

# COMMENT LES MACHINES APPRENNENT ?

---

*Une introduction au Machine Learning*

*Eloïse Berthier, vendredi 8 mars 2019*

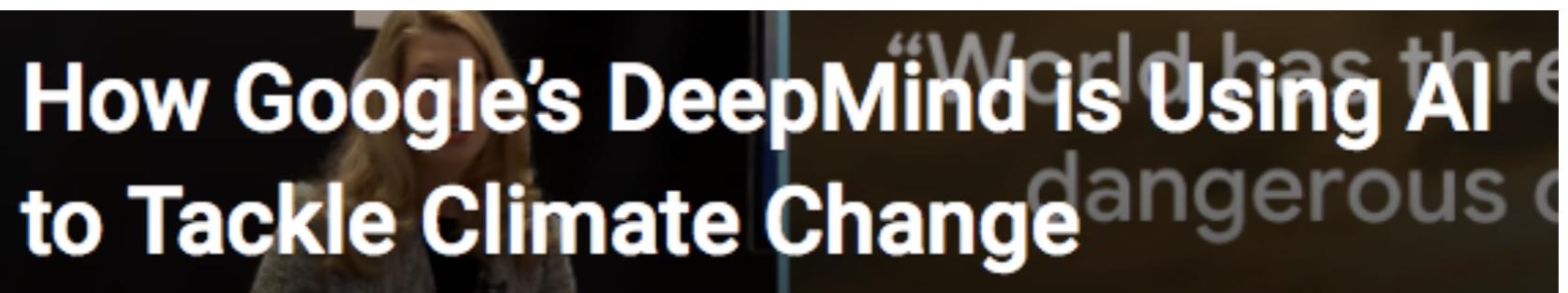


# DE QUOI PARLE-T-ON ?

---

- Intelligence artificielle (IA/AI)
- Machine Learning / Apprentissage automatique
- Deep Learning / Réseaux de neurones

# Cette intelligence artificielle crée des visages humains ultraréalistes



Une intelligence artificielle a terminé la fameuse "symphonie inachevée" de Schubert

Des chercheurs ont-ils développé une intelligence artificielle trop dangereuse pour être mise en service ?

IA et robots : une menace pour l'emploi ?

# PLAN

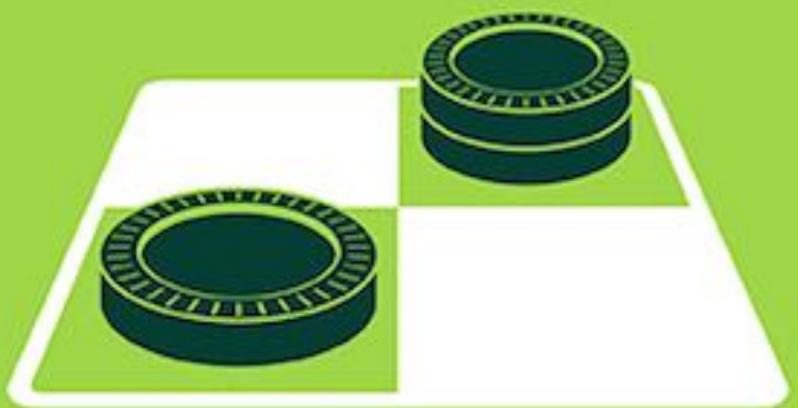
- I. Une histoire d'algorithmes et de données
- II. Le machine learning
- III. Le deep learning
- IV. Quelques applications

# I. UNE HISTOIRE D'ALGORITHMES ET DE DONNÉES

# QUELQUES DÉFINITIONS

---

ARTIFICIAL  
INTELLIGENCE



MACHINE  
LEARNING



DEEP  
LEARNING



1950's      1960's      1970's      1980's      1990's      2000's      2010's

# **ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Programs with the ability to learn and reason like humans

## **MACHINE LEARNING**

Algorithms with the ability to learn without being explicitly programmed

## **DEEP LEARNING**

Subset of machine learning in which artificial neural networks adapt and learn from vast amounts of data

# L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE



« la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique »

*Marvin Minsky*

# LES ALGORITHMES

Un **algorithme** est une suite d'instructions permettant d'obtenir un résultat.

Peut-on trouver un algorithme pour :

- faire cuire des pâtes ?
- trouver son chemin dans une ville ?
- reconnaître un chat dans une image ?
- gagner une partie à Starcraft II ?

# UNE IDÉE : APPRENDRE À PARTIR D'EXEMPLES

- Souvent, on ne sait pas définir le bon algorithme, mais on a des exemples (données).



# EXPLOSION DU VOLUME DE DONNÉES

---

The World's Ocean of Data

- INTERNET CONNECTED
- DIGITAL
- ANALOG

CLOUD

MOBILE

1985

1990

1995

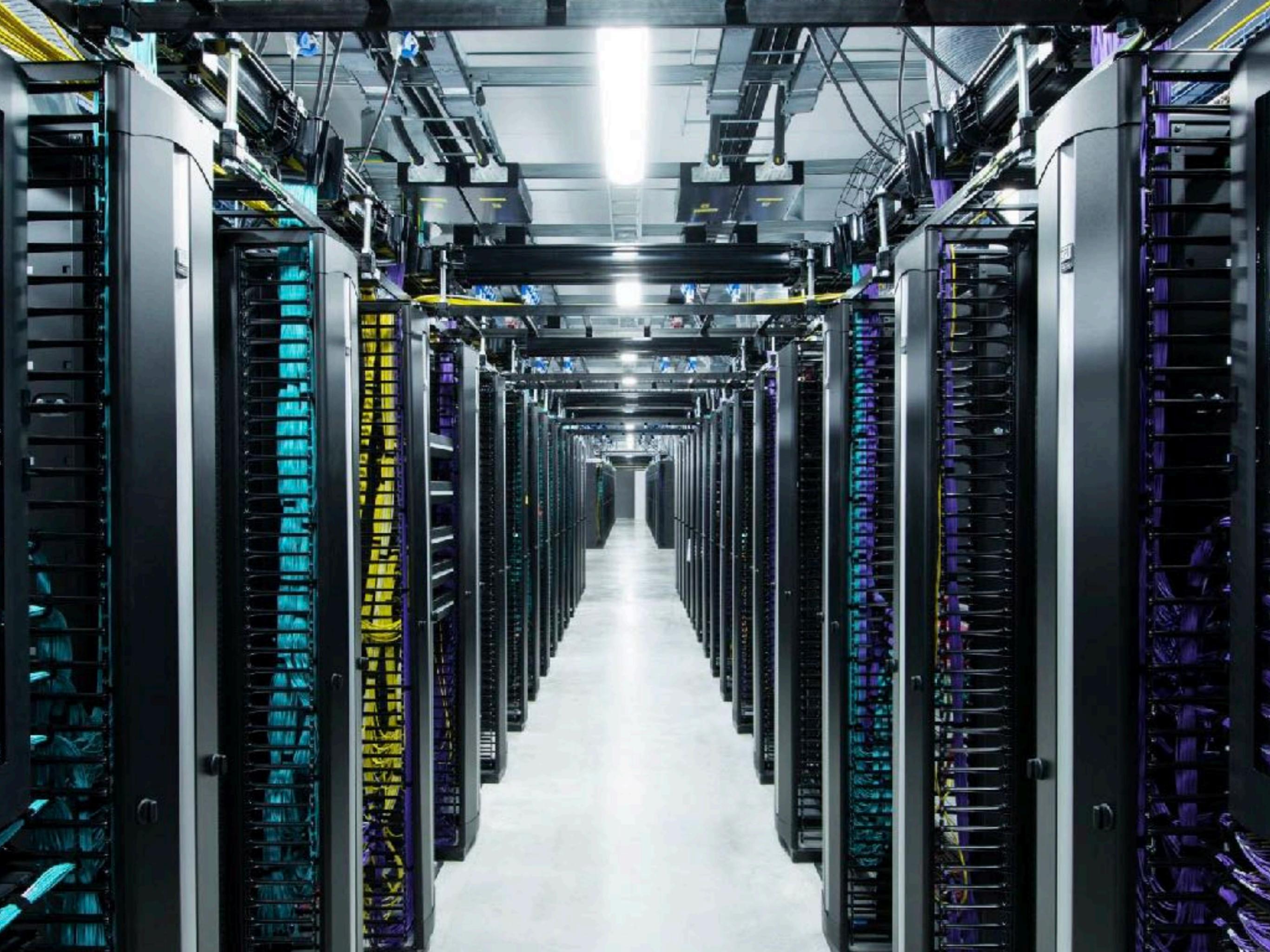
2000

2005

2010

2015

2020



# QU'EST-CE QUI GÉNÈRE DES DONNÉES ?

---

- Activités humaines :
  - volontaires : réseaux sociaux, emails, géolocalisation, podomètres, séquençage ADN...
  - moins volontaires : cookies sur les sites web, vidéosurveillance, biométrie...
- Processus automatiques : capteurs, transactions boursières, logs sur les serveurs...

# **II. LE MACHINE LEARNING**

# LE MACHINE LEARNING



l'étude scientifique des algorithmes et des modèles statistiques que les ordinateurs utilisent pour accomplir une tâche sans instruction explicite, mais plutôt en s'appuyant sur des motifs et de l'inférence.

# TROIS MODES D'APPRENTISSAGE

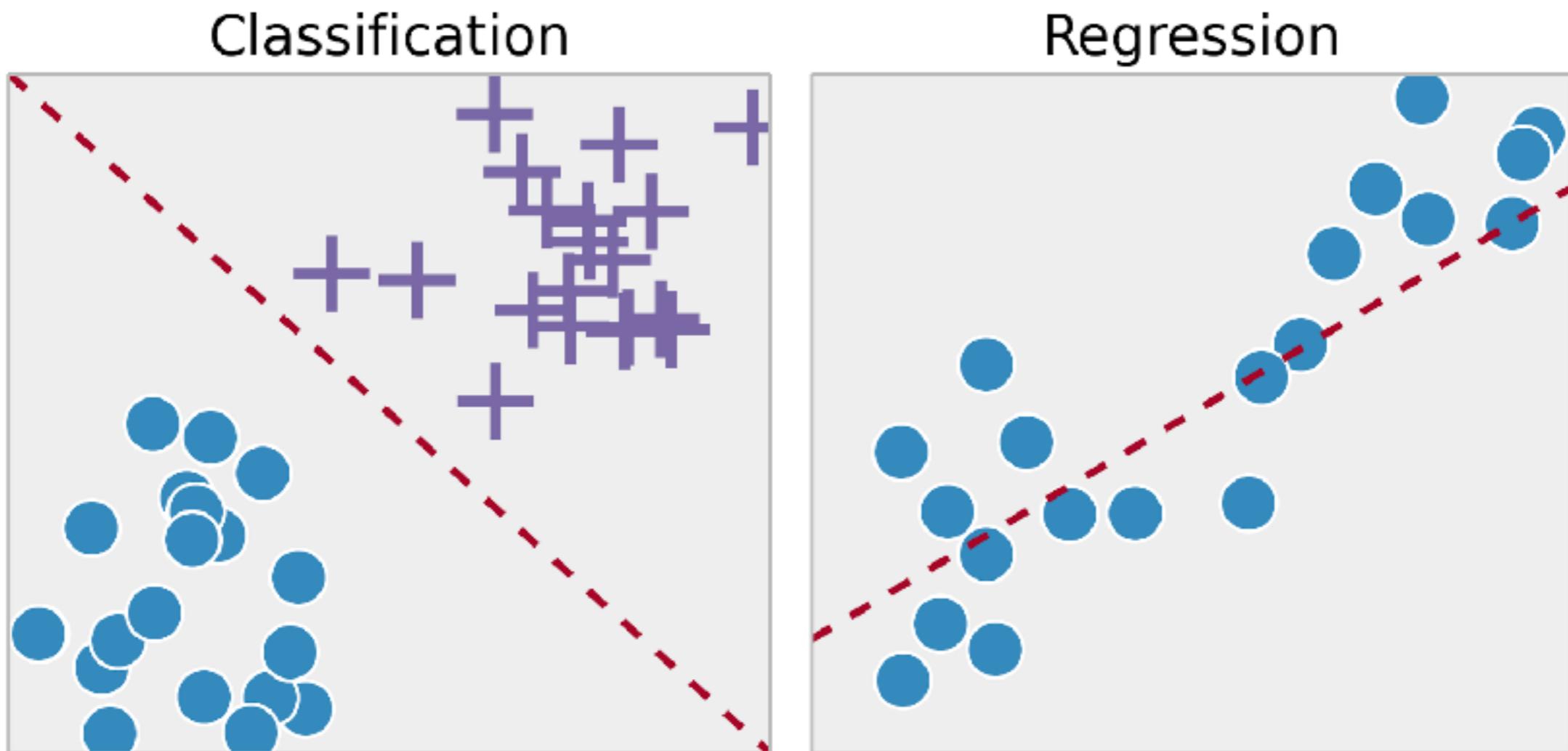
---

- l'apprentissage supervisé
- l'apprentissage non supervisé
- l'apprentissage par renforcement

