

Comment fonctionne l'Intelligence Artificielle

14 novembre 2024

Marc Ibrahim – USJ

marc.ibrahim@usj.edu.lb



Dans ce webinaire :

- L'IA moteur de la quatrième révolution industrielle
- Les rouages de l'IA
 - Différentes approches d'apprentissage automatique qui permettent aux machines d'apprendre et de s'adapter
 - Les algorithmes permettent aux machines de traiter des informations, de prendre des « décisions et de générer des contenus créatifs



IA, moteur de la 4ème révolutions industrielle

Mission de Pédagogie Universitaire



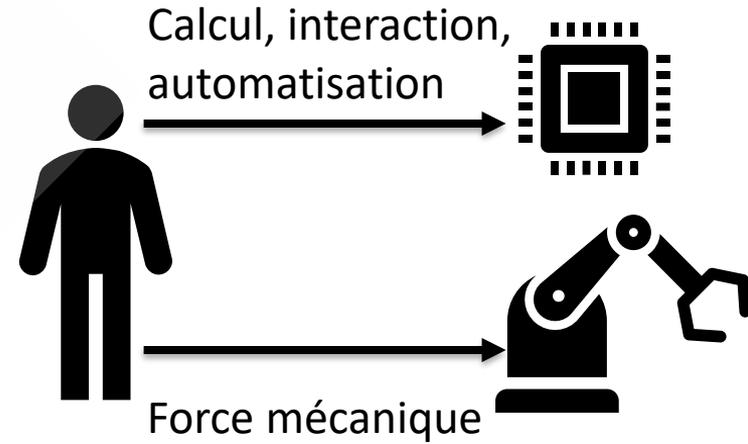
L'IA par l'IA

**Accomplir des
tâches qui
nécessitent
généralement des
capacités humaines**



Révolutions industrielles:

- 1ère (1750-1850) : énergie de la vapeur – Mécanisation
 - “rencontre du charbon, du fer et du coton” (William Rosen).
- 2ème (1850 – 1970) : l'énergie électrique – lignes de production en masse
- 3ème (1970 – 2000s) : L'ère de l'informatique, des réseaux et de l'automatisation



4ème révolution industrielle : multitudes de technologies – IA le chef d'orchestre



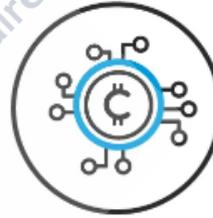
AI & Machine Learning



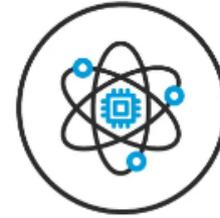
Internet of Things (IoT)



Robotics



Blockchain



Quantum Computing



3D Printing & Additive Manufacturing



Nanotechnology



Cyber-Physical Systems (CPS)

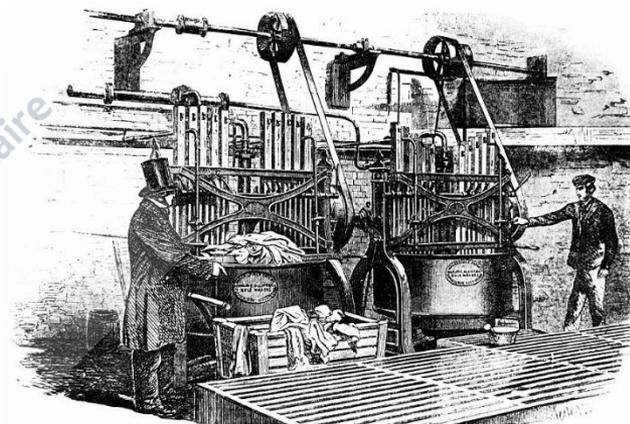


AR & VR



Biotechnology and Genetic Engineering

La machine à laver à travers les révolutions



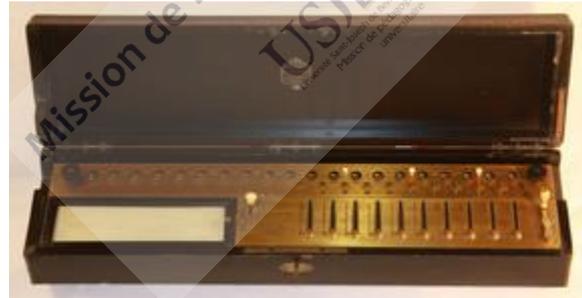
???

Mission de Pédagogie Universitaire
USJ 150
Université Saint-Joseph de Beyrouth
Faculté de Sciences
Universitaires

Quand et quoi ?

