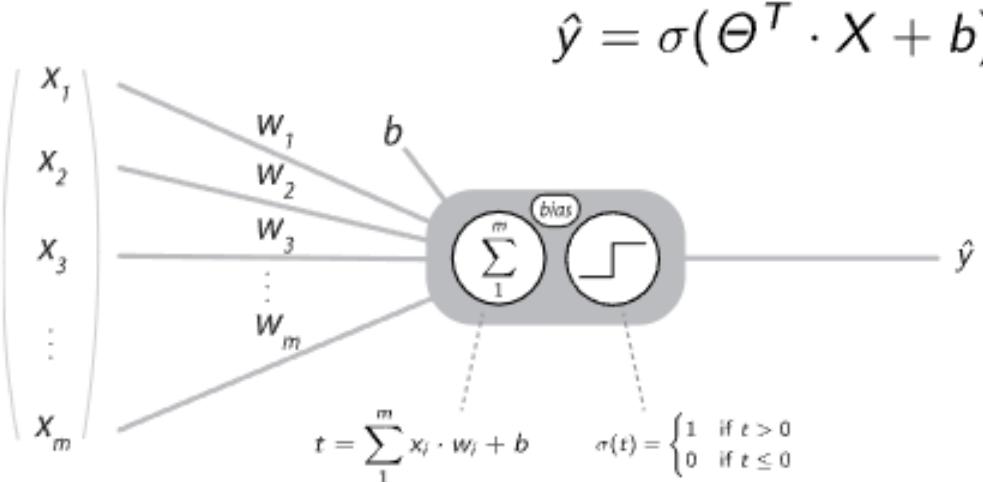
¹ D Cardon, JP Cointet, A Mazieres (2018), La revanche des neurones
<https://dx.doi.org/10.3917/res.211.0173>

Influence académique des approches connexionniste et symbolique¹



¹ D Cardon, JP Cointet, A Mazieres (2018), La revanche des neurones
<https://dx.doi.org/10.3917/res.211.0173>

Perceptron



THE PERCEPTRON

389

: sets of
ich are
tend to
t sets of
ve and/
stimuli
y facilita-
tion of

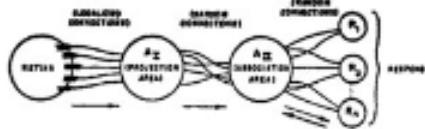


FIG. 1. Organization of a perceptron.

The cells in the projection area each receive a number of connections from

Perceptron
Frank Rosenblatt
1958



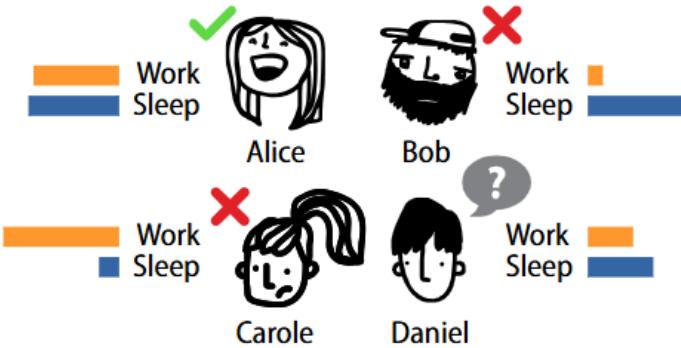
Linear and binary classifier

Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain.
<https://doi.org/10.1037/h0042519>

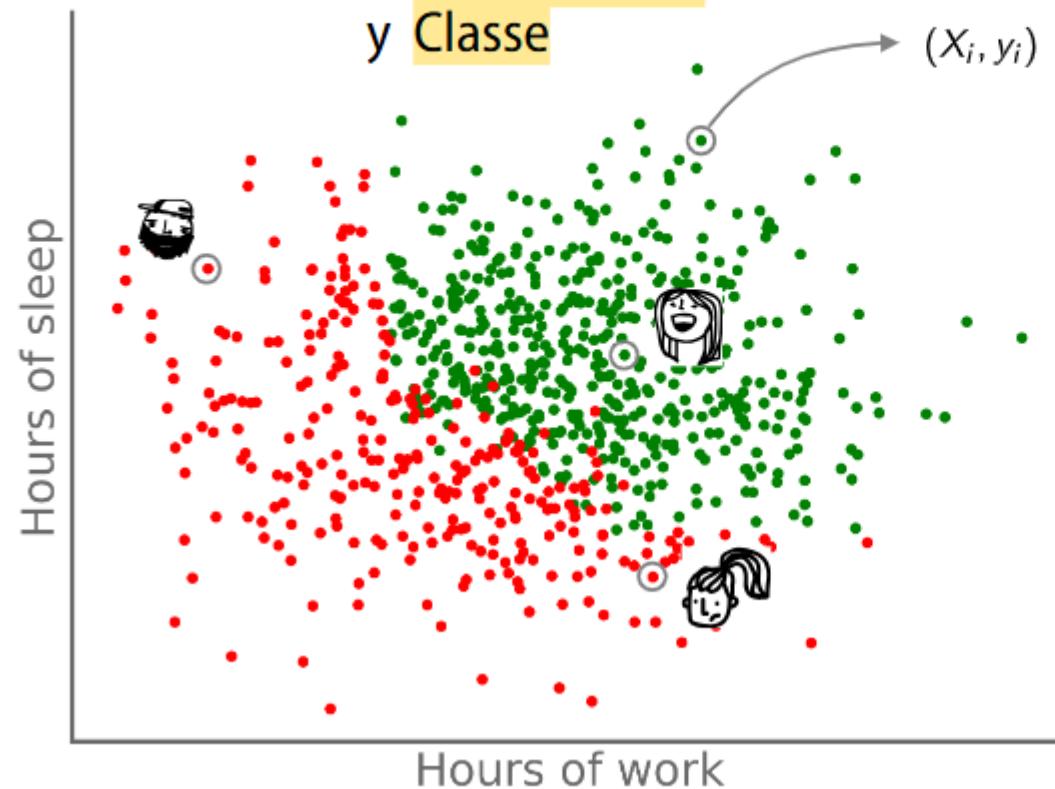
Okay, let's look at an example !

Logistic regression

Let's try to predict our students' success in an exam, based on their work time and sleep time:



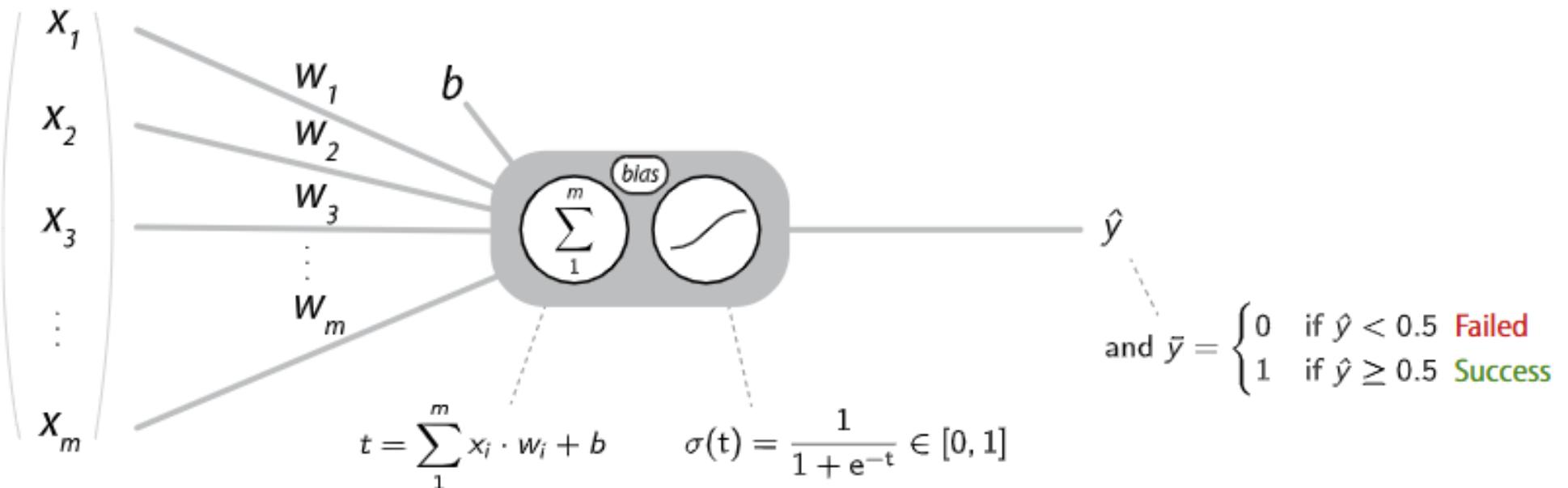
Dataset : X Observations
y Classe



$$\begin{aligned} X_i &= \begin{pmatrix} x_{i1} = \text{Hours of work} \\ x_{i2} = \text{Hours of sleep} \end{pmatrix} \\ y_i &= \begin{cases} 1 & \text{Successful examination} \\ 0 & \text{Failed exam} \end{cases} \end{aligned}$$