# APPRENTISSAGE SUPERVISÉ

---

- apprendre une fonction de prédiction à partir d'exemples annotés
- deux grandes tâches :

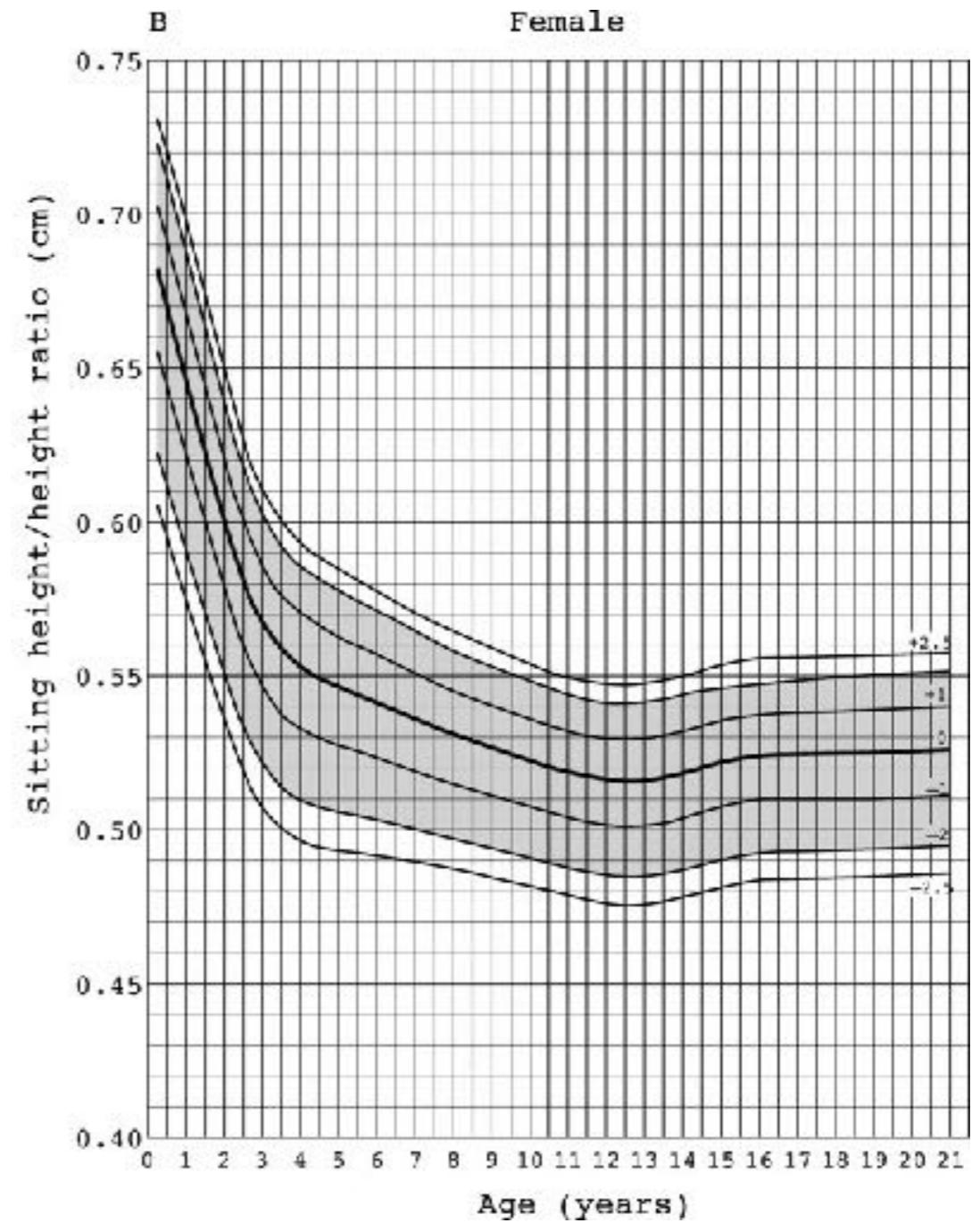


# EXEMPLES

---



*classification*



*régression*

# AVANTAGES

---

- Très efficace quand on a suffisamment de données ;
- Plus performant que l'homme pour certains problèmes.

# INCONVÉNIENTS

---

- Il faut beaucoup de données ;
- Les données doivent être annotées.

# LE TURC MÉCANIQUE

Annotate every object, even stationary and obstructed objects, for the entire video.

[Instructions](#) [+ New Object](#)

**Car 4**

- Outside of view frame
- Occluded or obstructed

**Person 3**

- Outside of view frame
- Occluded or obstructed

**Bicycle 2**

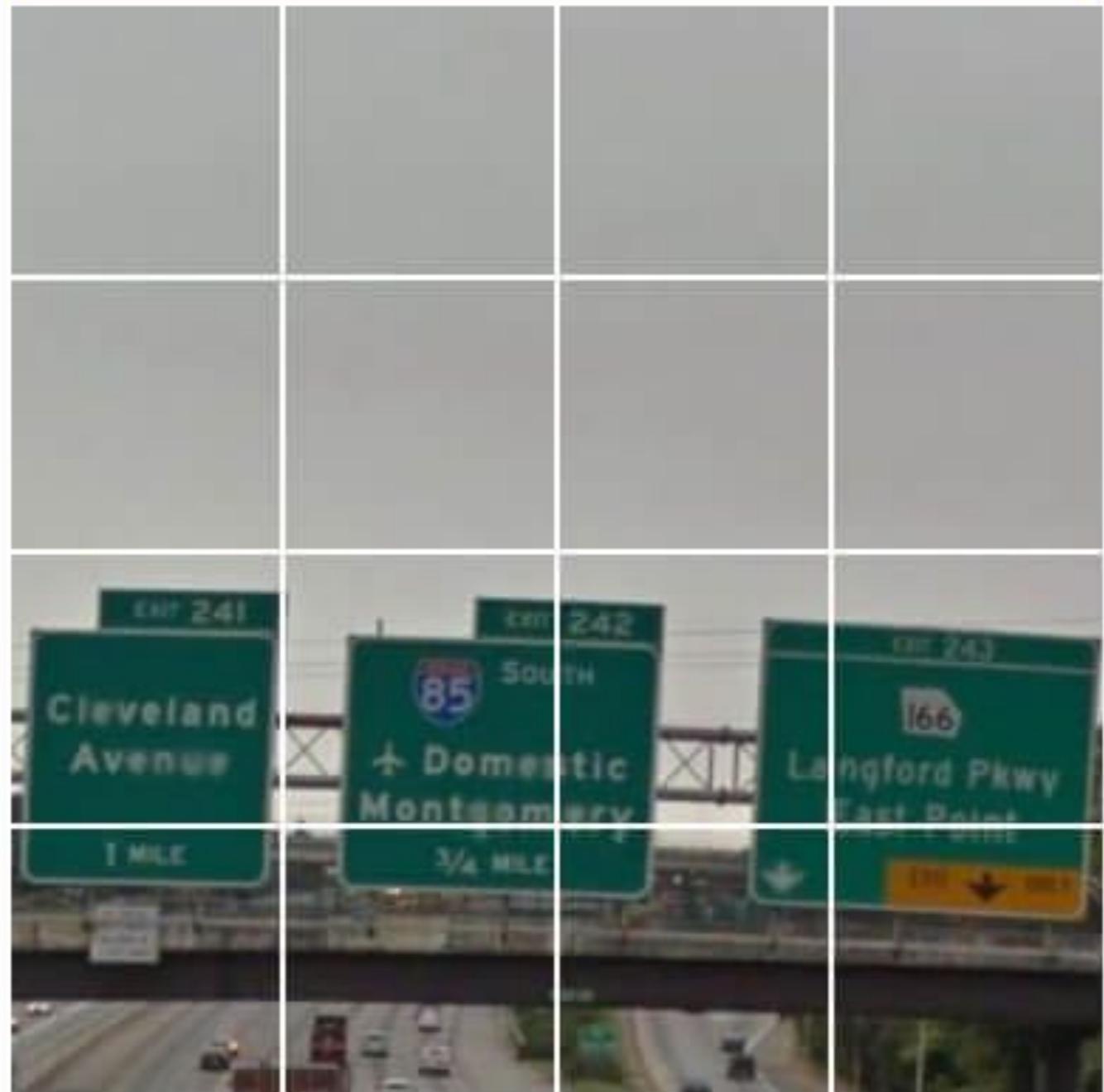
- Outside of view frame
- Occluded or obstructed

**Car 1**

- Outside of view frame
- Occluded or obstructed

[Rewind](#) [Play](#) [Options](#) [Save Work](#)