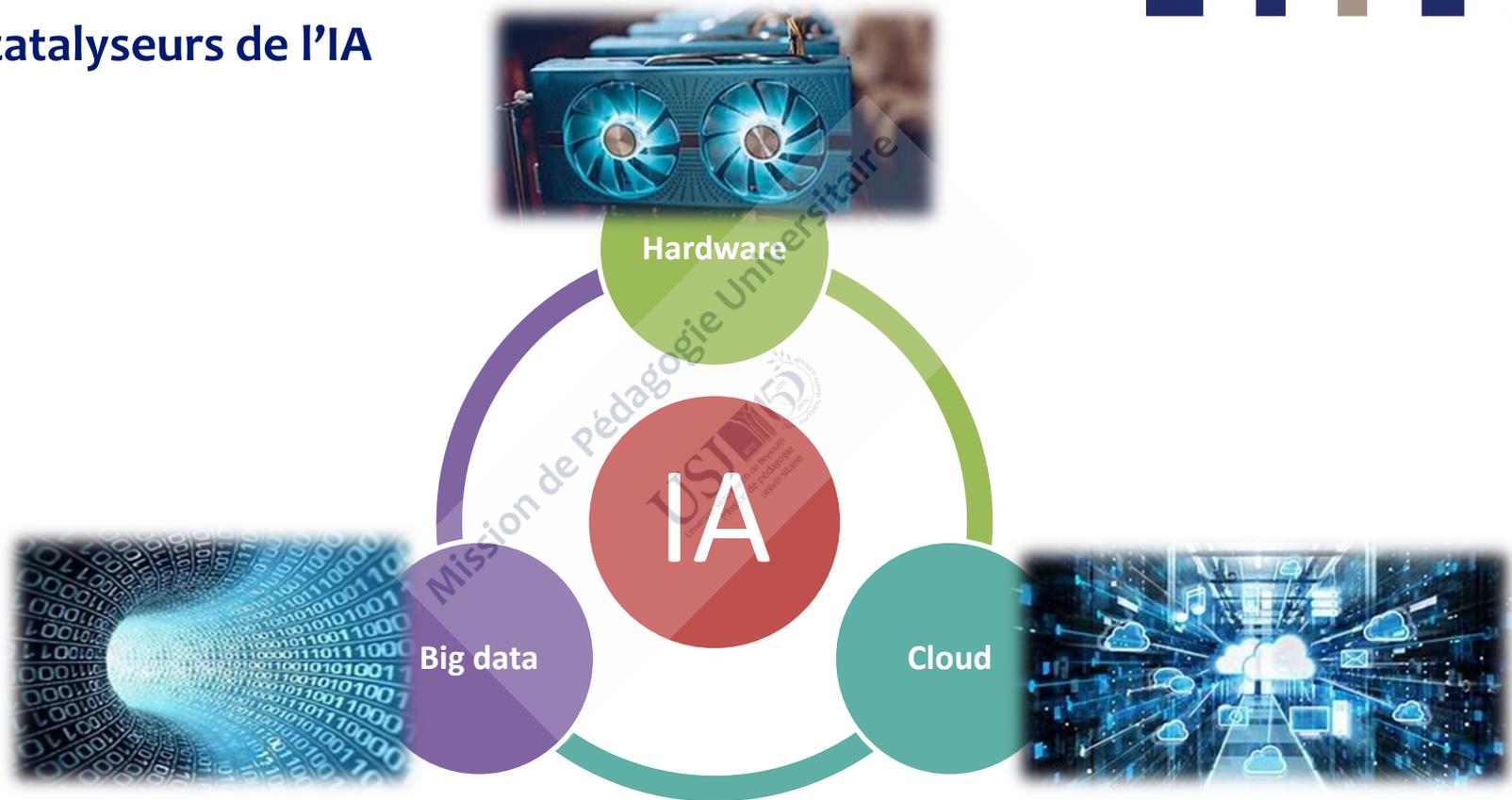
- It is not matter producing material effects, but matter which thinks, reflects, reasons, calculates, and executes all the most difficult and complicated ... operations
- *Ce n'est pas la matière qui produit des effets matériels, mais la matière qui pense, réfléchit, raisonne, calcule et exécute toutes les opérations les plus difficiles et les plus compliquées...*

The Gentleman's Magazine, 1857



Arithmometer

Les catalyseurs de l'IA



L'IA en quelques chiffres

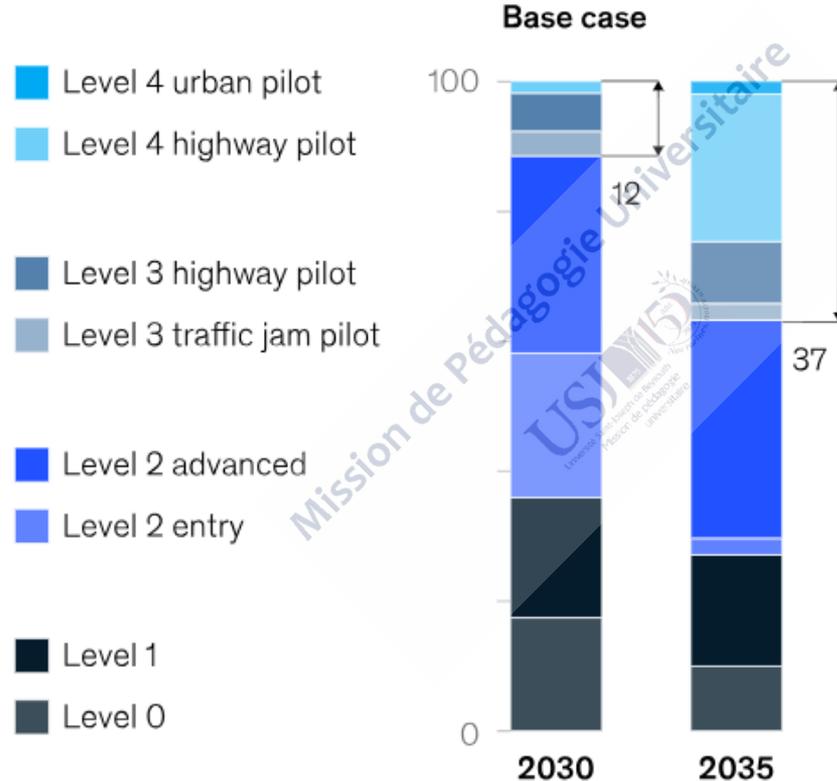
Marché : 515 milliards \$ en 2023 – 2700 milliards \$ en 2032 (Forbes)