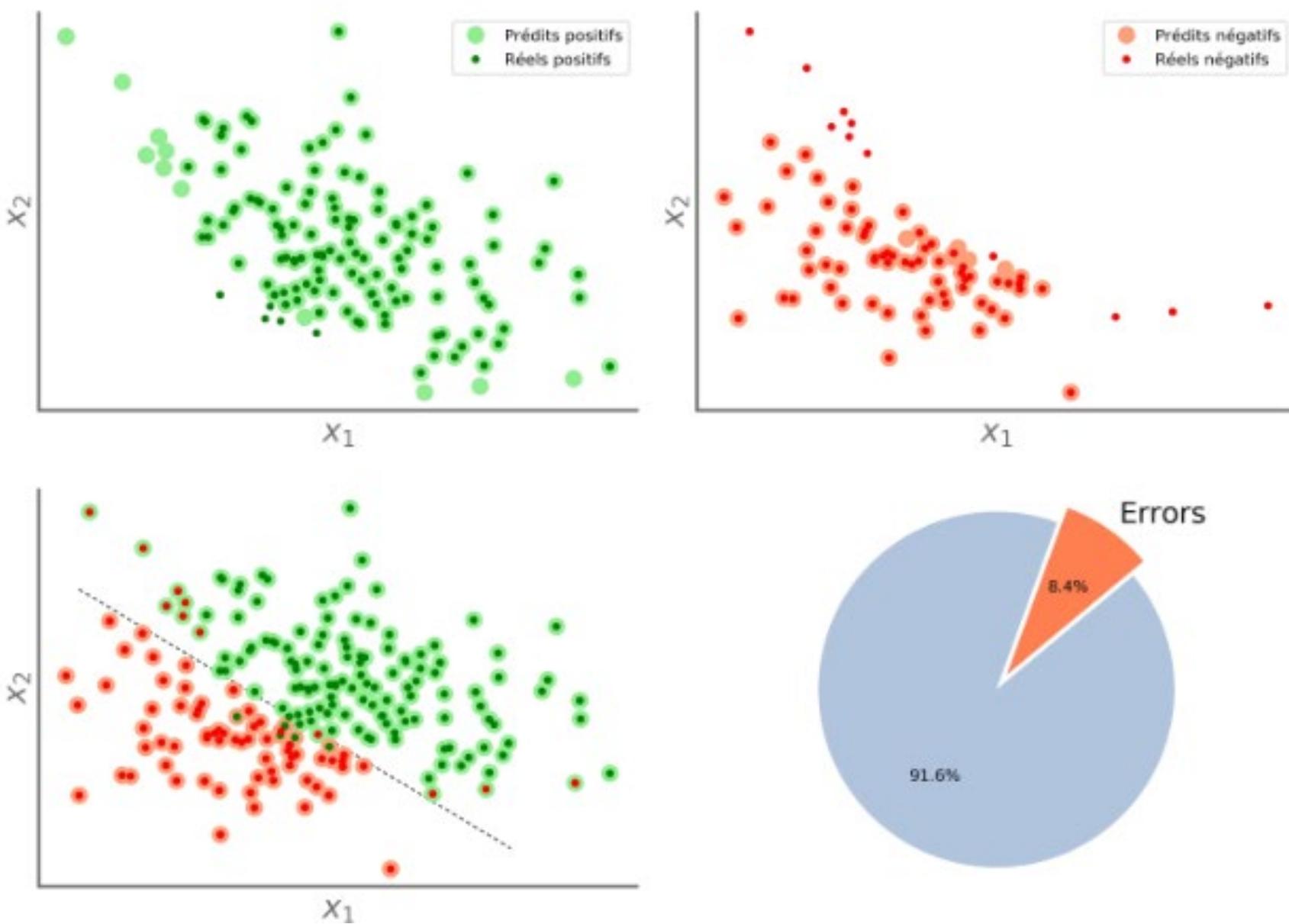
Logistic regression

$$\hat{y} = \sigma(\Theta^T \cdot X + b)$$



Input	Bias / Weight	Activation function	Output
X	θ	$\sigma(t)$	\hat{y}

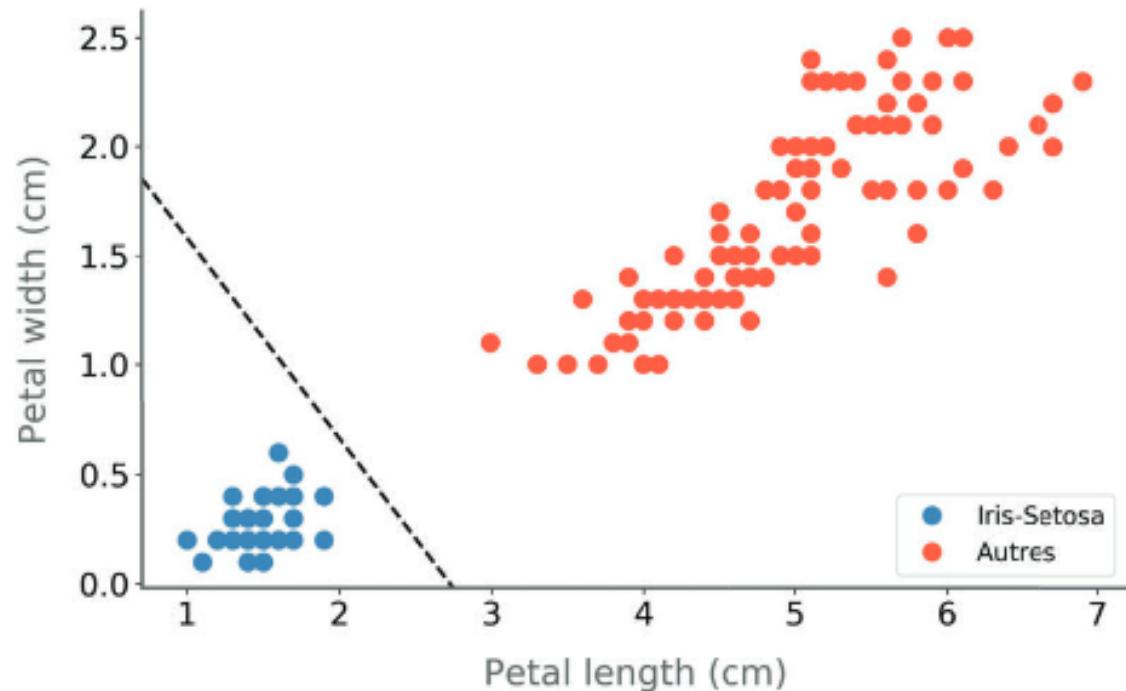
Logistic regression



Perceptron

Iris plants dataset

Dataset from : Fisher, R.A. "The use of multiple measurements In taxonomic problems" Annual Eugenics, 7, Part II, 179-188 (1936)



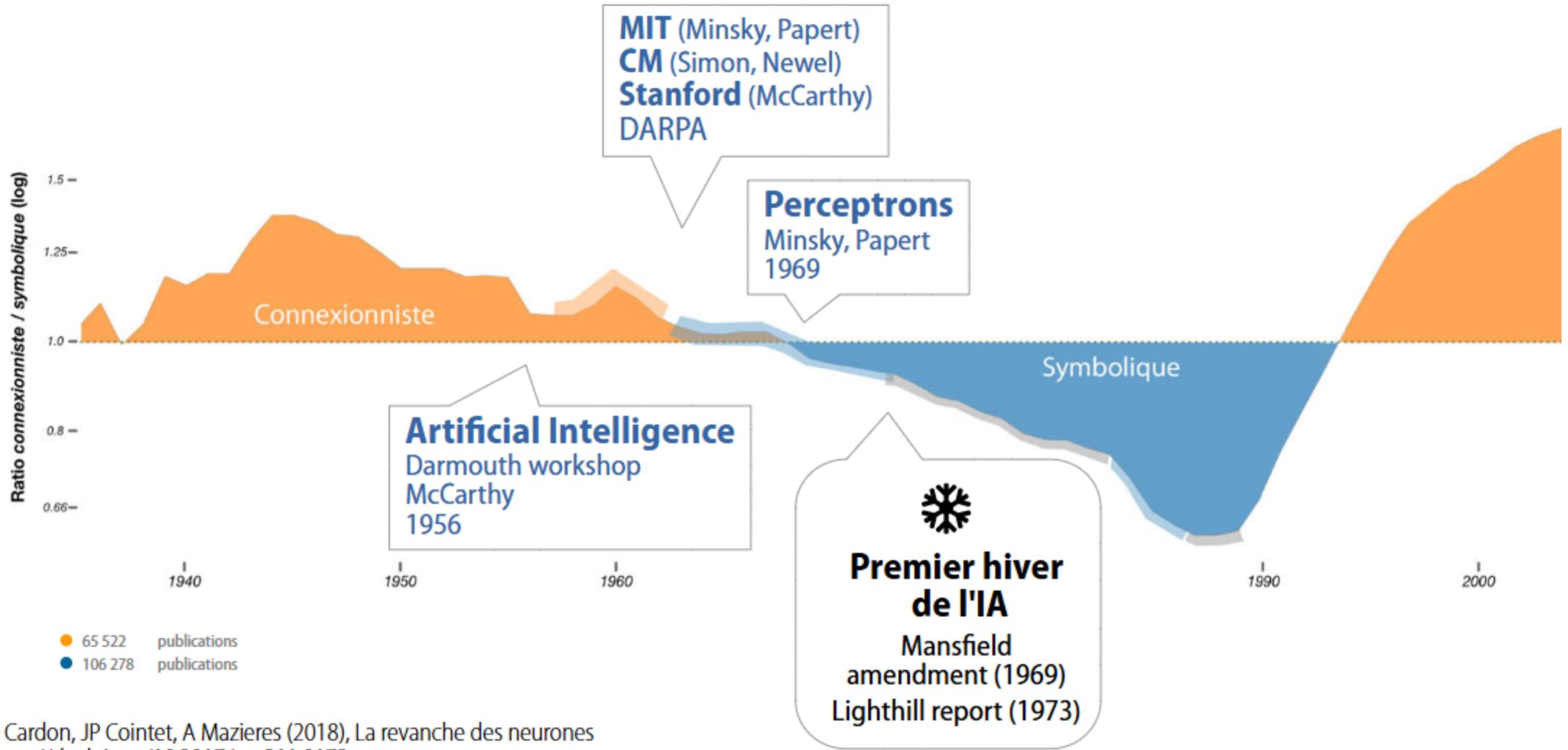
data(iris)

```
data <- iris[iris$Species %in% c("setosa", "versicolor"), ]
```