Select all squares with  
**street signs**  
If there are none, click skip

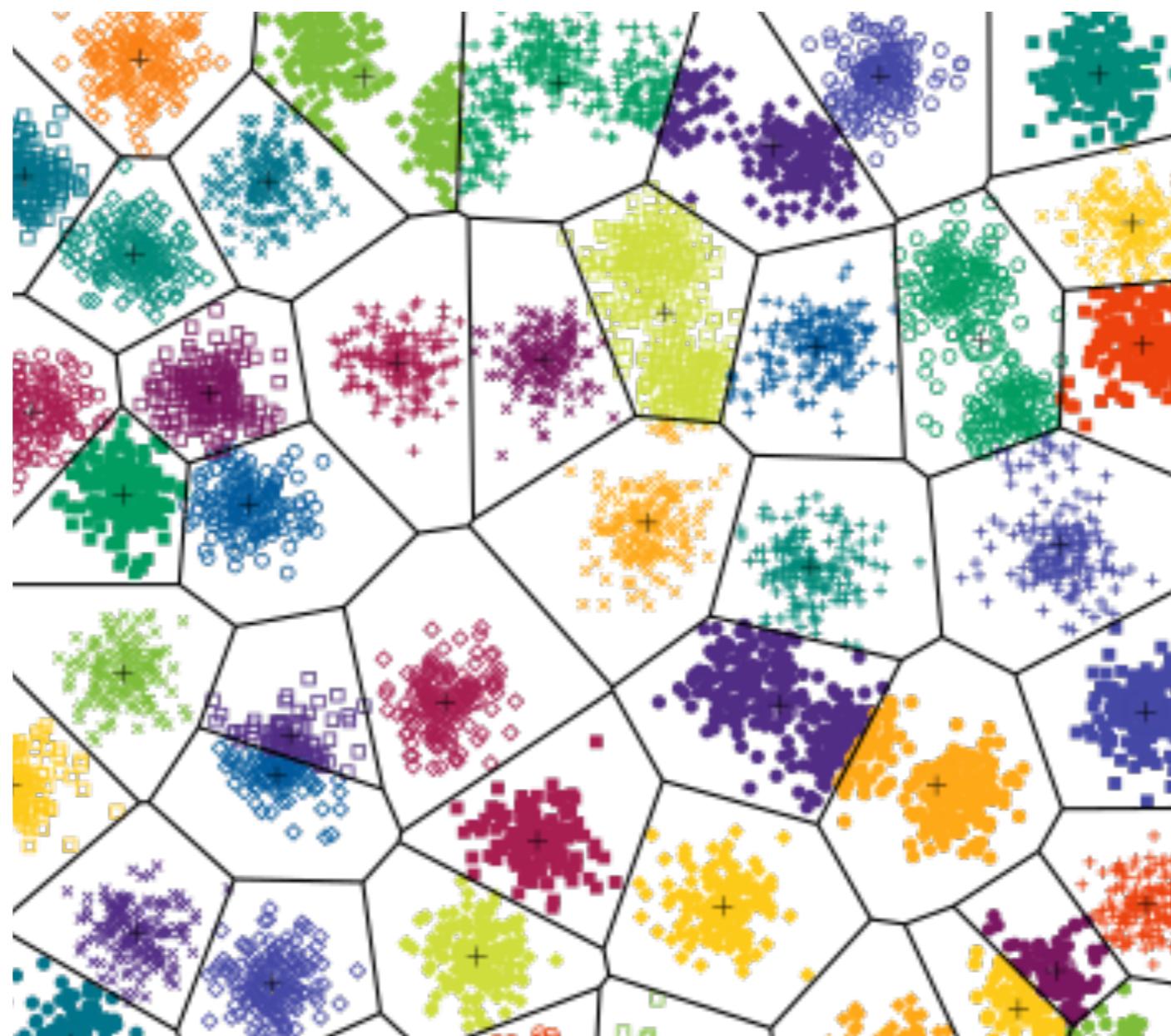


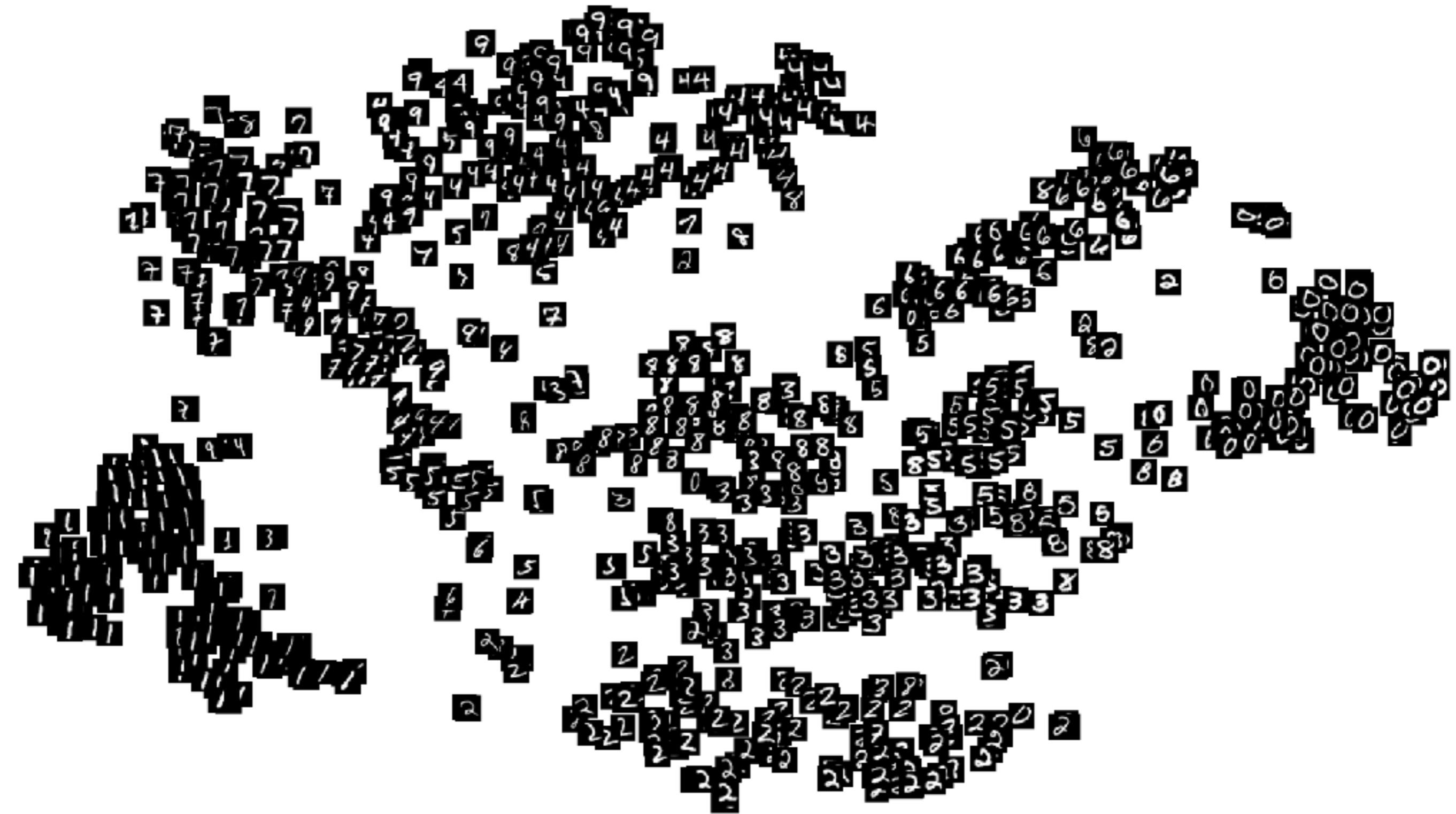
SKIP

# APPRENTISSAGE NON SUPERVISÉ

---

- Regrouper des données similaires, mais sans annotation.
- C'est un problème plus difficile.



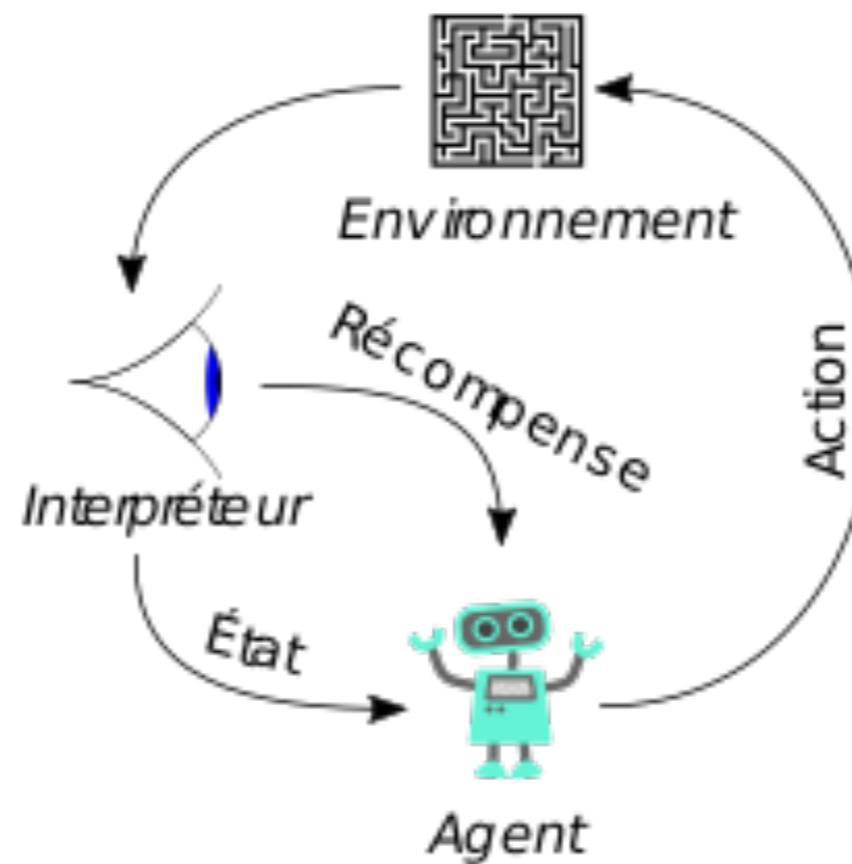


# APPRENTISSAGE PAR RENFORCEMENT

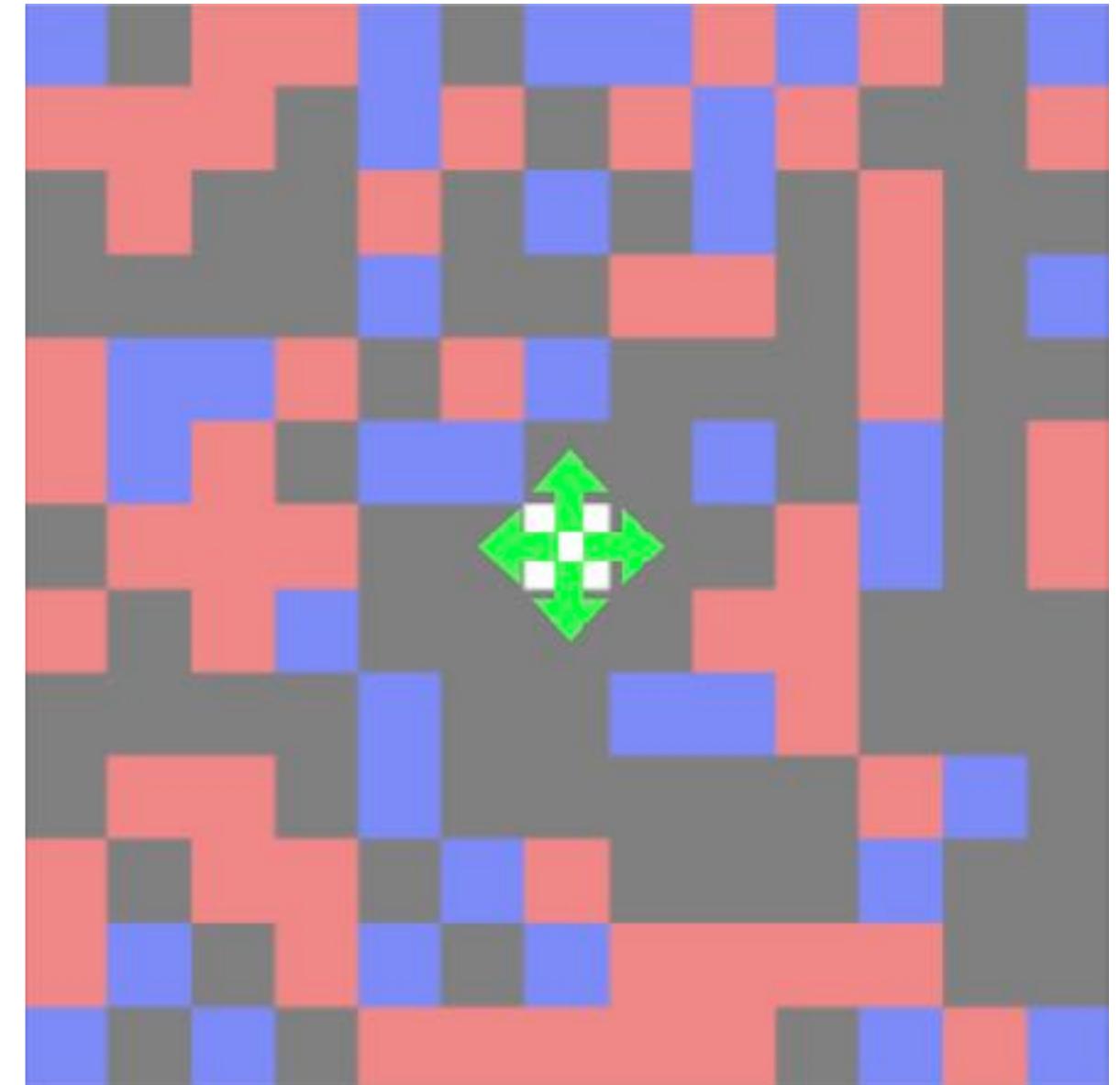
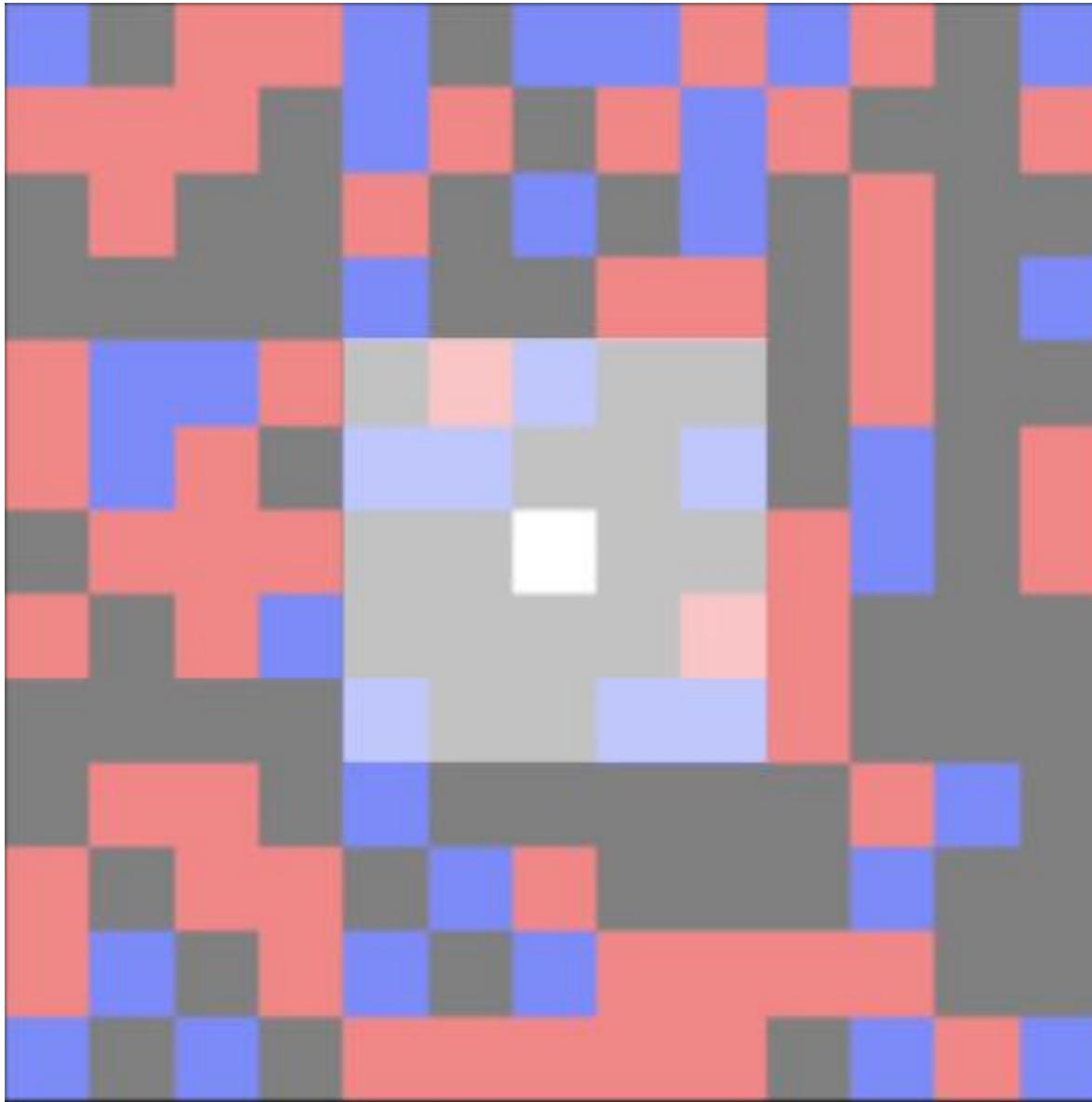
---