64% des entreprises pensent que l'IA va améliorer leur productivité (Forbes)

L'IA affectera 15% de la main-d'oeuvre mondiale (McKinsey)

L'IA créerait 97 millions d'emplois

L'IA en quelques chiffres : les voitures autonomes (McKinsey)





L'IA : un changement de paradigme

Mission de Pédagogie Universitaire

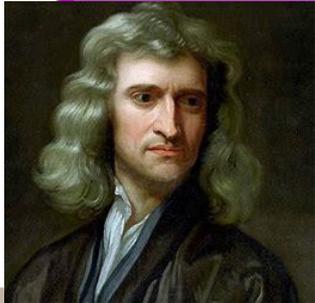
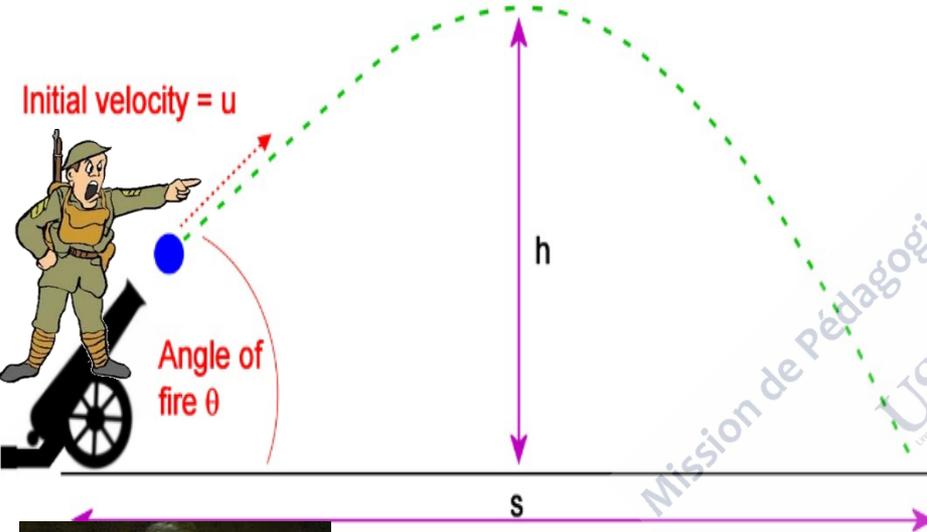


Intelligence et modèle

- Pour agir intelligemment, il faut comprendre l'environnement
- Une entité intelligente doit avoir un **Modèle** de la réalité, une représentation (toujours approximative) du monde externe
 - Permet une compréhension des propriétés du monde externe



Intelligence humaine : compréhension du monde



Modèle théorique

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\theta_0}{g}$$

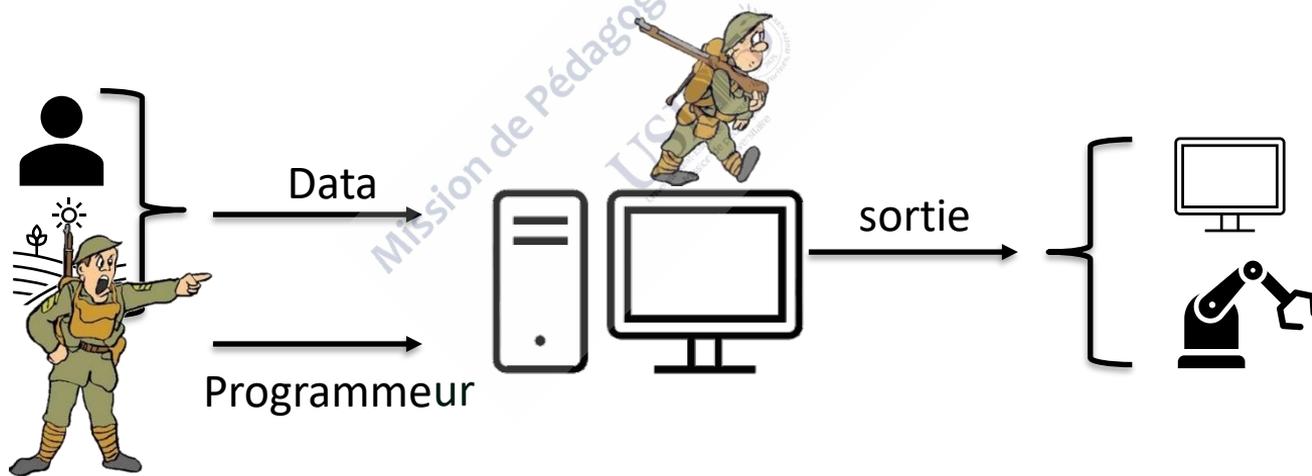


Modèle expérimental par entraînement (data-driven)