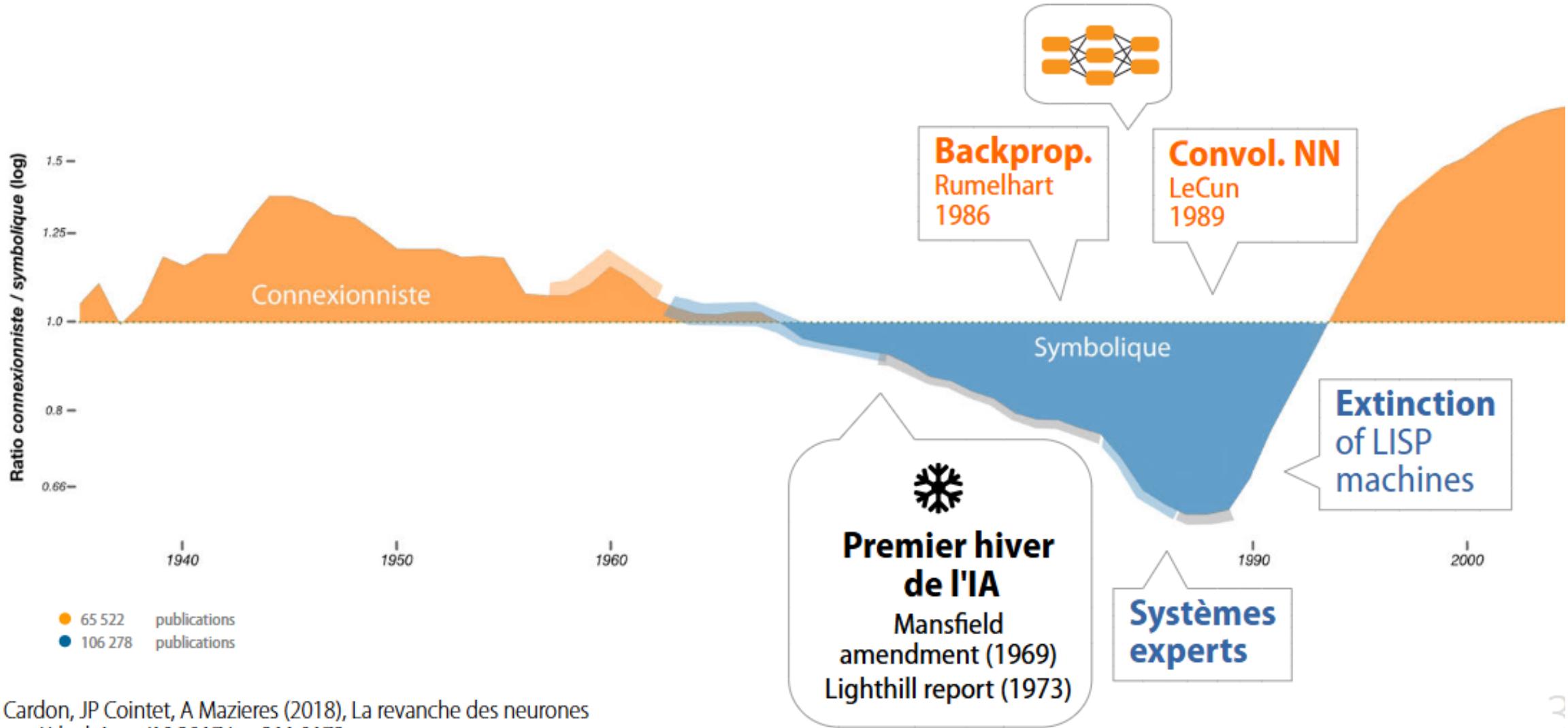
```
Y <- ifelse(data$Species == "setosa", 1, 0)
```

Length	Width	Iris Setosa (0/1)
x_1	x_2	y
1.4	1.4	1
1.6	1.6	1
1.4	1.4	1
1.5	1.5	1
1.4	1.4	1
4.7	4.7	0
4.5	4.5	0
4.9	4.9	0
4.0	4.0	0
4.6	4.6	0
(...)		

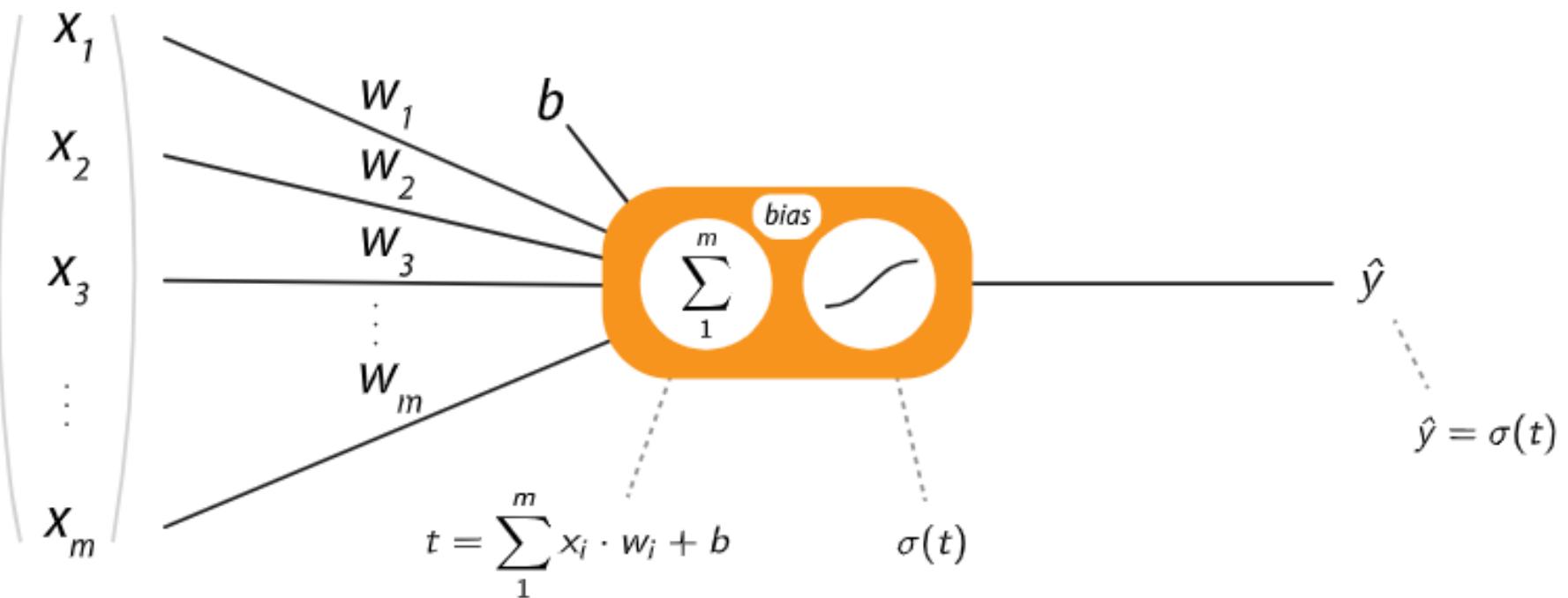
Influence académique des approches connexionniste et symbolique¹



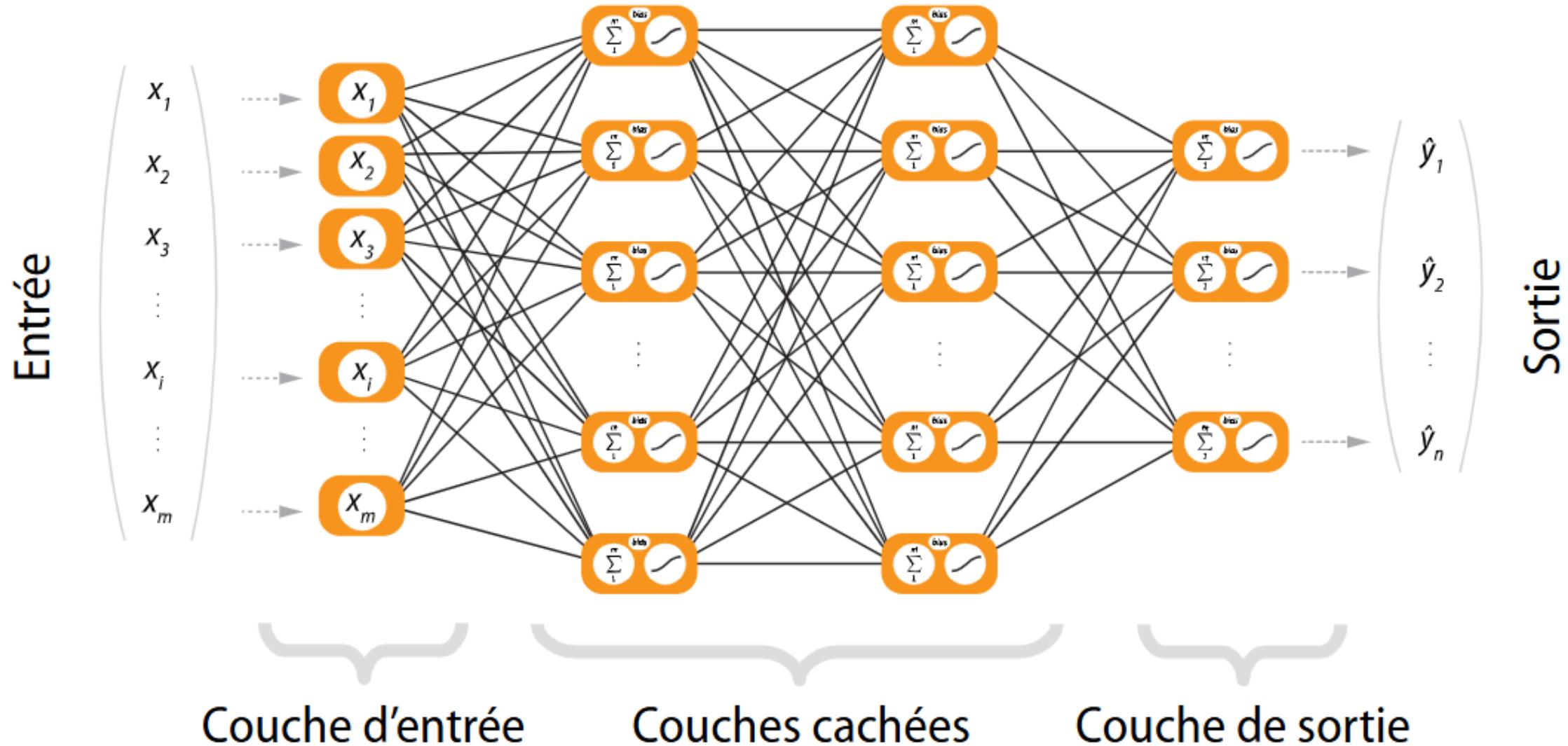
Influence académique des approches connexionniste et symbolique¹