L'apprentissage par renforcement consiste, pour un agent autonome, à apprendre les actions à prendre, à partir d'expériences, de façon à optimiser une récompense au cours du temps.

- imiter la façon dont les animaux ou les humains apprennent



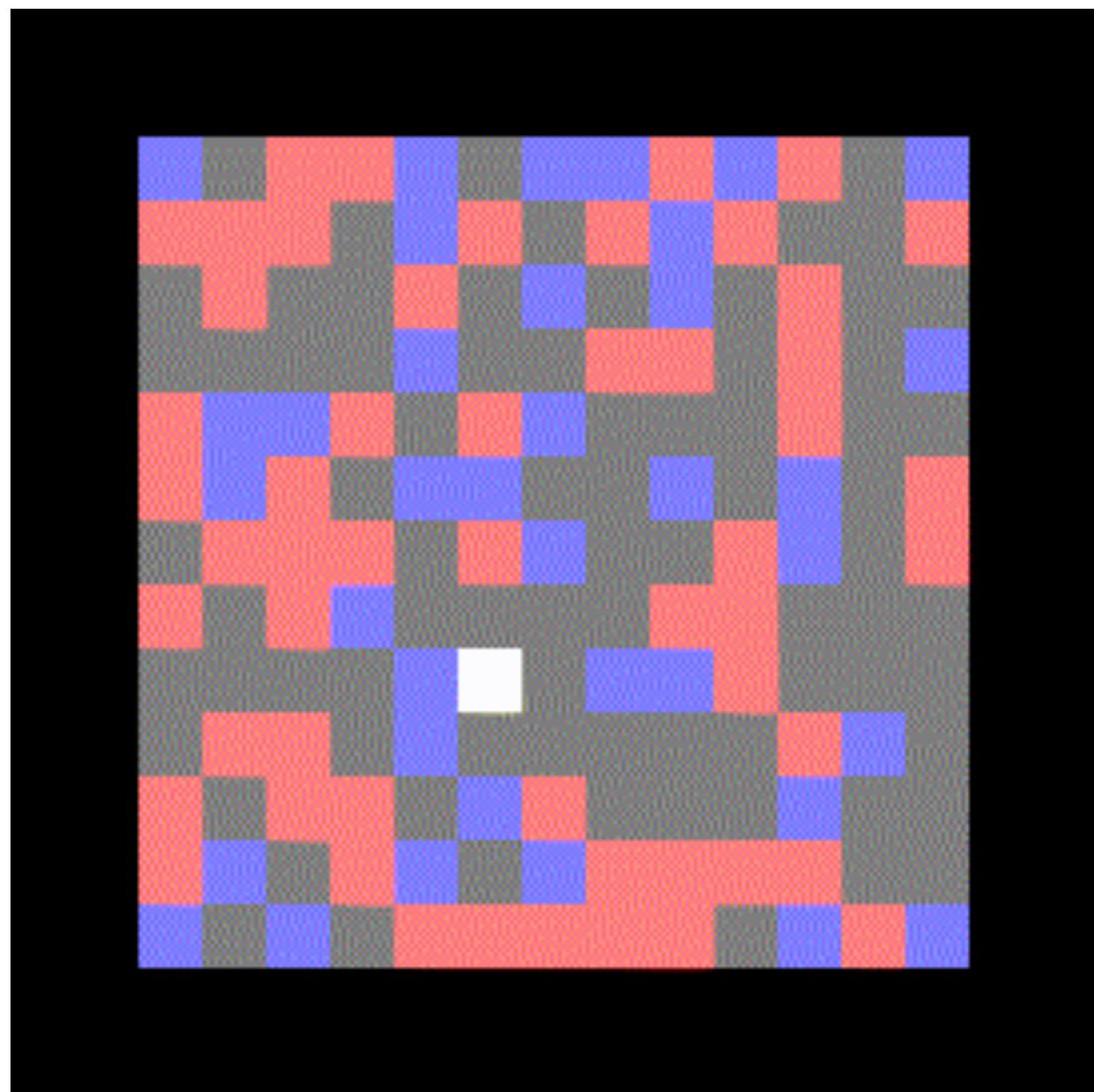
# LA SOURIS, LE FROMAGE ET LE POISON



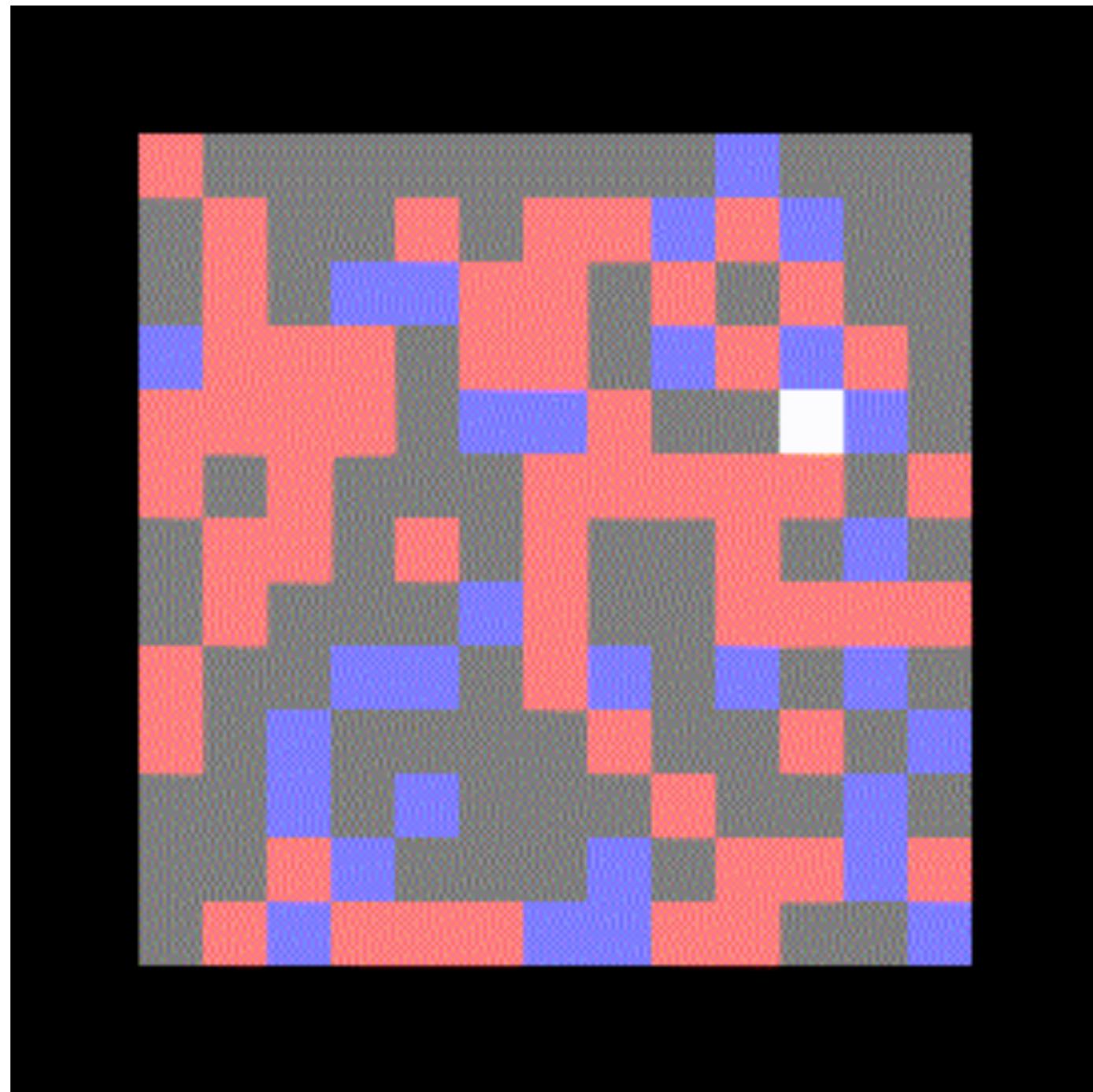
Récompense +1 si la souris passe par une case rouge (fromage)  
Pénalité -1 si la souris passe par une case bleue (poison)

(V. Lepetit, CentraleSupélec)