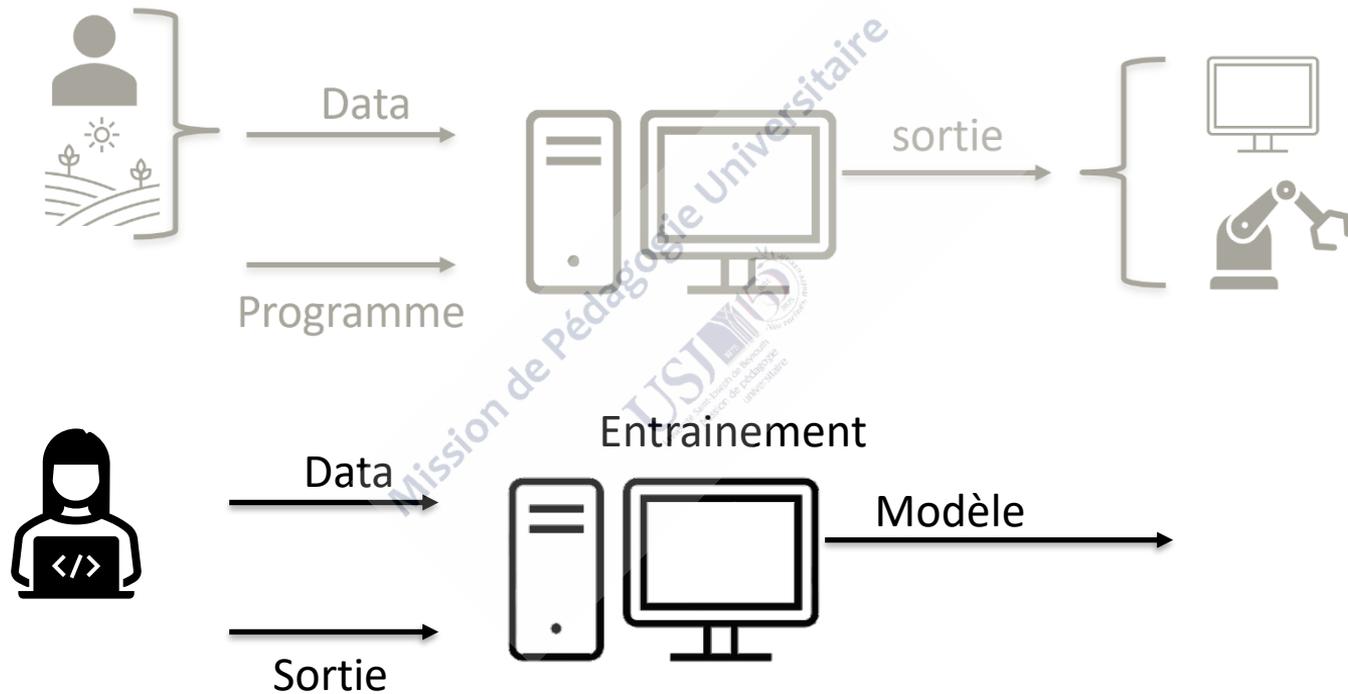


Un programme avant l'ère de l'IA

- Programme : une série d'**instructions** exécutées par un ordinateur
- Le modèle est dans le cerveau du programmeur



Un programme dopé à l'IA

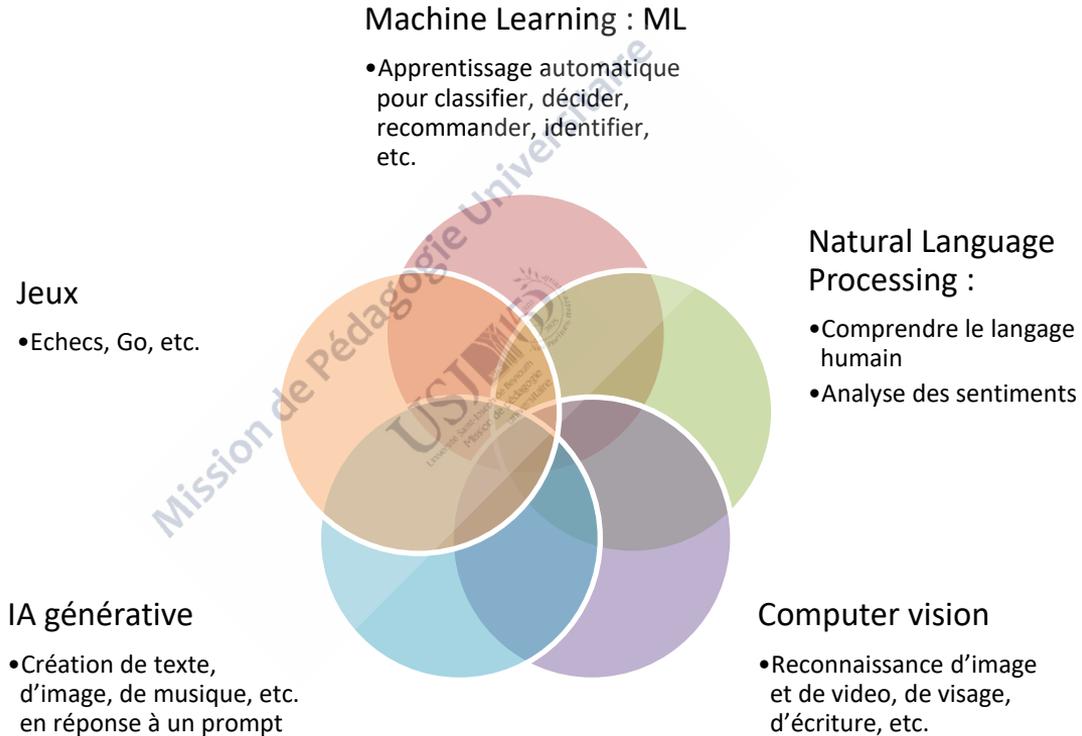


Types d'IA

Mission de Pédagogie Universitaire



L'IA et ses domaines





Types d'IA : IA étroite, faible ou spécialisée

- Skill-based AI : une IA qui sait une tâche spécifique et limitée
- Très performante dans cette tâche (souvent mieux que les humains)
- Entraînée sur des données relatives au domaine d'application