Deep Neural Networks

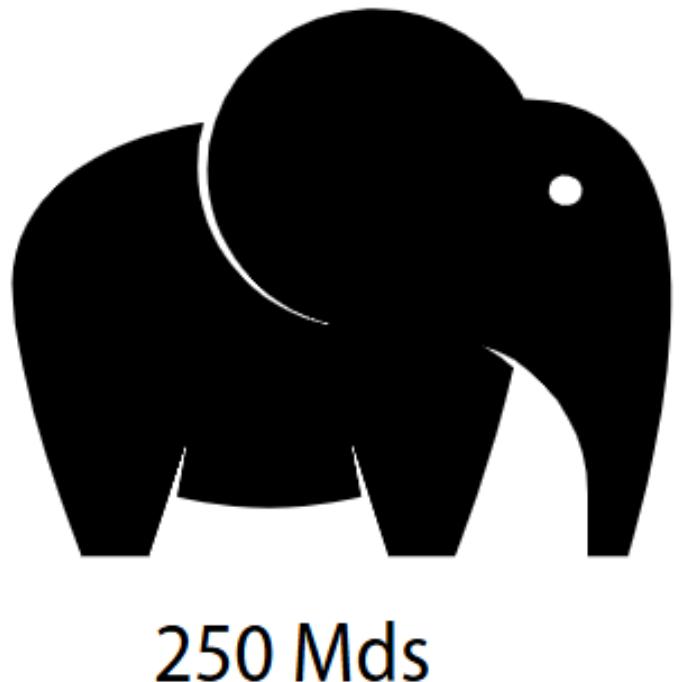
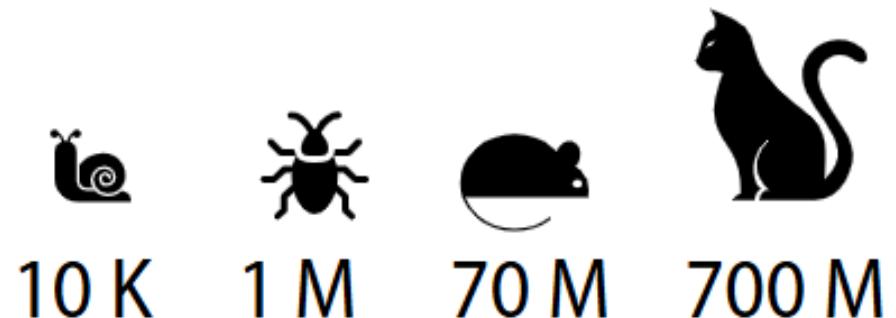
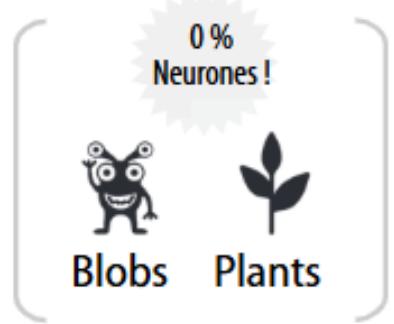


Deep Neural Networks



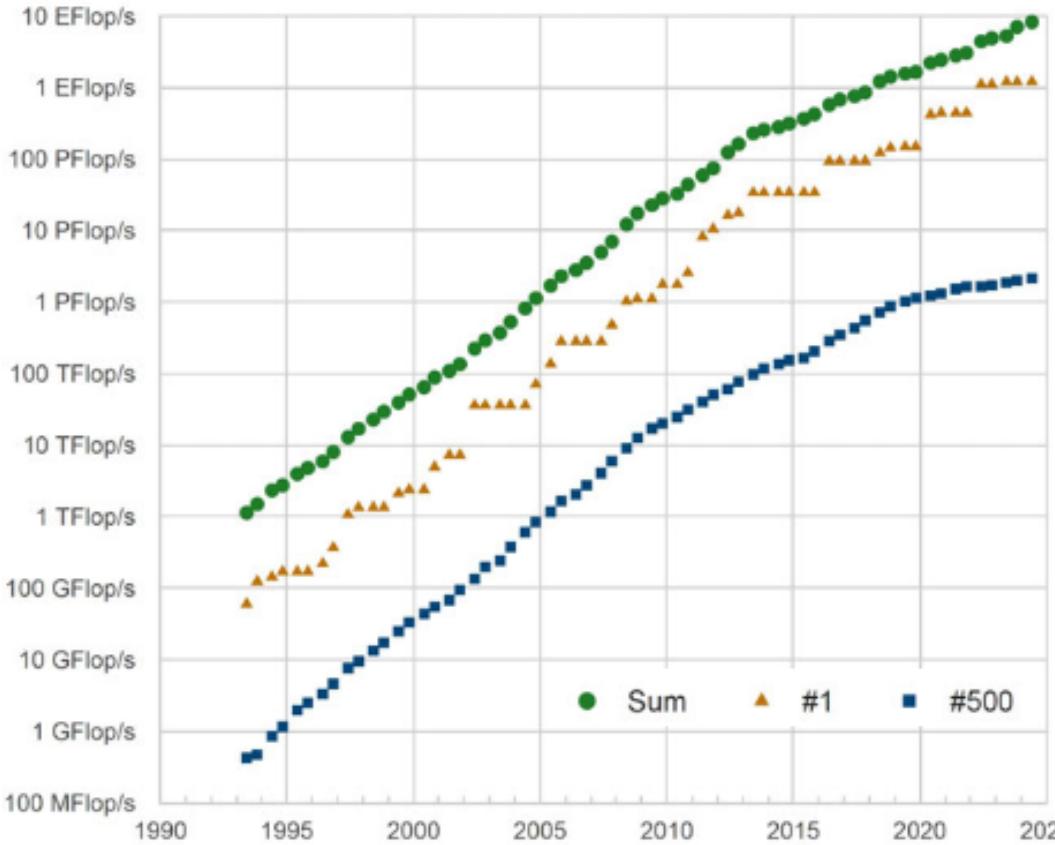
Combien de neurones pour être intelligent ?

Un neurone, c'est **bien**... mais plusieurs, **c'est mieux** !





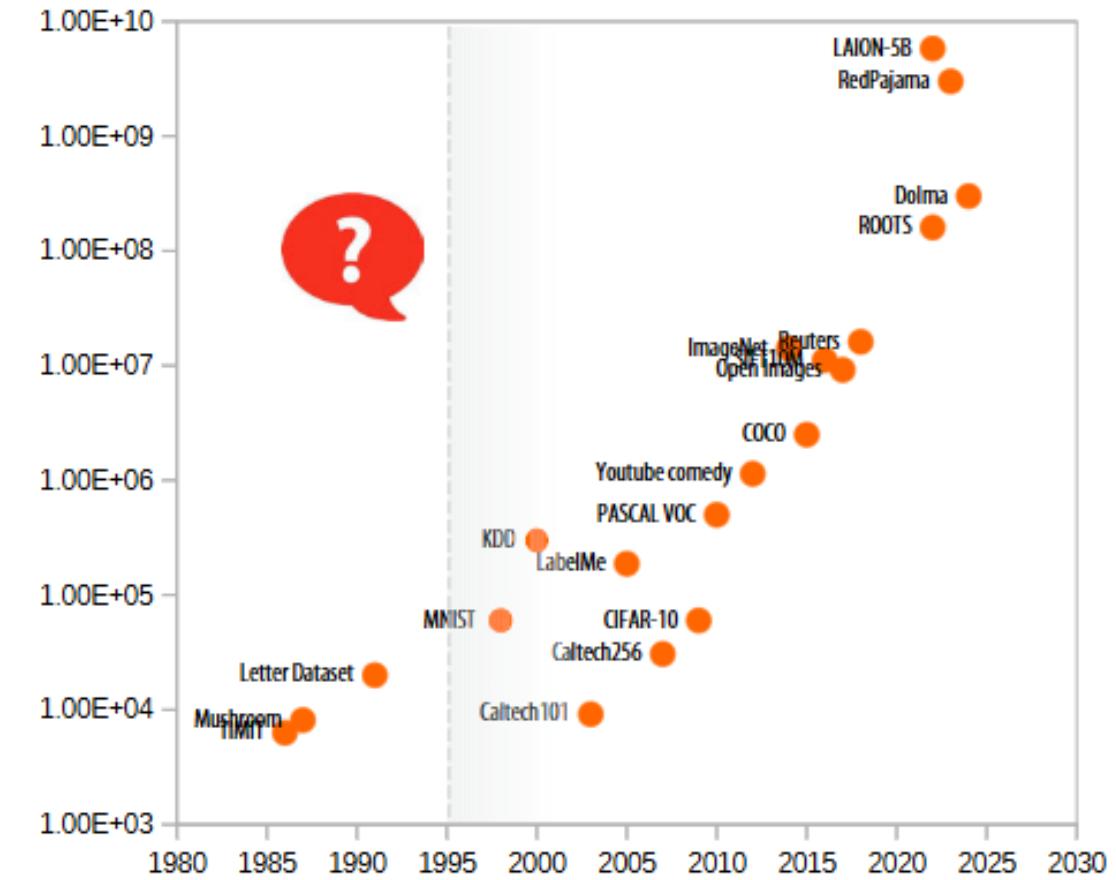
Performances du Top 500¹



TOP500 :