# AVANT APPRENTISSAGE



# APRÈS APPRENTISSAGE



# 15 MARS 2016 : ALPHA GO BAT LE CHAMPION LEE SEDOL

---

The Future of Go Summit, Match Three: Ke Jie & AlphaGo



## AlphaGo Wins

# 24 JANVIER 2019 : ALPHASTAR GAGNE 10-1 À STARCRAFT II

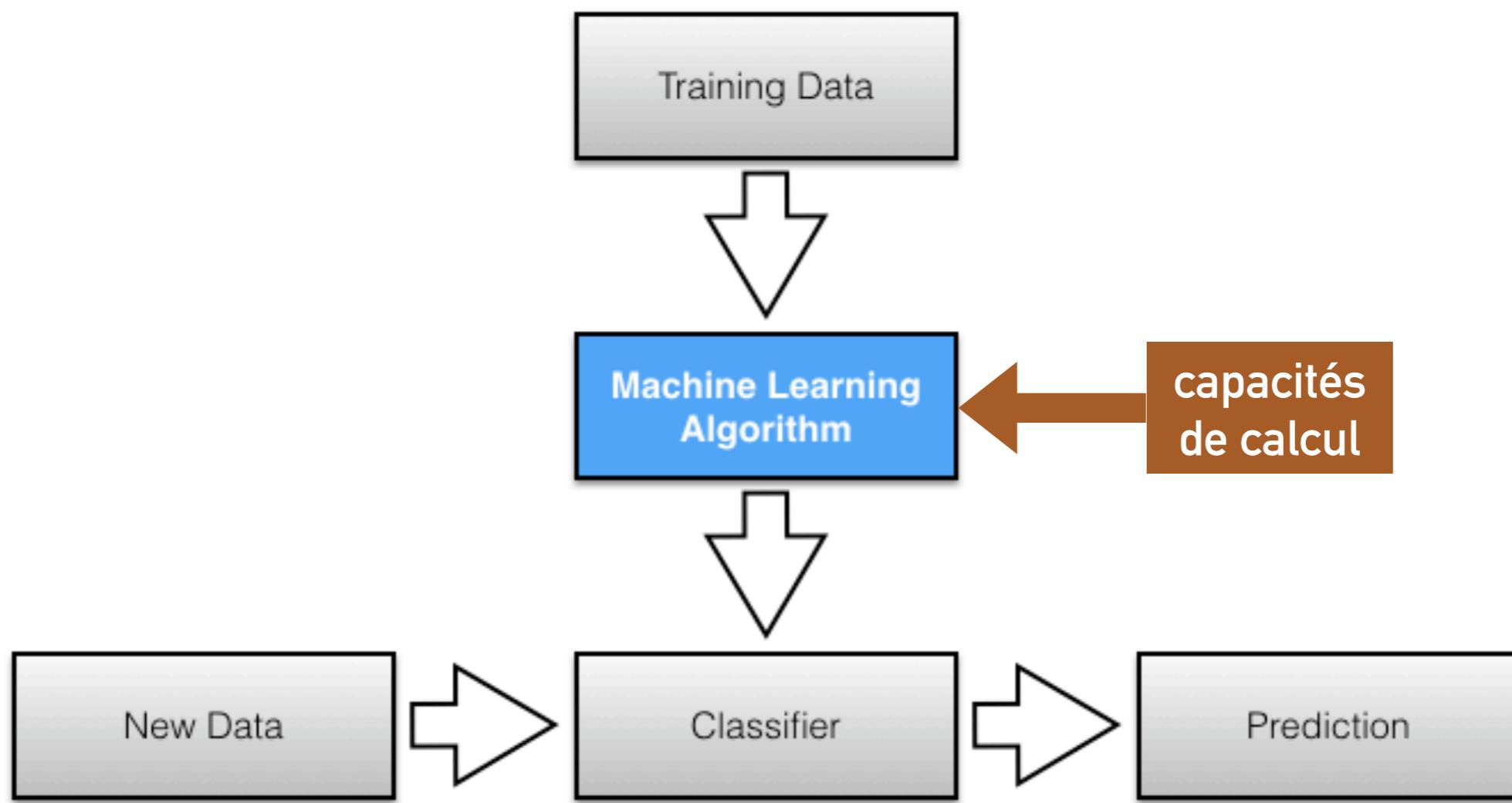


# **III. LE DEEP LEARNING**

# COMMENT ÇA FONCTIONNE ?

---

*Apprentissage supervisé*



# QUELQUES TECHNIQUES

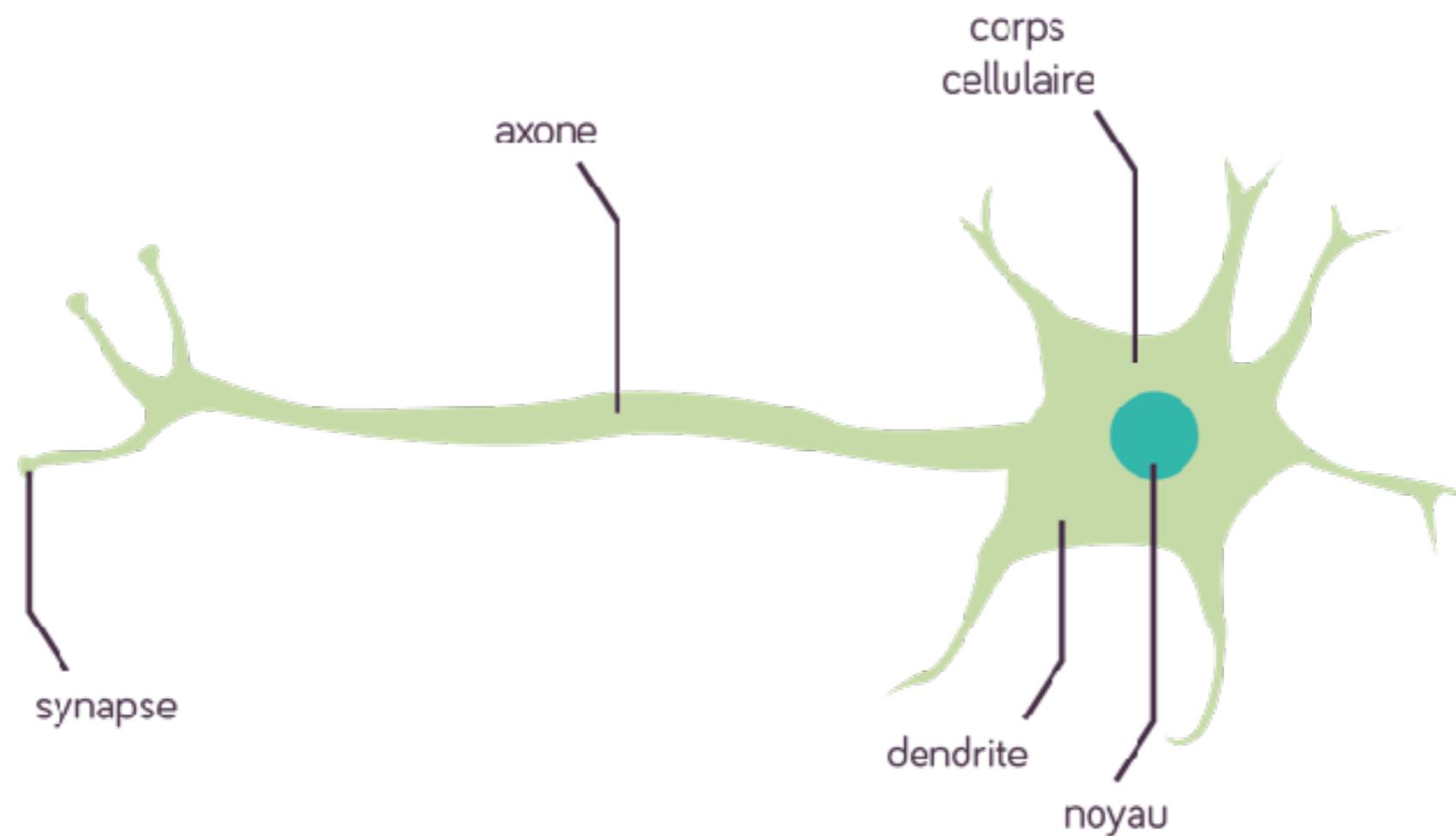
---

- Algorithmes d'apprentissage supervisé :
  - régression linéaire
  - méthodes à noyaux
  - machine à support de vecteurs [Vapnik, 1963]
  - forêts aléatoires [Breiman & Cutler, 2001]
  - réseaux de neurones [McCulloch & Pitts, 1943]
  - ...