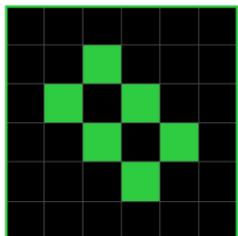
Types d'IA : IA générale

- On en est encore loin : c'est le Graal des chercheurs en IA
- Capable de comprendre, d'apprendre et de raisonner de manière similaire à un être humain dans une large gamme de domaines.

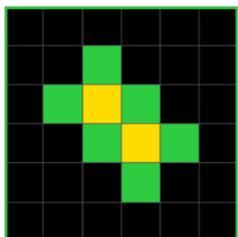


Le QI de l'IA : ARC (Abstraction and Reasoning Corpus)

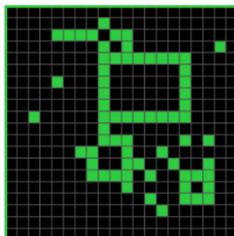
Example 1: Input



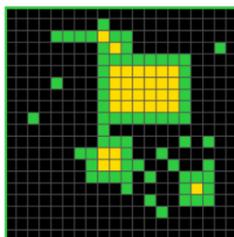
Example 1: Output



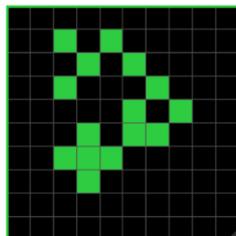
Example 2: Input



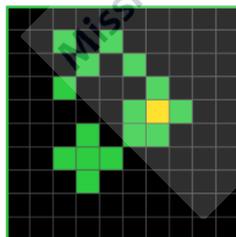
Example 2: Output



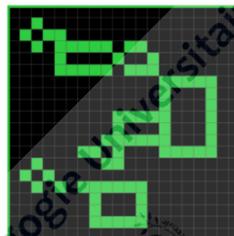
Example 3: Input



Example 3: Output



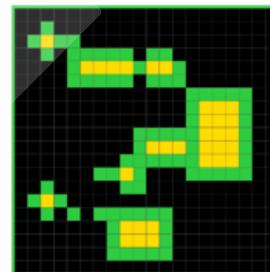
Test: Input



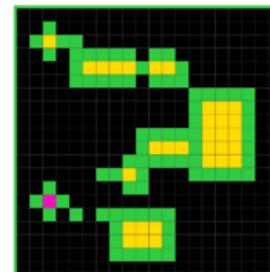
Test: Output



Test: Output



Test: Output





Méthodes de l'apprentissage automatique

Mission de Pédagogie Universitaire



Apprentissage automatique supervisé (Supervised ML)

- Similaire à l'apprentissage des noms de formes par un bébé
- Utile pour la classification automatique des données
 - Carré ou disque
 - Images: chiens ou chats
 - Test sanguin : normal, peu risqué, alarmant
 - Limite maximale d'un crédit bancaire
 - Mail: spam ou pas spam ?!

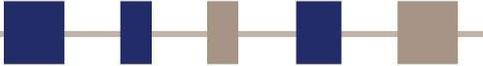


■ ■ ■ ■ ■

Apprentissage automatique non supervisé (unsupervised ML)

- Similaire au bébé qui met les blocs géométriques dans les bons emplacements.
- La machine essaie de trouver des patterns sans assistance aucune





Apprentissage automatique par renforcement (reinforcement learning)

- Similaire au bébé qui apprend à marcher
- Le système est plongé au sein d'un environnement, et prend ses décisions en fonction de son état courant
- En retour, l'environnement procure une récompense, qui peut être positive ou négative
- Au fil des expériences, le système cherche un comportement décisionnel optimal