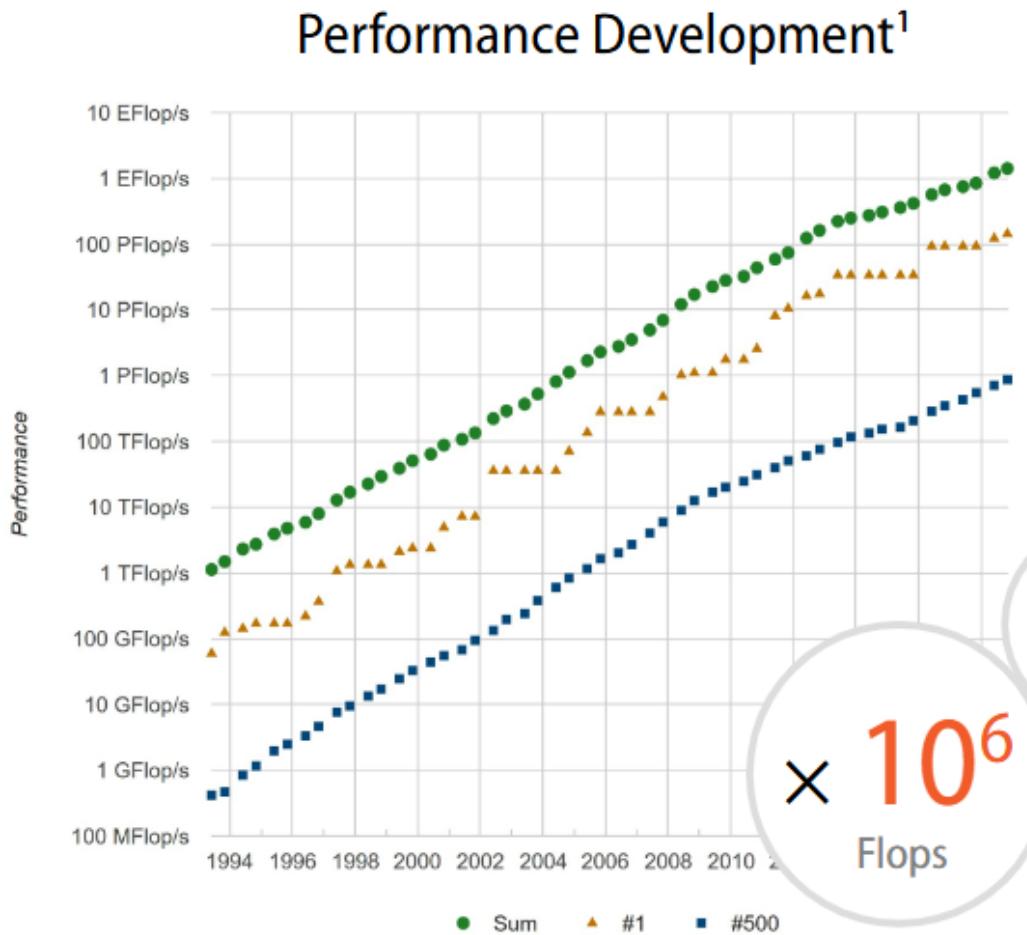
<https://www.top500.org/>

Evolution des Datasets²



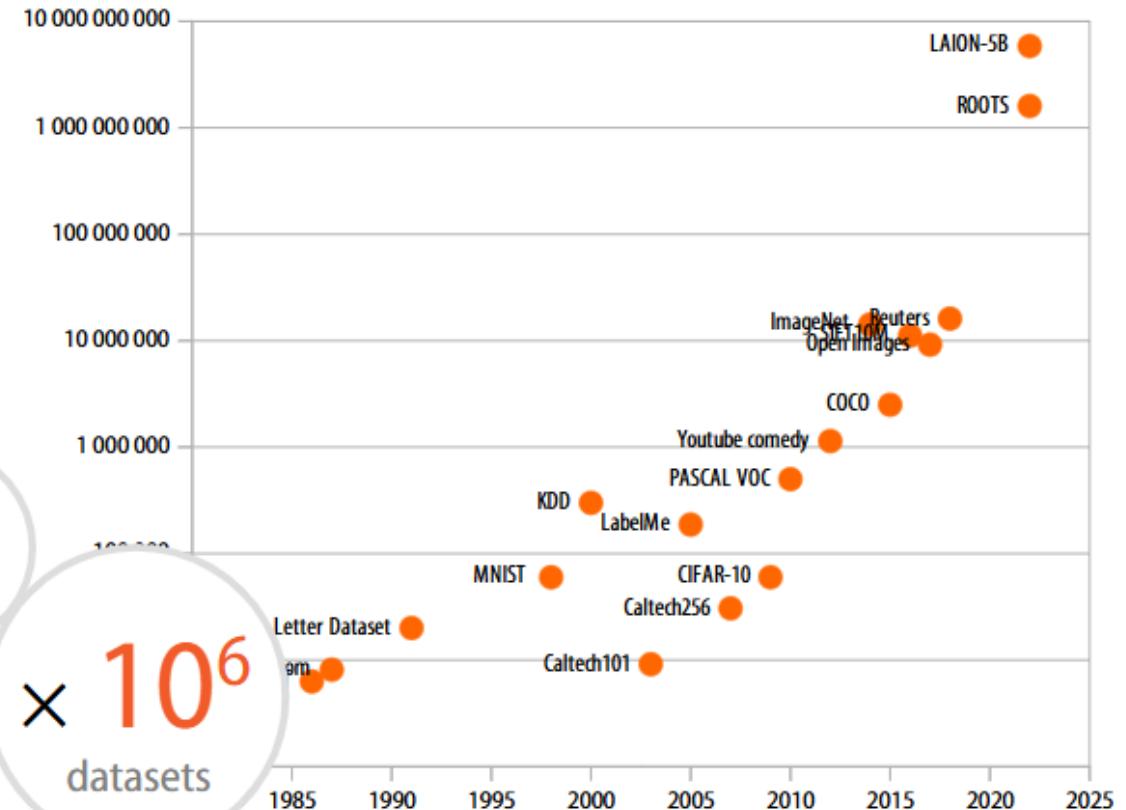
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_datasets_for_machine-learning_research

The big Controversy



Laboratoire
Cas particulier → Monde réel

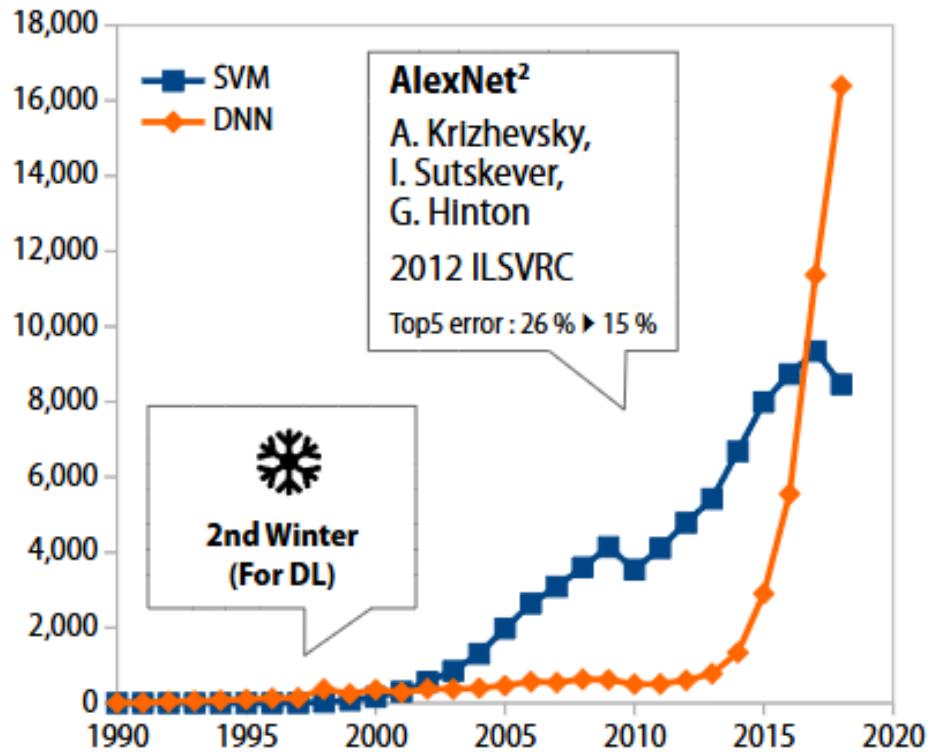
Datasets for machine-learning²



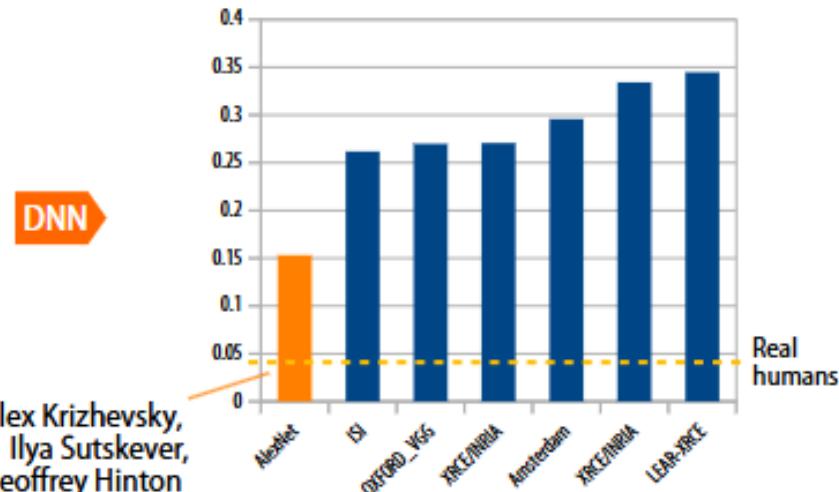
Le tournant en 2012

The big
Controversy

Publications SVM vs DNN¹



Classification d'images Top 5 error at ILSVRC 2012^{3,4}



Bien que sans garantie mathématique, les DNN se sont révélés bien plus efficaces face à la **complexité du monde réel !**

¹ Web of Science

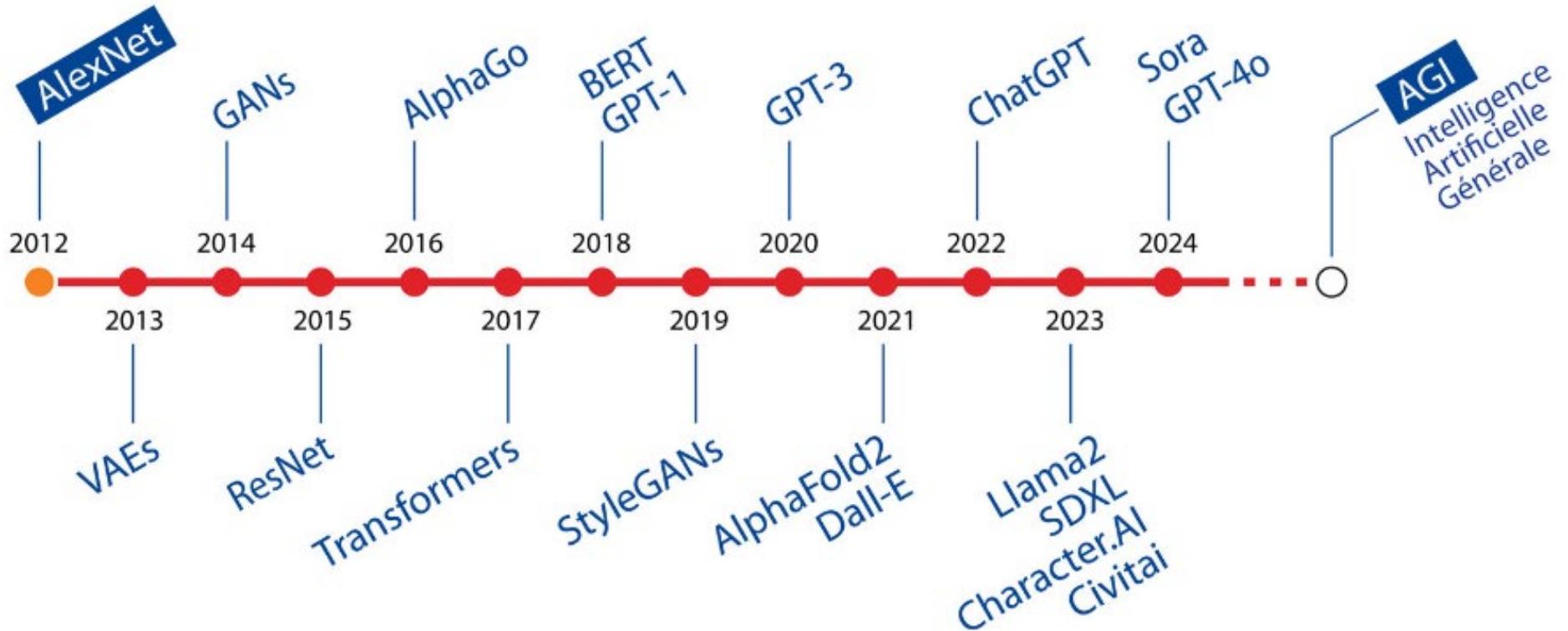
² AlexNet at ILSVRC, <https://image-net.org/challenges/LSVRC/2012/results.html>