# LES RÉSEAUX DE NEURONES ARTIFICIELS

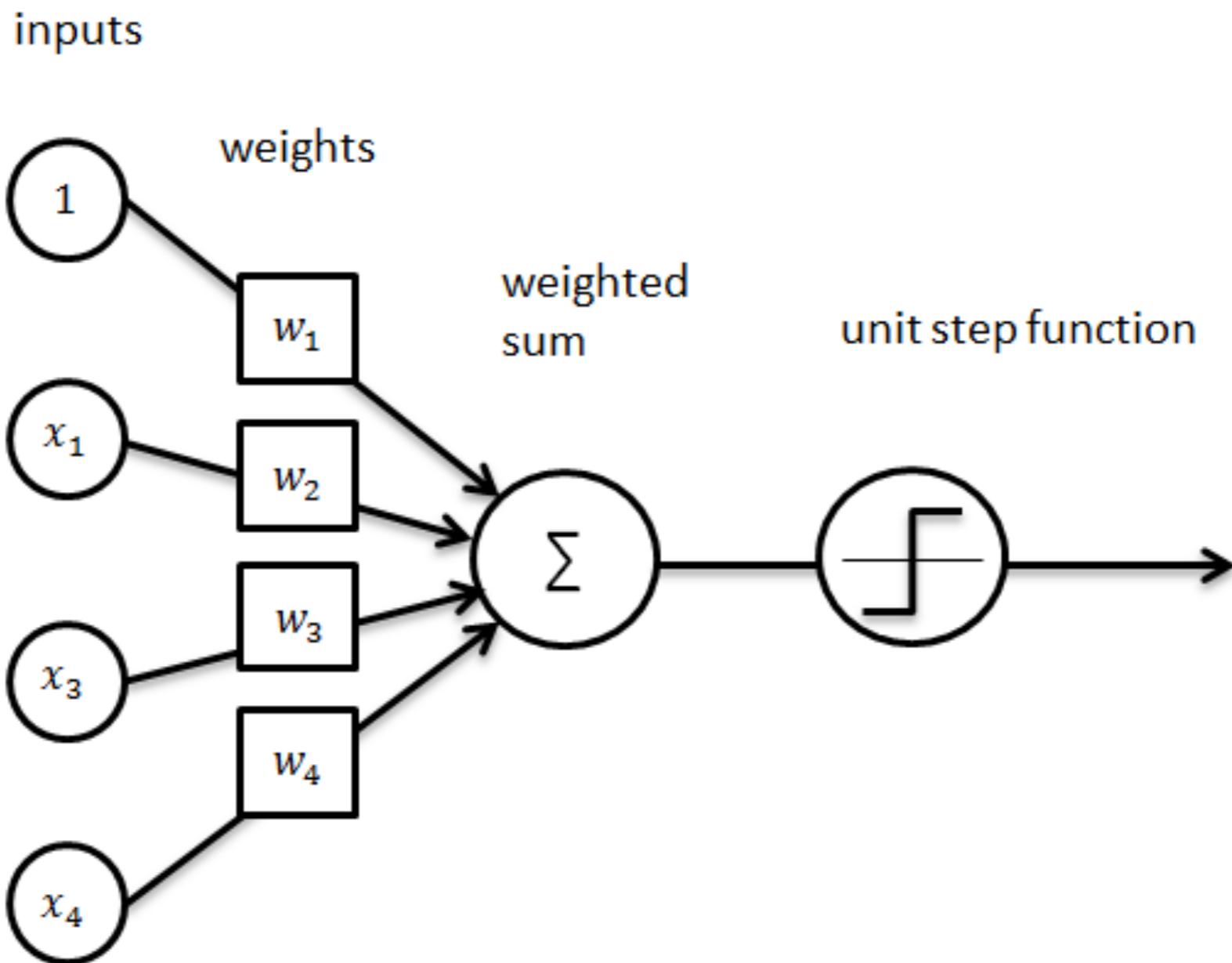
---

- inspiré par le fonctionnement du cerveau humain



# UN NEURONE : LE PERCEPTRON (1956)

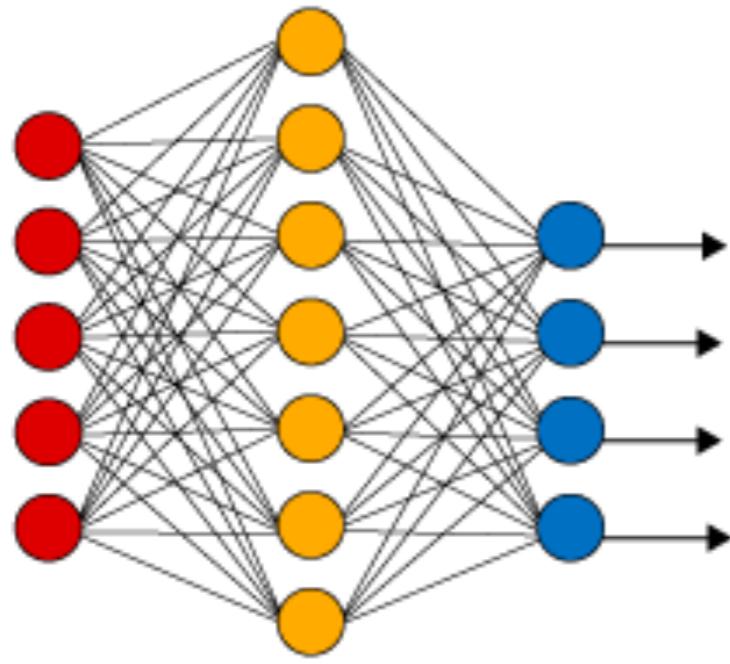
---



# RÉSEAUX DE NEURONES PROFONDS...

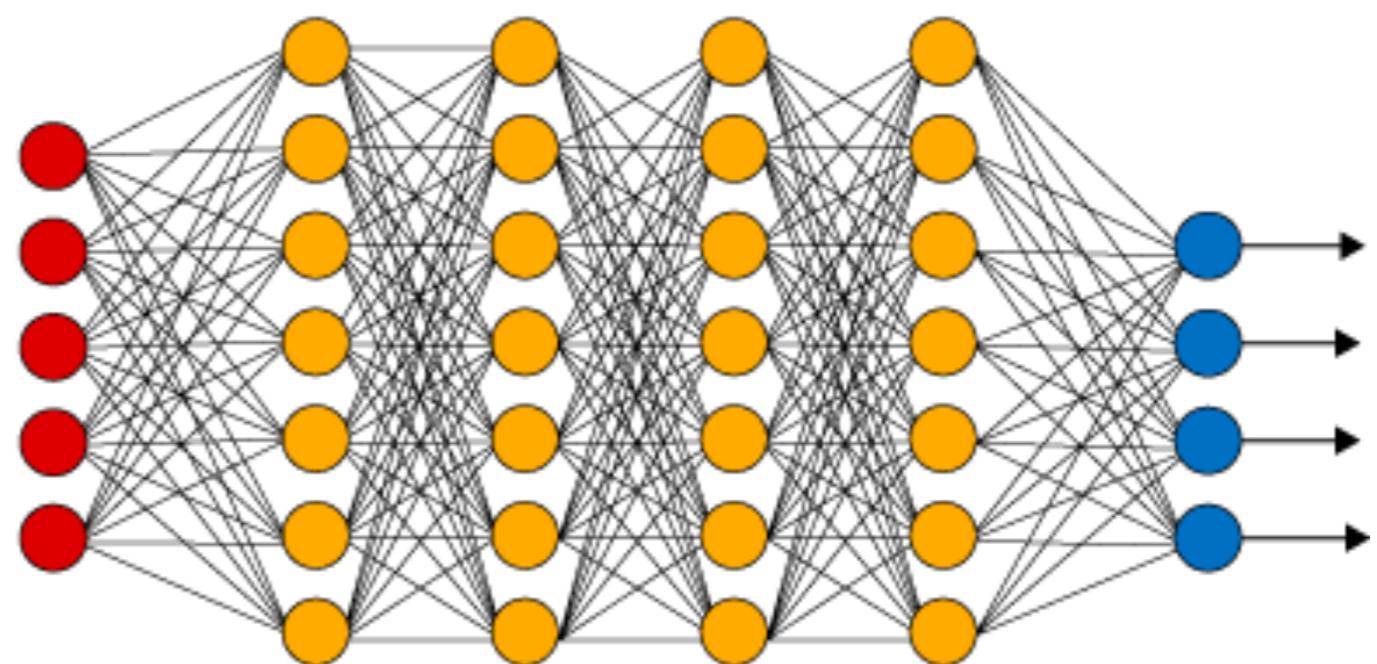
---

**Simple Neural Network**



● Input Layer

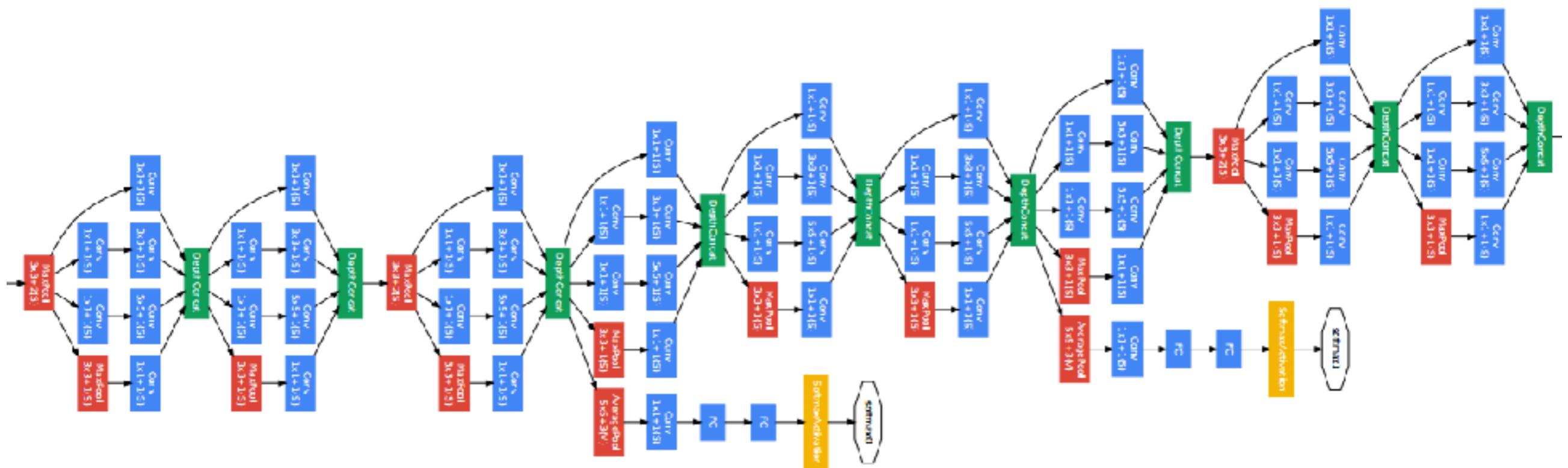
**Deep Learning Neural Network**



● Hidden Layer

● Output Layer

# ... TRÈS PROFONDS



Google Inception v3 : 48 couches

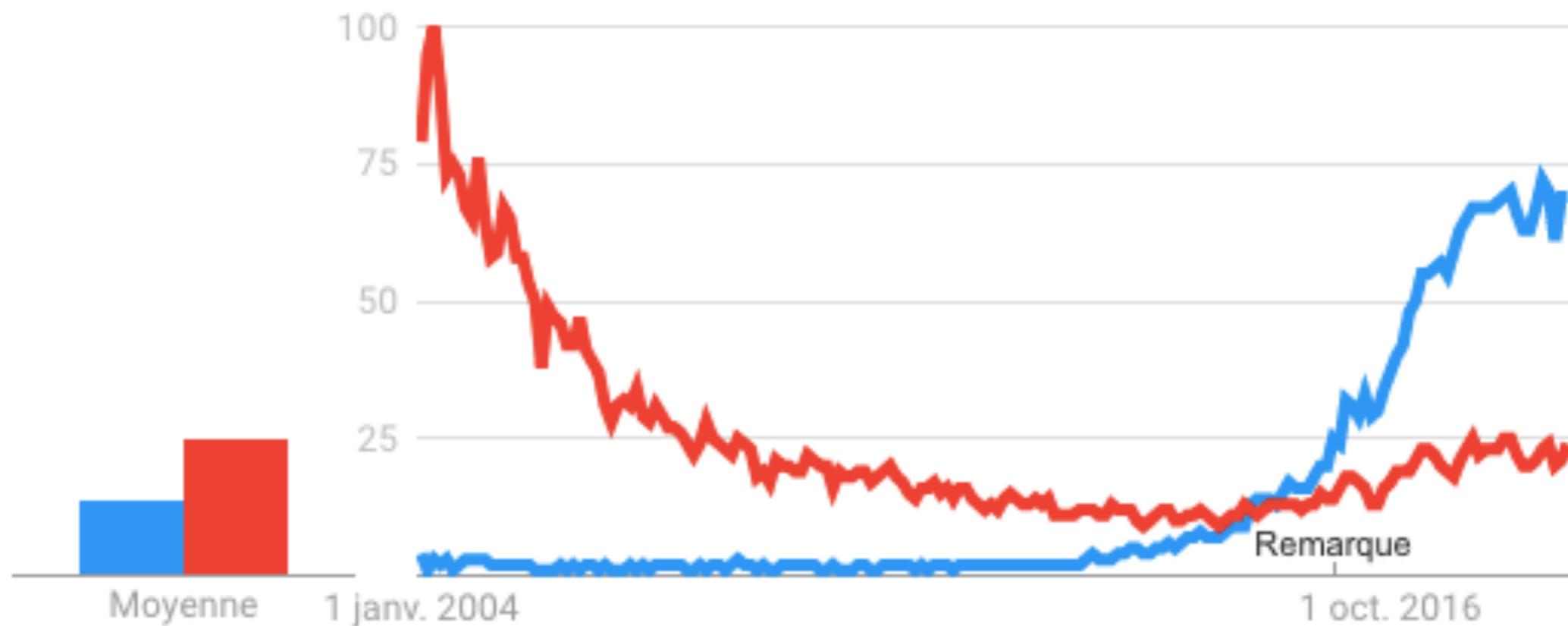
# RÉSEAUX DE NEURONES VS DEEP LEARNING

---

Évolution de l'intérêt pour cette recherche

Google Trends

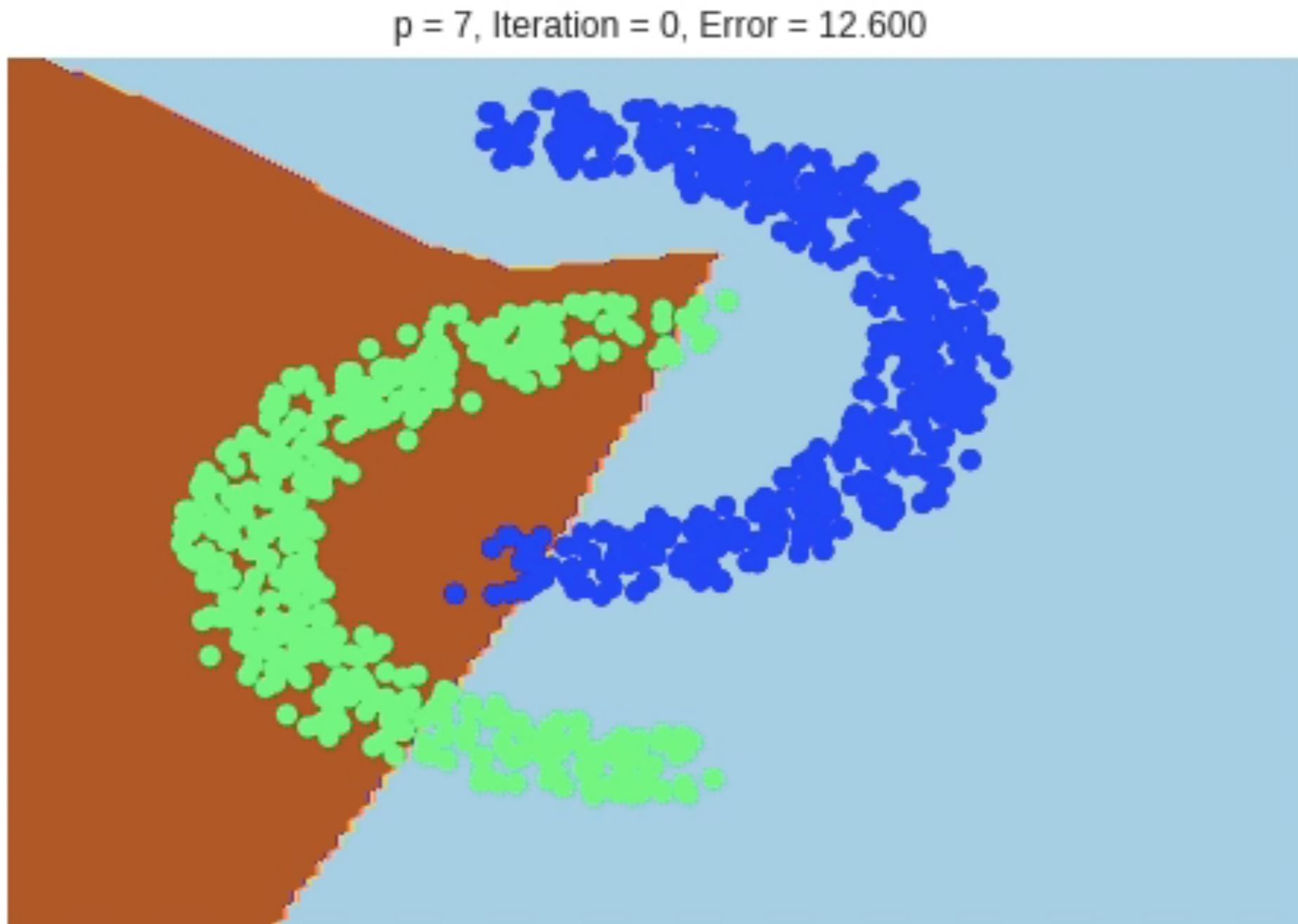
● deep learning ● neural networks



# PROCESSUS D'APPRENTISSAGE

---

- Poids modifiés en fonction des erreurs



# CAPACITÉS DE CALCUL

---

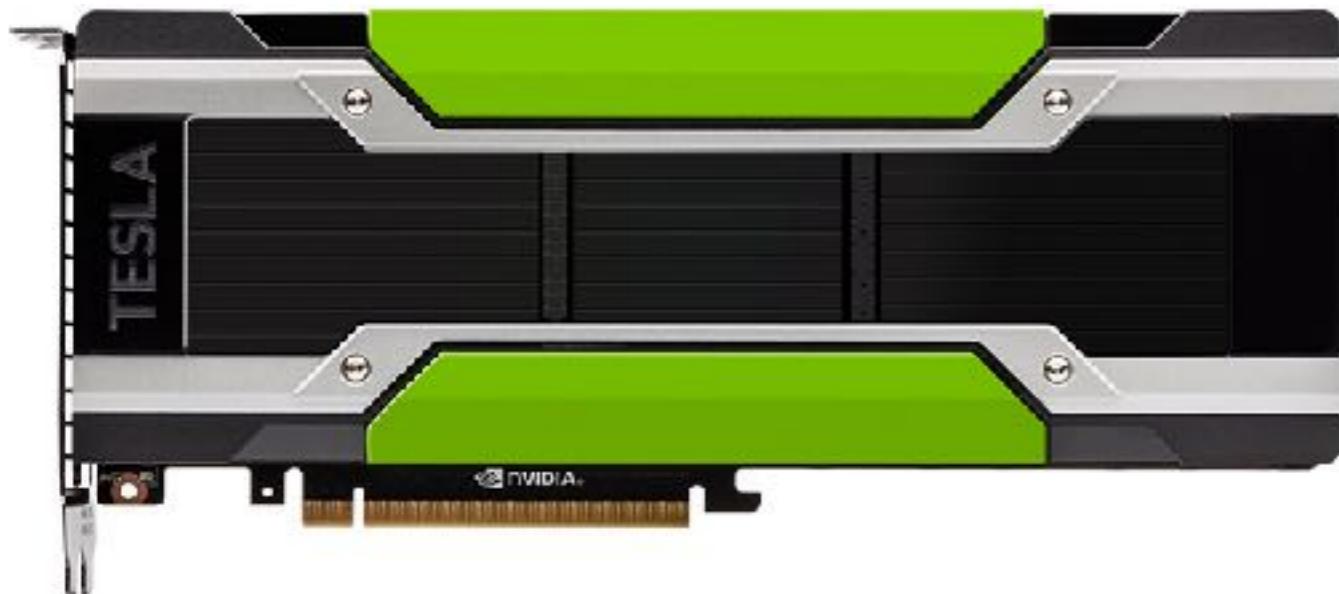


*En 1957*

# CAPACITÉS DE CALCUL

---

- GPU (Graphics Processing Unit) : processeur conçu pour la manipulation de matrices, à l'origine pour le jeu vidéo
- Miniaturisation



*Tesla P100 : \$10 000*



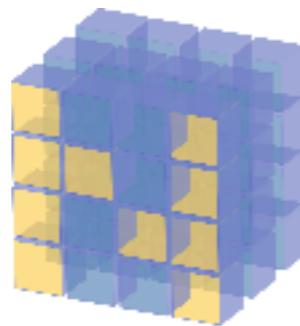
*Movidius Neural Compute Stick : \$79*

# OUTILS OPEN SOURCE

---



TensorFlow

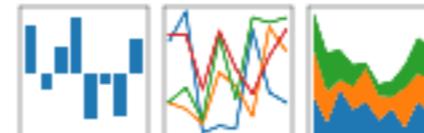


NumPy