Apprentissage supervisé

Mission de Pédagogie Universitaire



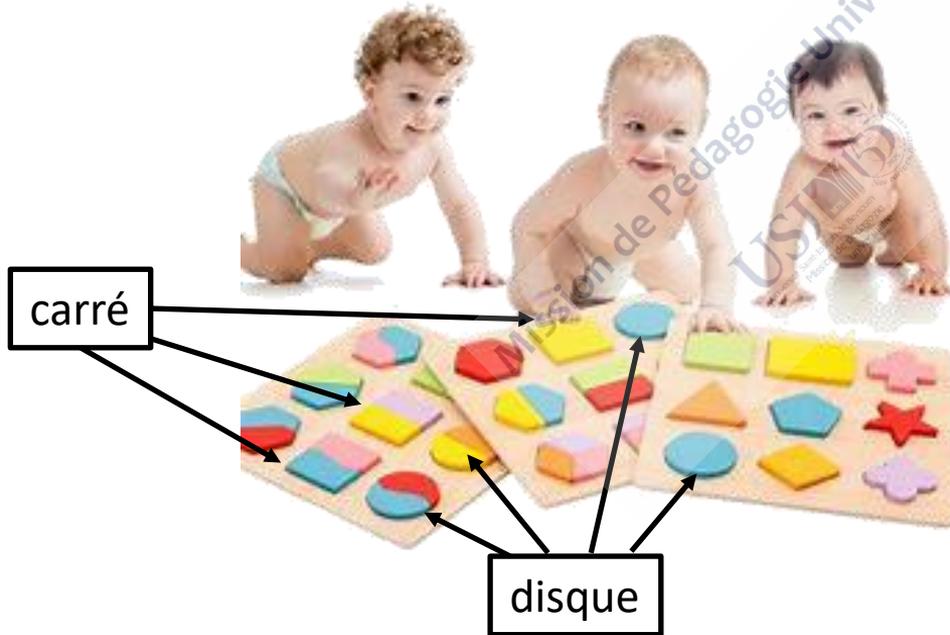
Disque ou carré

- Apprendre à un bébé la distinction entre un disque et un carré
- Lui expliquer les caractéristiques géométriques ??
 - NON!
- **Entraînement!**



Entraînement : classes, dataset et labels

- Deux **classes**: disque et carré
- On lui montre des exemples de disques et de carrés



Dataset:

Des objets des deux classes avec leurs **labels**

Test

- On le teste en lui montrant un nouvel objet qu'il n'avait pas vu avant :



???

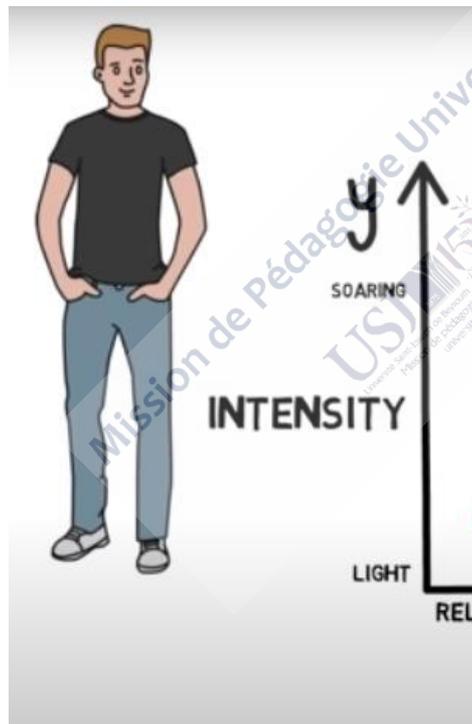


Accuracy:

$$\frac{\text{Nb de predictions correctes}}{\text{Nb total de prédictions}}$$

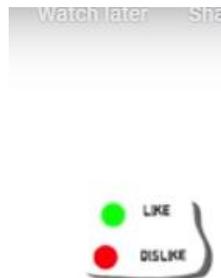
Like ou dislike

- Historique de la préférence musicale de Bob
- Deux **classes**
 - Like et dislike
- 2 **features**:
 - Tempo
 - Intensité



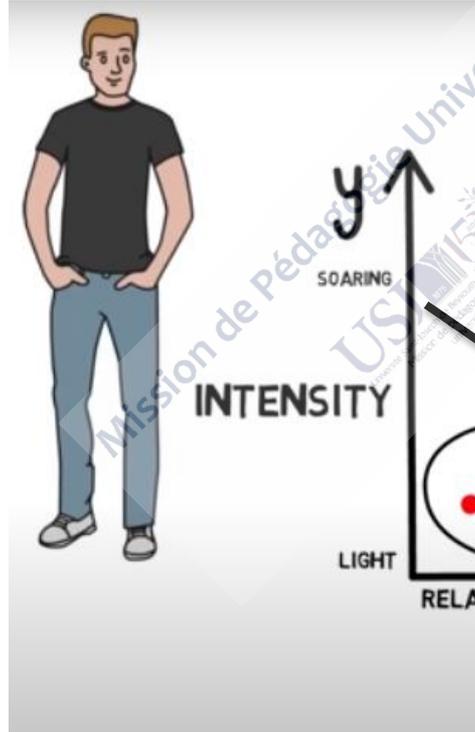
Dataset

Features		Labels
Tempo	Intensité	
4	5.5	Like
1	1	Dislike



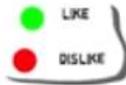
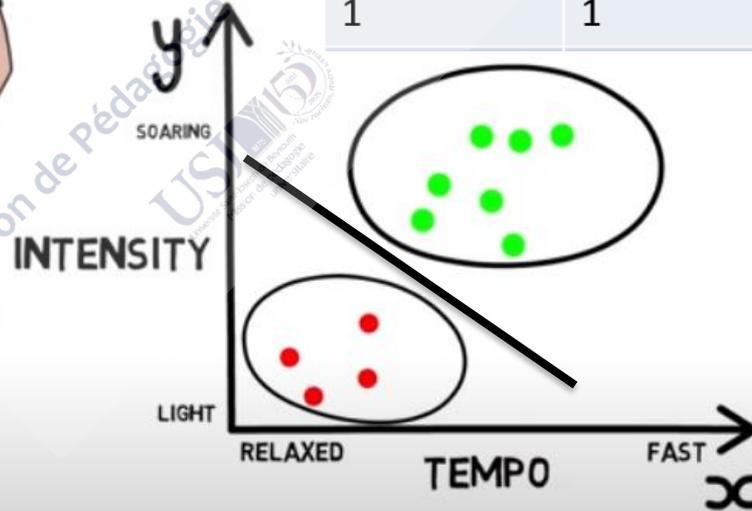
Like ou dislike