³ ImageNet Large Scale Visual Recognition, <https://www.image-net.org/challenges/LSVRC/>

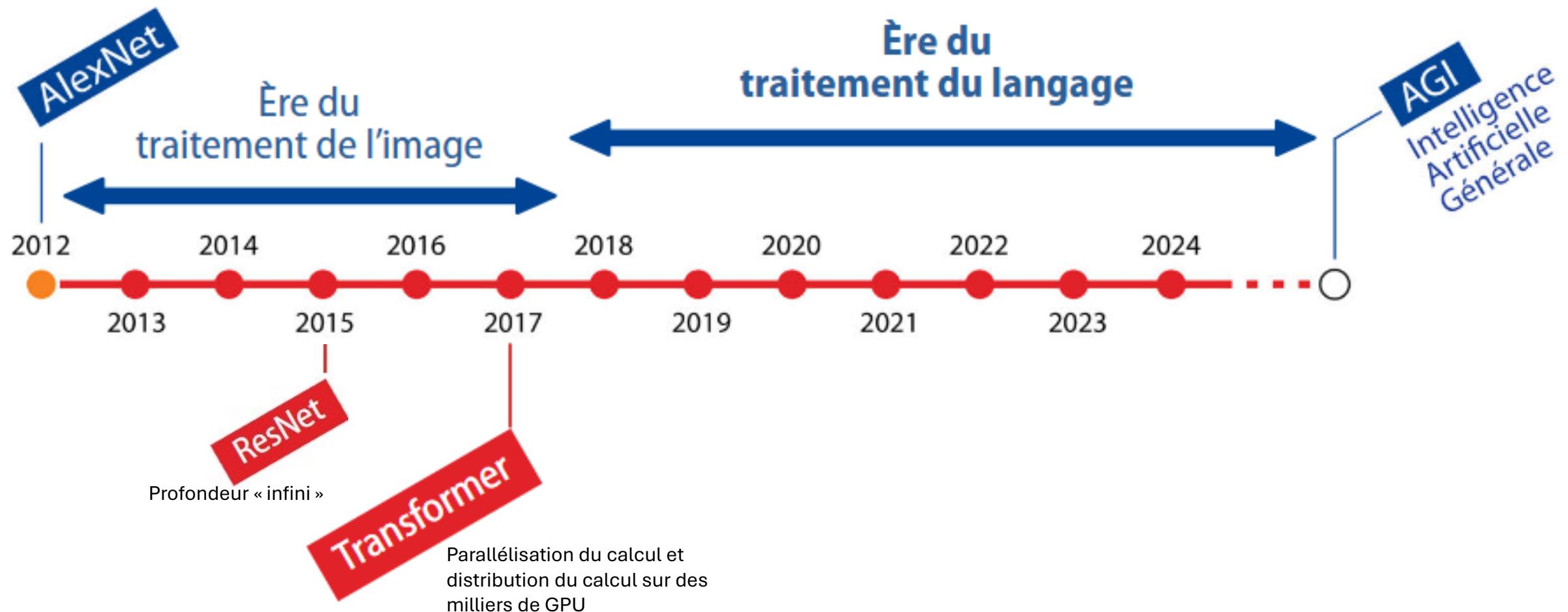
⁴ Similar evolution in NLP, translation, board games, etc.
See : DeepL.com, AlphaGo, AlphaZero, ...

Histoire du Deep Learning

D'AlexNet vers l'AGI...



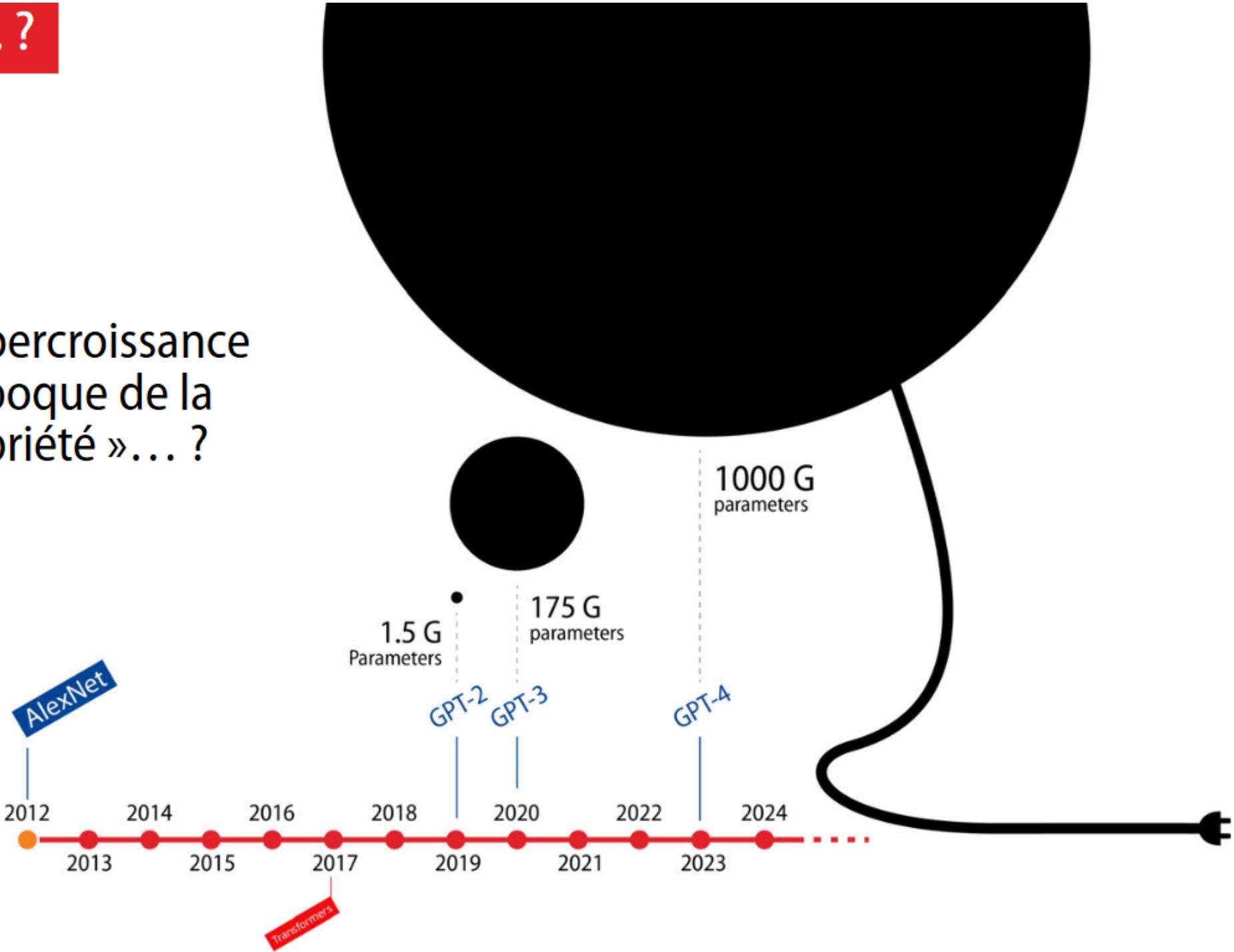
D'AlexNet vers l'AGI...



Sobriété... ?



L'hypercroissance
à l'époque de la
« sobriété »... ?



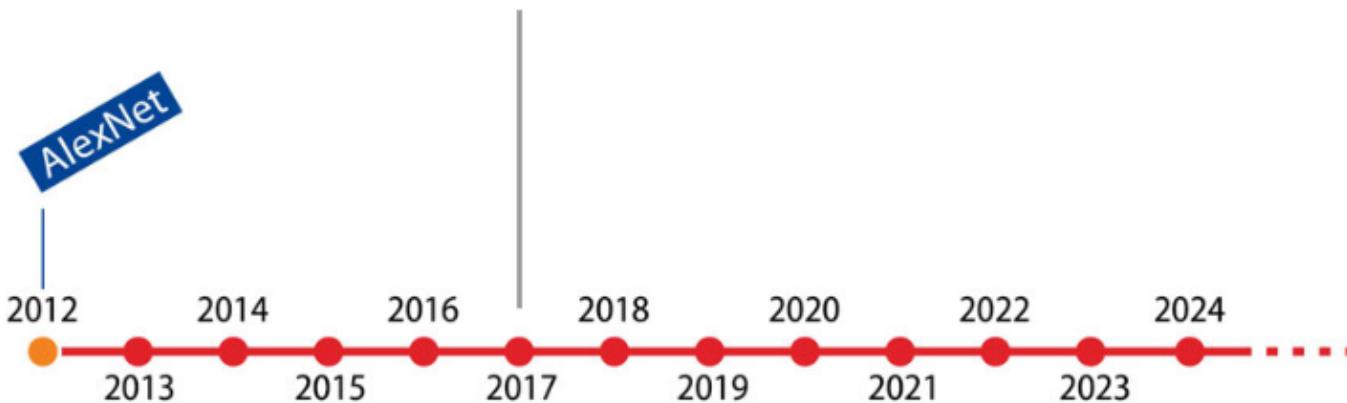


14 Jours
1 NVIDIA M40 GPU

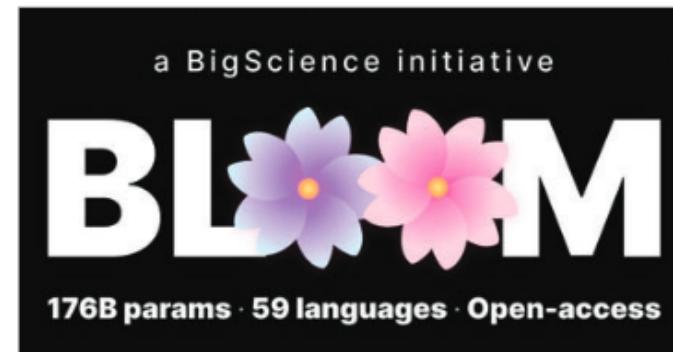
14 Jours GPU

Classification (1000 classes)

**25 M paramètres (Resnet-50)
1,2 M labeled images**



Sobriété... ?