SciPy

pandas  
 $y_{it} = \beta' x_{it} + \mu_i + \epsilon_{it}$



matplotlib

# **IV. QUELQUES APPLICATIONS**

# POUR LA VISION ARTIFICIELLE

---



mite

container ship

motor scooter

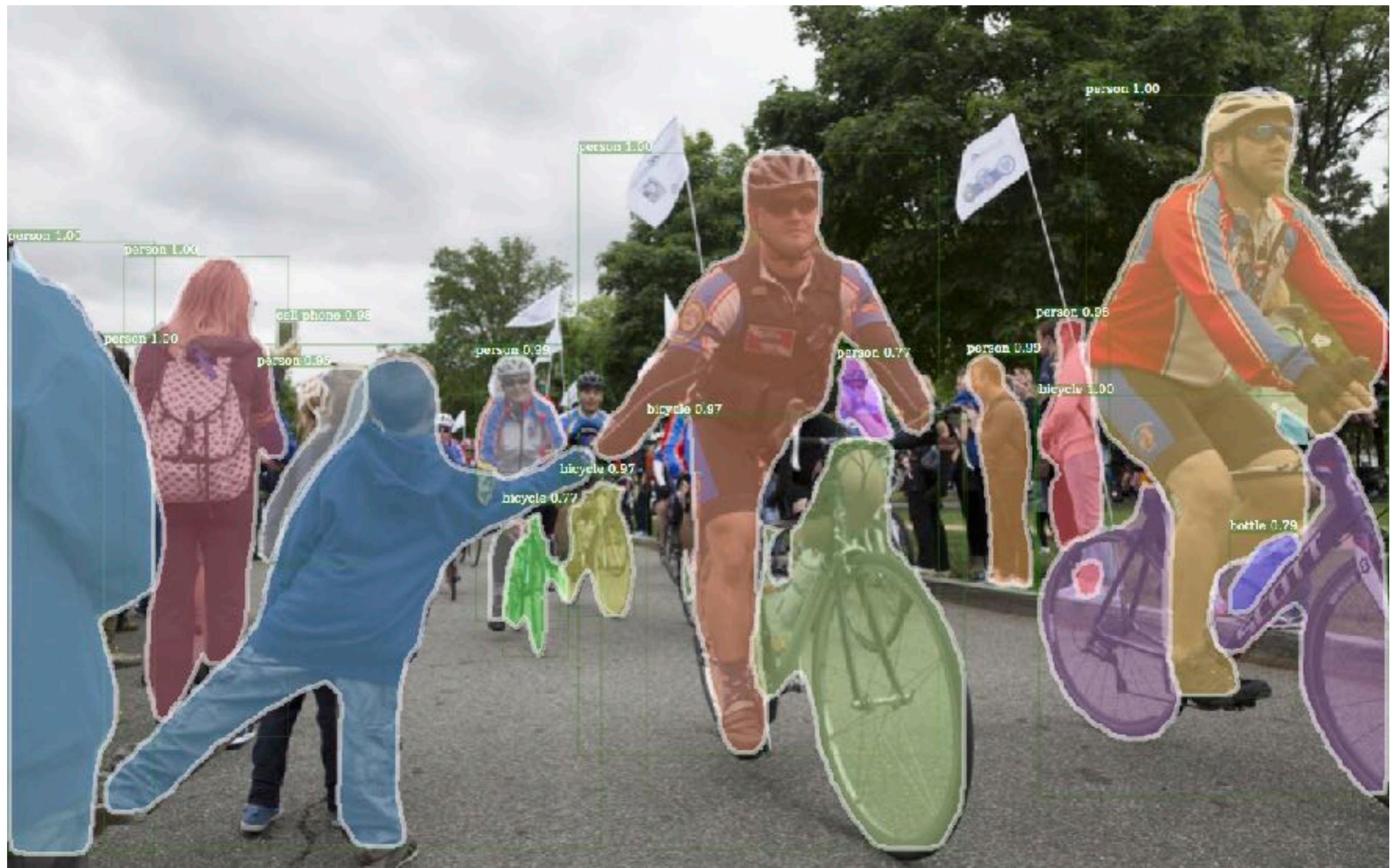
leopard

mite	container ship	motor scooter	leopard
black widow	lifeboat	go-kart	jaguar
cockroach	amphibian	moped	cheetah
tick	fireboat	bumper car	snow leopard
starfish	drilling platform	golfcart	Egyptian cat

*AlexNet vainqueur du challenge ImageNet 2012*

# POUR LA VISION ARTIFICIELLE

---



*Facebook Detectron, janvier 2018*

POUR LA VISION ARTIFICIELLE

---



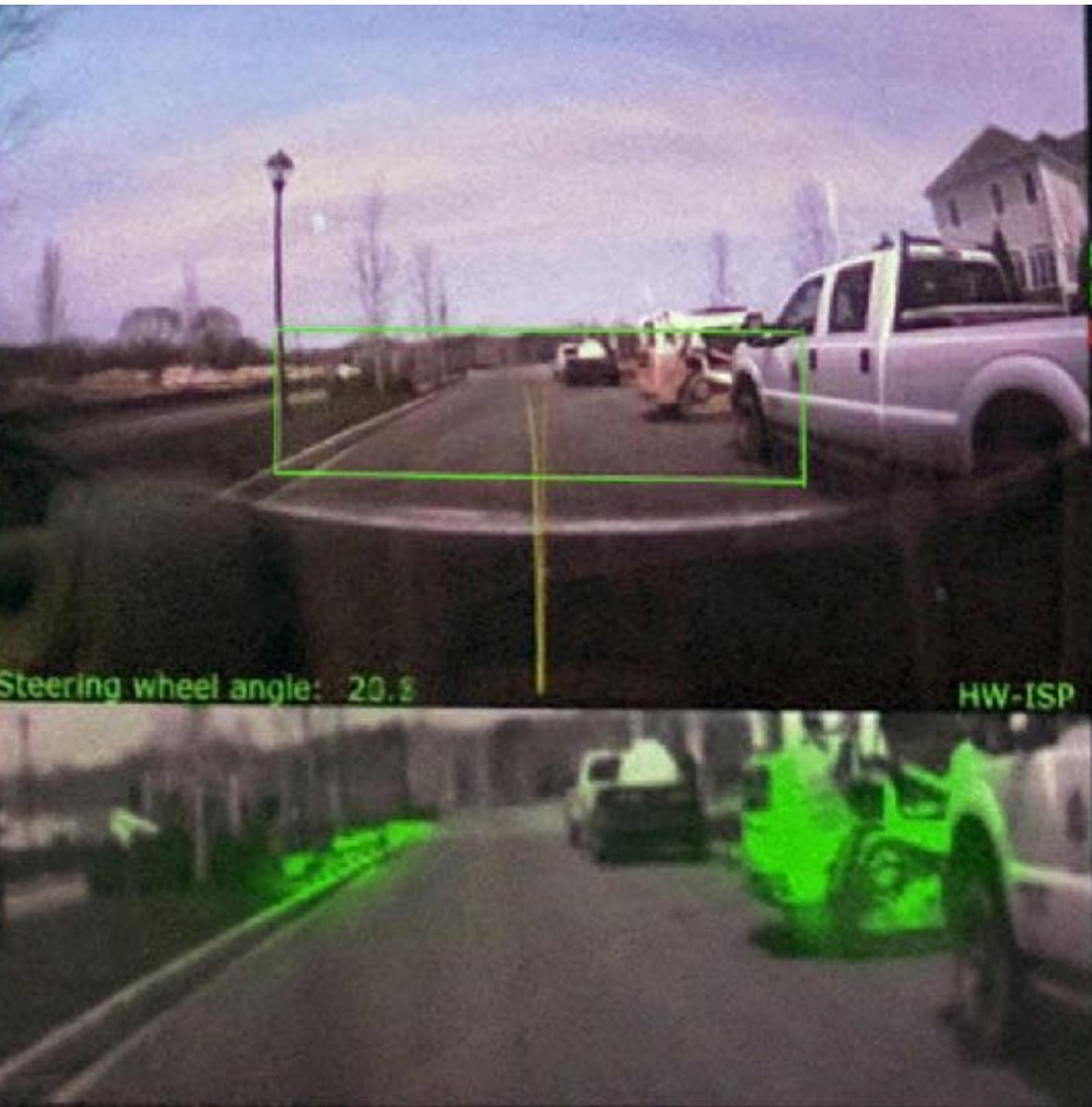
YOLO v2

<http://pjreddie.com/yolo>

<https://www.youtube.com/watch?v=VOC3huqHrss>

# POUR LA VISION ARTIFICIELLE

---



# POUR LA VISION ARTIFICIELLE

---

Google ARDA: Automated Retinal Disease Assessment

Drag another image to analyze or [CHOOSE IMAGE](#)

FILE NAME (URL)  
uploaded-retina-image.jpg (2.11M)

DIAGNOSIS ID  
drw-2062

MODERATE+ DIABETIC RETINOPATHY REFERABLE

0.00 0.15 0.50 0.75 1.00

Moderate, Severe, or Proliferative

DIABETIC MACULAR EDEMA GRADE

0.00 0.15 0.50 0.75 1.00

Possible DME

DIABETIC RETINOPATHY GRADE

1.00  
0.75  
0.50  
0.25  
0.00

None Mild Moderate Severe Proliferative

[DEMO](#)