- Il est clair que Bob préfère les musiques à tempo et intensité élevés
- Une droite virtuelle qui sépare les deux classes



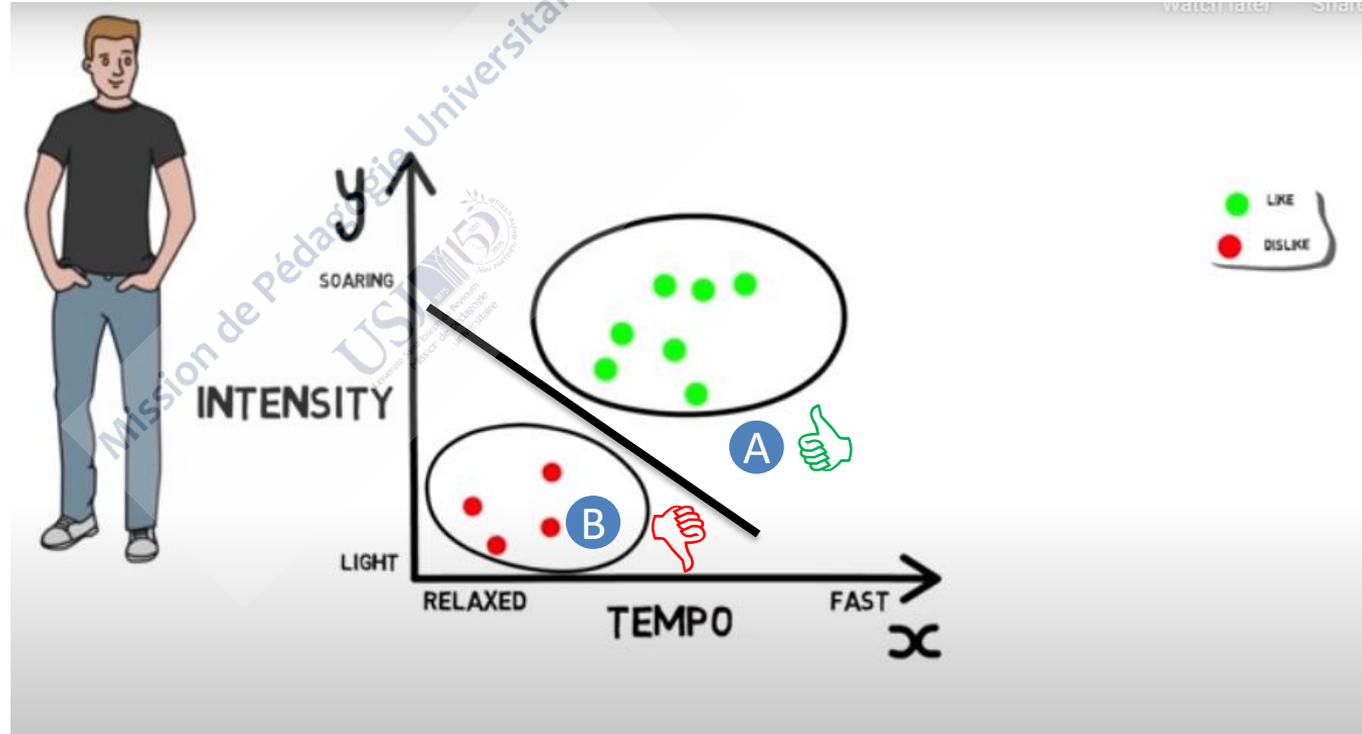
Dataset

Features		Labels
Tempo	Intensité	
4	5.5	Like
1	1	Dislike



Like ou dislike

- Il est clair que Bob préfère les musiques à tempo et intensité élevés
- Une droite virtuelle qui sépare les deux classes