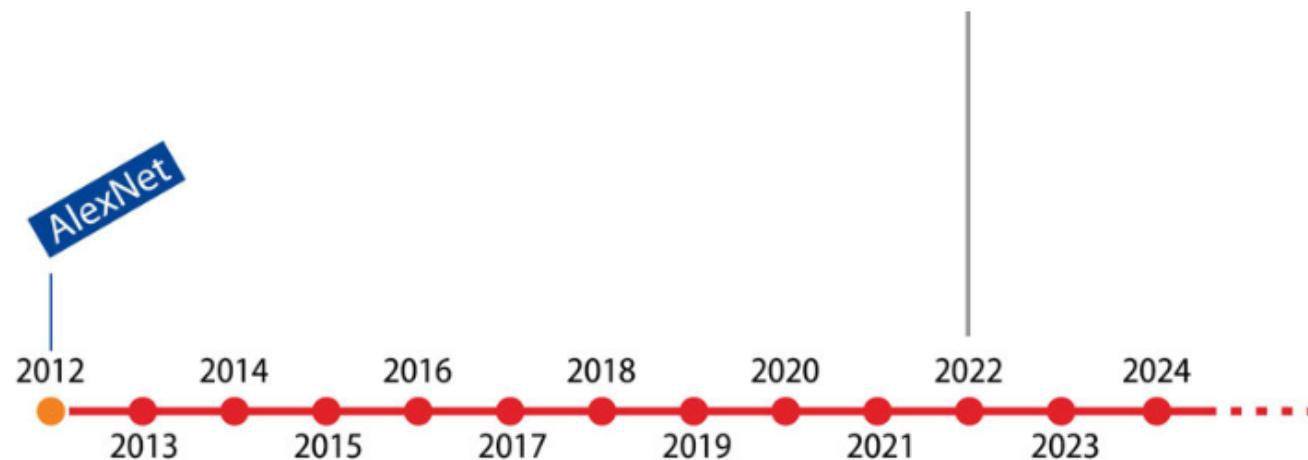
117 Jours
384 A100 GPU

44 928 Jours GPU

Génération de texte (LLM)

176 B paramètres
366 B tokens (~3 M livres)

123 ans



Meta

Llama 3

Génération de texte (LLM)

405 B paramètres

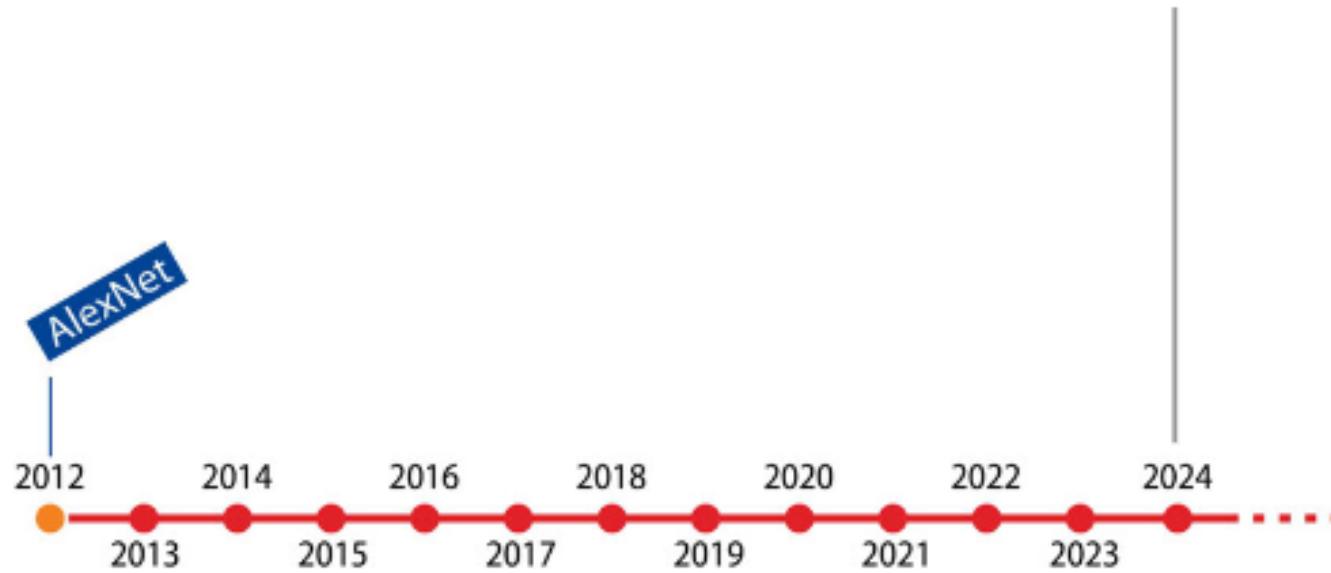
15 T tokens (~150 M livres)

54 Jours

16 384 H100 GPU

884 736 Jours GPU

2400 ans



Quand l'IA ...est devenue Hype !!



Des progrès fulgurants !



Quand l'IA ...est devenue Hype !!

The New York Times

A New Chat Bot Is a ‘Code Red’ for Google’s Search Business

A new wave of chat bots like ChatGPT use artificial intelligence that could reinvent or even replace the traditional internet search engine.

What is ChatGPT? The AI chatbot talked up as a potential Google killer

After all, the AI chatbot seems to be staying a great deal of search engine.

BBC News Home Asia Sport Business World FOX Business Personal Finance Economy Markets World Tech