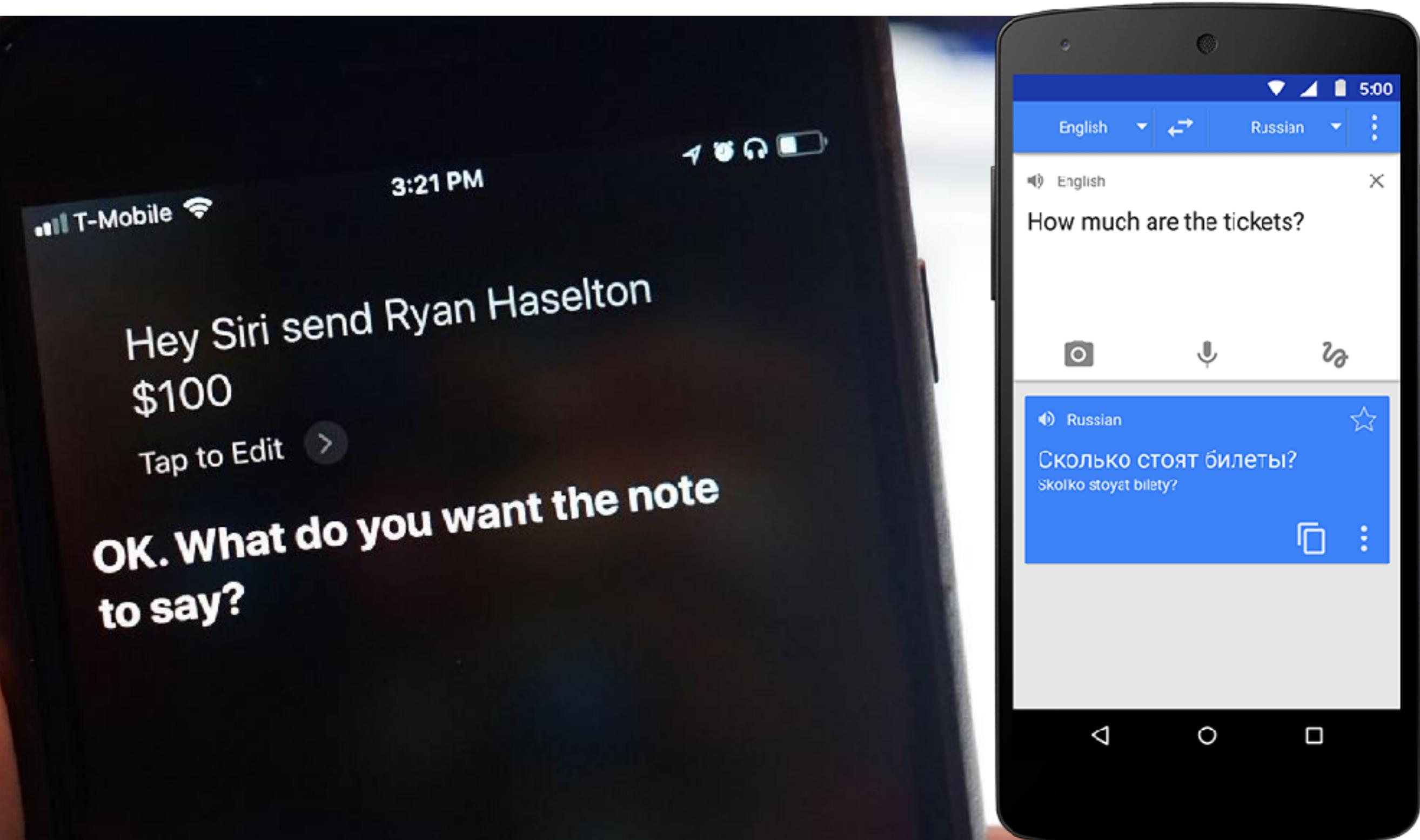
# POUR LA VISION ARTIFICIELLE

---



# POUR LA RECONNAISSANCE DU TEXTE ET DE LA PAROLE

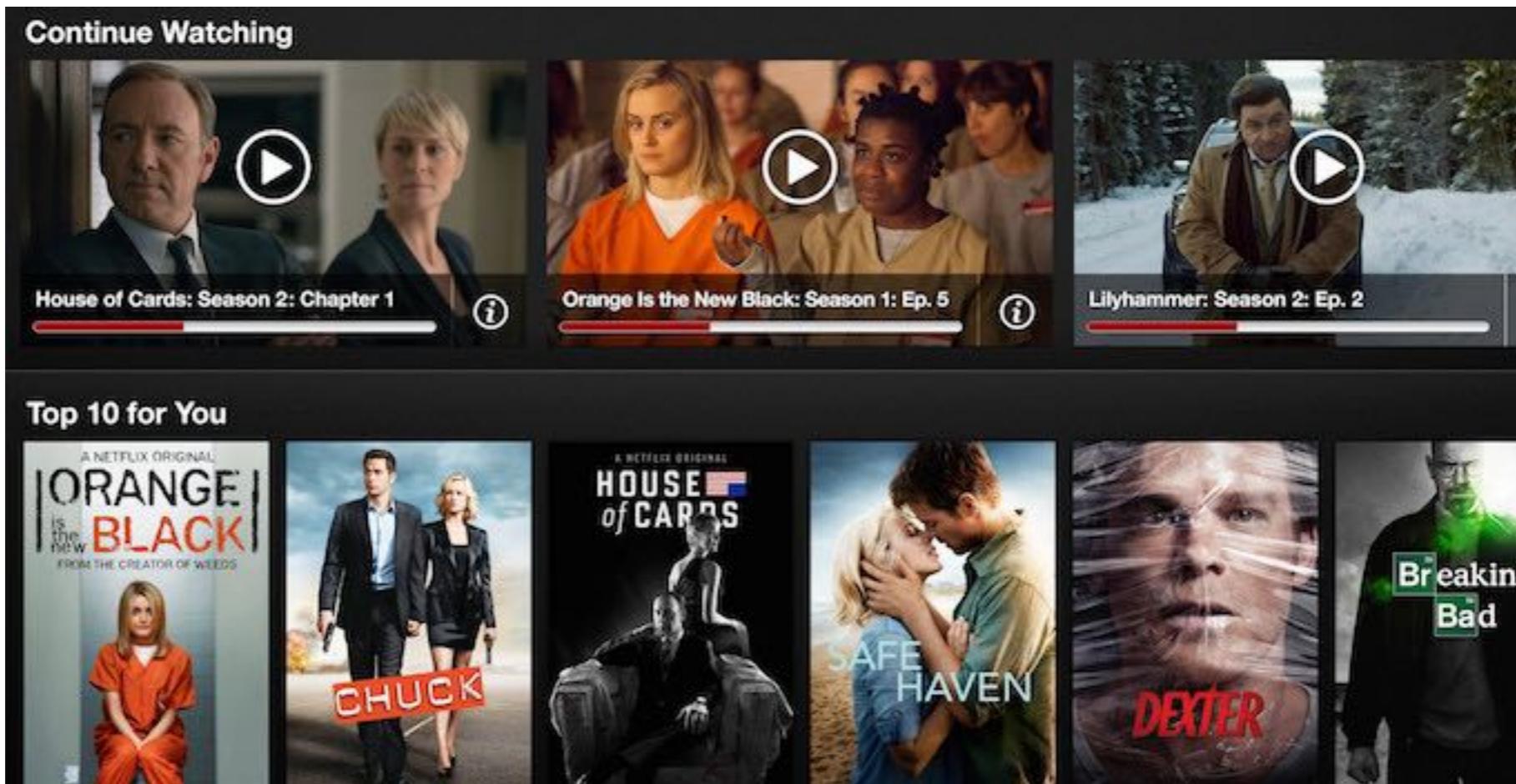
---



# POUR LA PERSONNALISATION

---

- Apprendre nos comportements et nos préférences
- Recommandations : Netflix, Amazon...
- Publicités sur Internet
- Médecine personnalisée...



# POUR LA ROBOTIQUE

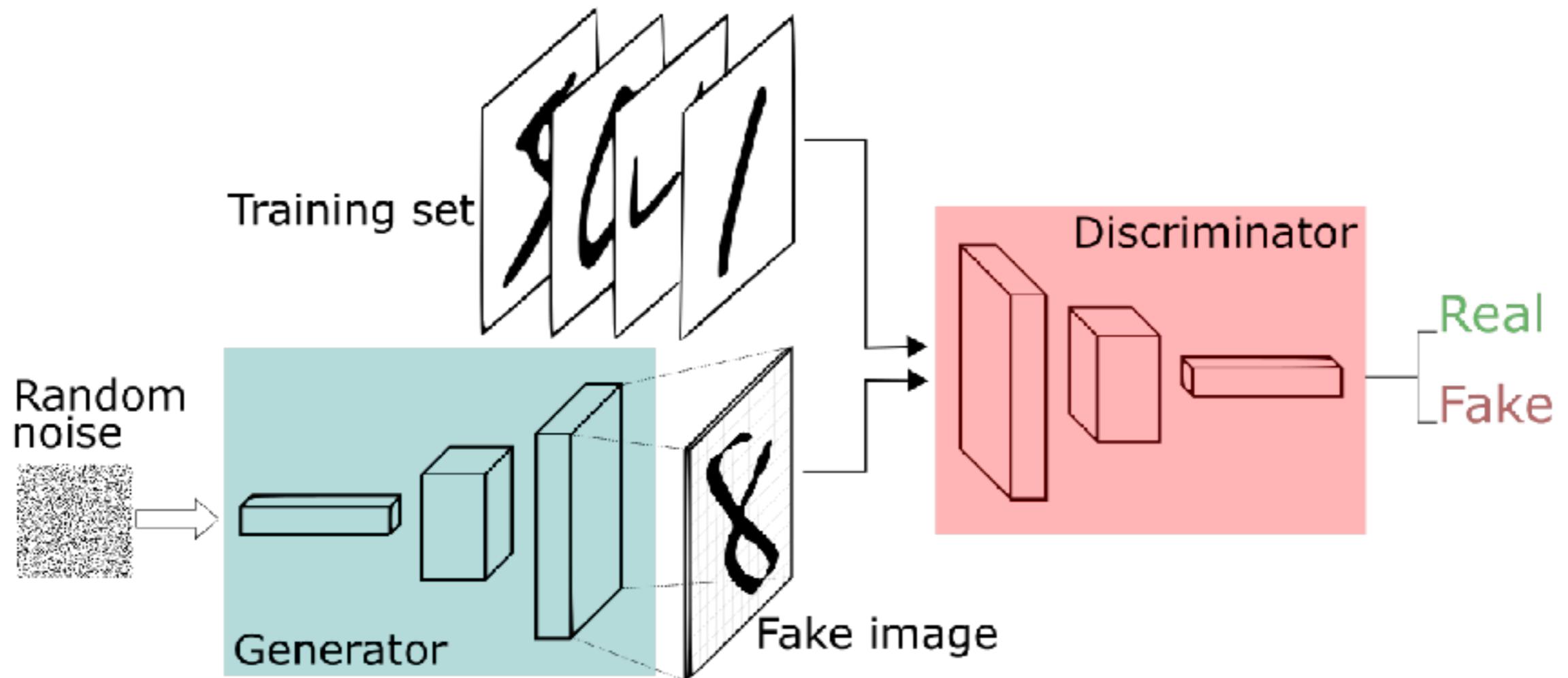
---



# POUR LA GÉNÉRATION DE DONNÉES

---

- GAN : Generative Adversarial Networks



# POUR LA GÉNÉRATION DE DONNÉES

Monet Photos



Monet → photo

Zebras Horses



zebra → horse

Summer Winter



summer → winter



photo → Monet



horse → zebra



winter → summer



Photograph



Monet



Van Gogh



Cézanne



Ukiyo-e

*CycleGAN, UC Berkeley 2017*

# POUR LA GÉNÉRATION DE DONNÉES

---



*NVIDIA AI Generated Faces (décembre 2018)*

# POUR L'ART ?

---



**UNE PEINTURE RÉALISÉE  
PAR UNE IA VENDUE  
432500 DOLLARS AUX  
ENCHÈRES**

# CONCLUSION

---

- Domaine ancien qui a connu d'énormes progrès depuis une dizaine d'années
- Aujourd'hui dominé par Facebook & Google, mais qui intéresse des chercheurs et des entreprises du monde entier (US, Canada, Chine, Inde, Russie, Europe...)
- De plus en plus présent dans nos vies :
  - certains emplois vont disparaître
  - nouveaux métiers : data scientist, data analyst, data engineer...