'Google killer' ChatGPT spurs AI chatbot race

Potential Google workflow

ChatGPT fuels co

In Action

become the world's most valuable stock

Apple Microsoft

\$4 Trillion

3
2
1
0

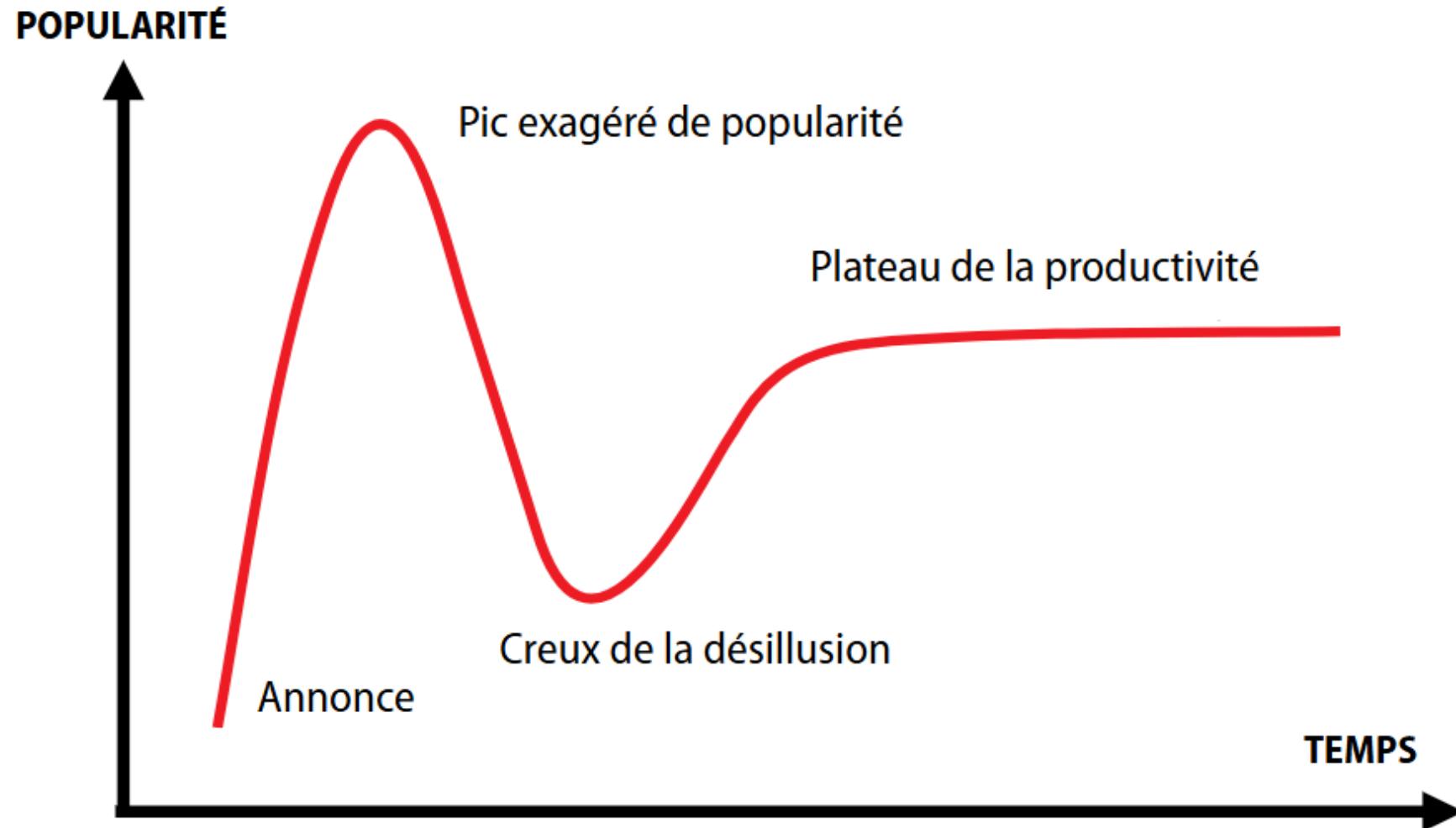
Dec Apr Aug Dec Apr Aug Dec Jun Jun

2022 2023 2024

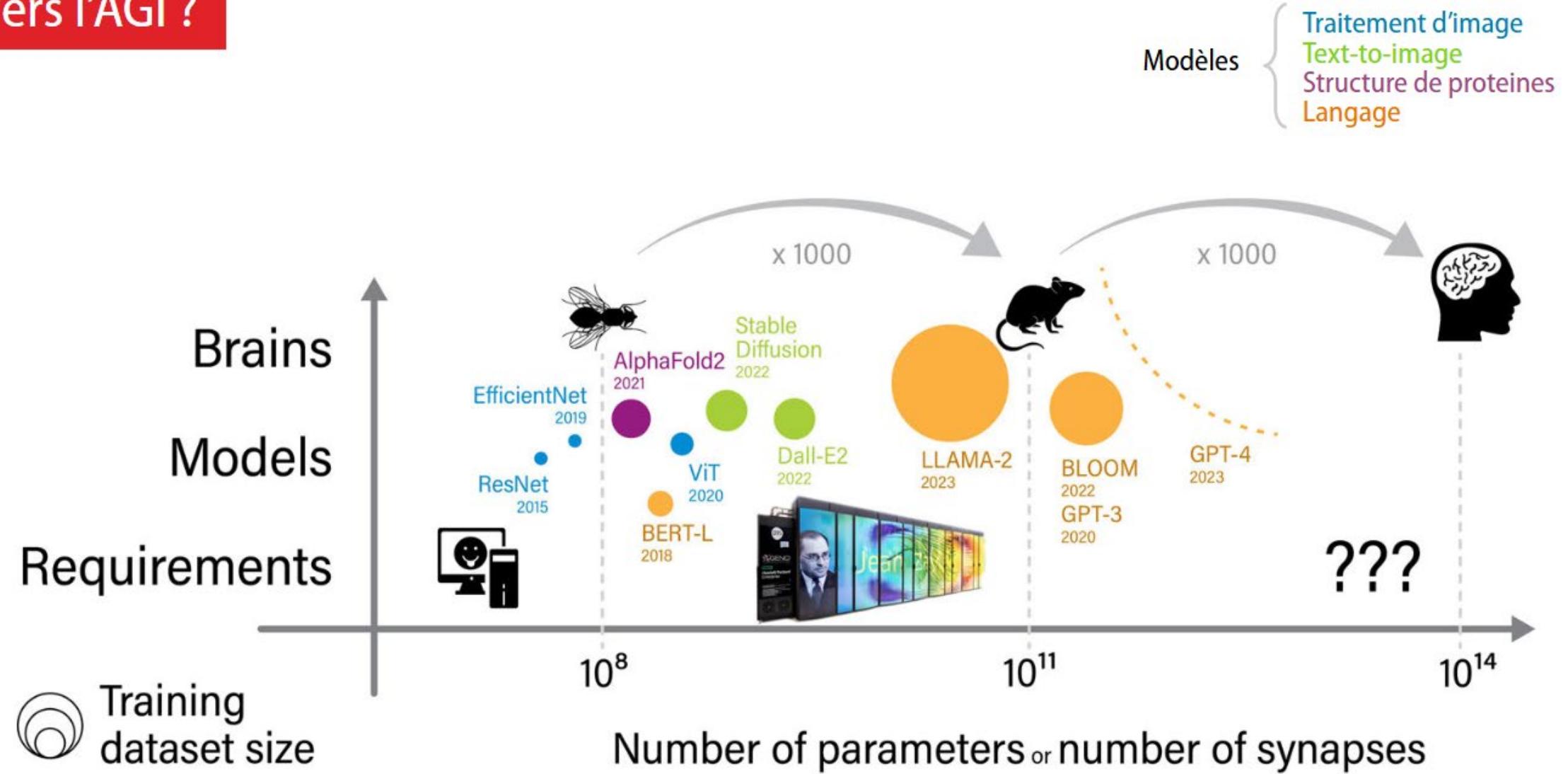
Bloomberg Opinion

A screenshot of a news article from CoinGape. The title is "Is ChatGPT A Google Killer?". Below the title is a sub-headline "The Motley Fool". The main headline reads "Is ChatGPT Really a Google Killer? Here's What the New AI Means for Alphabet Stock". The author is Jeremy Bowman. At the bottom, there is a snippet: "Join over 1.5M Premium Members And Get Access to Exclusive Research".

Quand l'IA ...est devenue Hype !!



Vers l'AGI ?



Des datasets de plus en plus gros, atteignant les limites de l'univers numérique !!

L'enjeu des données...

Les données sont essentielles...

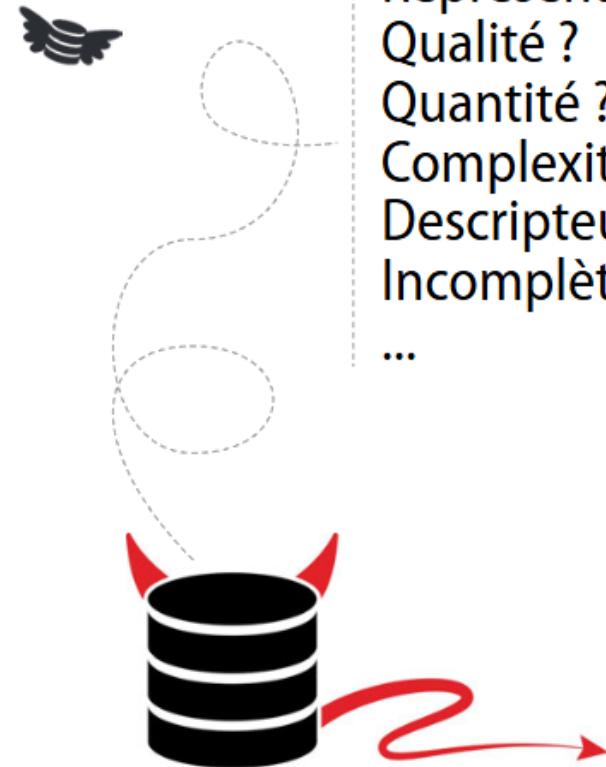
Elles peuvent être :



Fermée



Ouvertes



Trop souvent
infernales !!

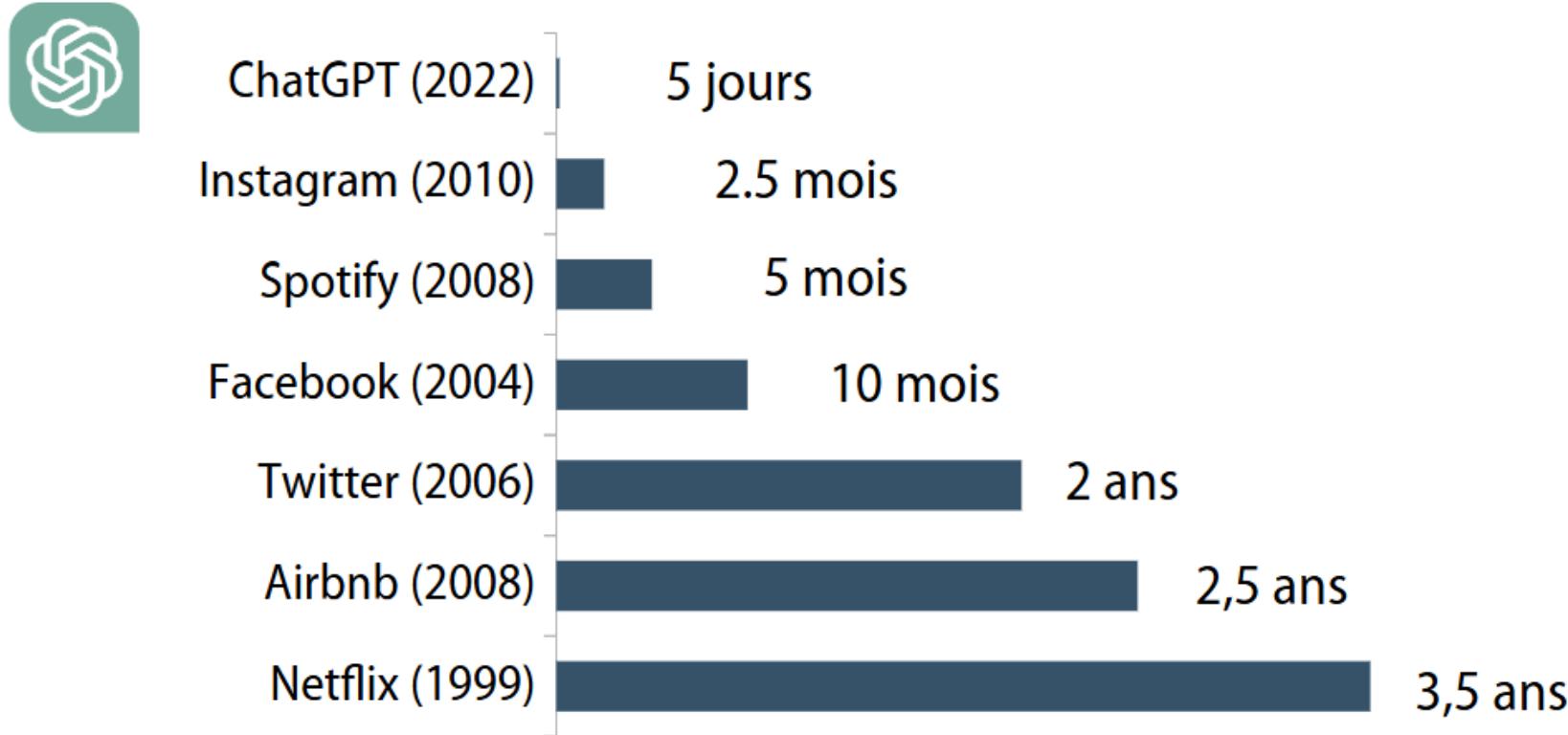
Représentativité ?
Qualité ?
Quantité ?
Complexité ?
Descripteur ?
Incomplètes ?
...

Apropiation... ?



Une appropriation sociale sans précédent.

Temps nécessaire pour d'atteindre 1 million d'utilisateurs :





Par exemples :



Biais ?

Explicabilité ?

Impacts sociaux et environnementaux ?

Syndrome MAD* ?

Transposition dans le monde réel ?

Capacité à suivre ?

Etc.



>9,000 publications par mois...

Références :

- IA générative : usages et applications avancées pour la veille technologique – YouTube
- L'intelligence artificielle, objet philosophique
- Pour une introduction au Deep Learning FIDLE
- **L'IA et ses défis :** <https://www.college-de-france.fr/fr/agenda/colloque/ia-et-ses-defis>
- Implications philosophiques de l'IA
- Guide pratique de l'IA à l'Inspé
- **Guide pratique de l'intelligence artificielle dans l'entreprise (Stéphane RODER - Eyrolles)**
- guide d'accompagnement : Décryptage des enjeux et opportunités de l'IA pour les entreprises et les salariés
- Guide pratique de l'université de Genève
- Comment les machines pourraient-elles atteindre l'intelligence humaine? Conférence de Yann LeCun