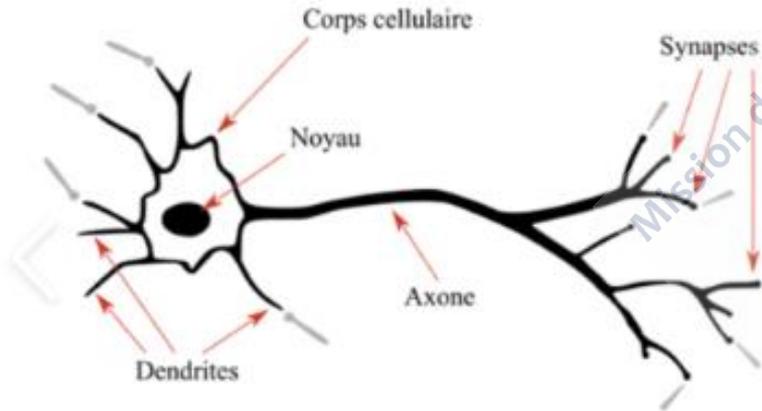
Réseaux de neurones : nerfs de l'IA

Mission de pédagogie universitaire

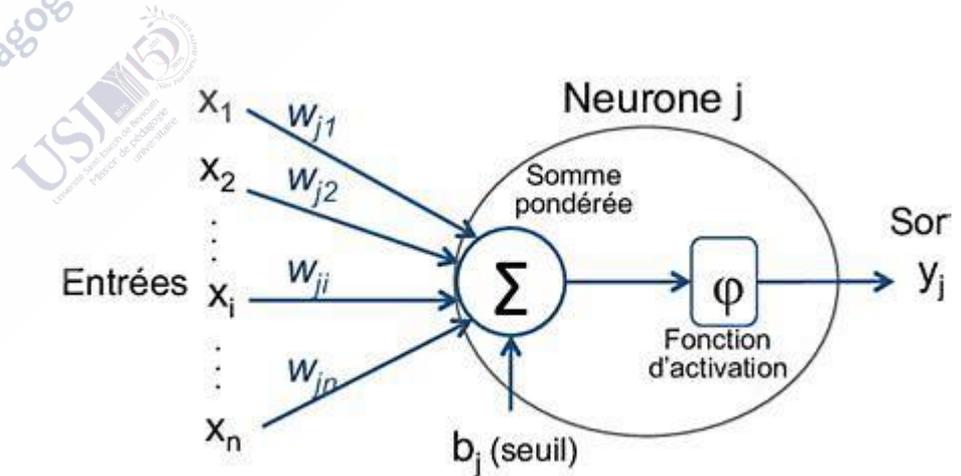


Neurone : bio vs artificiel

- Un neurone :
 - Additionne les entrées
 - Ajoute un biais
 - Sort le résultat modulé par une fonction d'activation



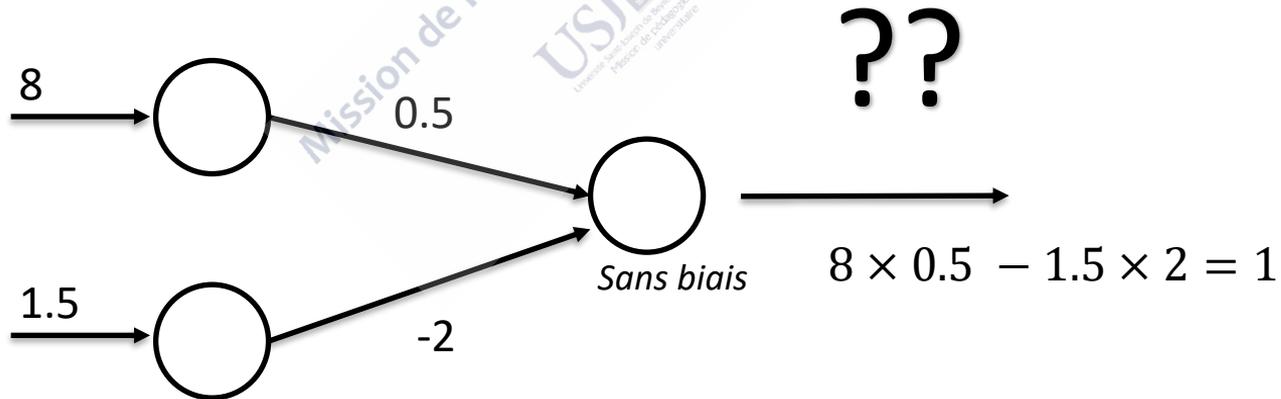
NEURONE BIOLOGIQUE



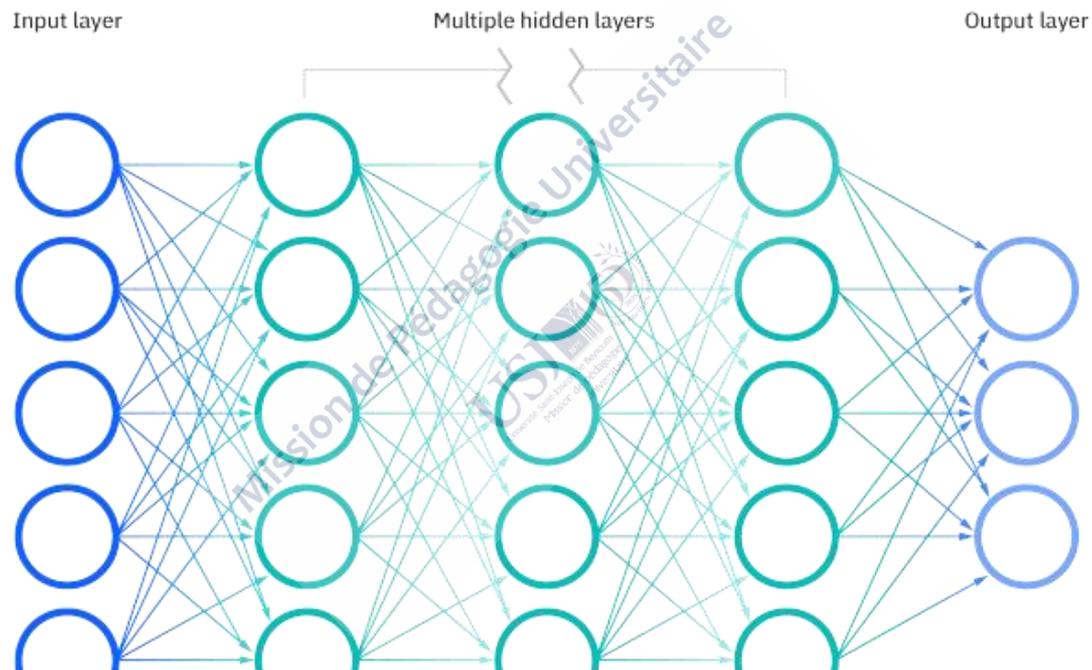
NEURONE ARTIFICIEL

Réseau de neurones

- Interconnexion de neurones
- Les liens entre les neurones ont des poids
- Outil pour l'apprentissage automatique
- Exemple simple avec juste des poids et des sommes (sans biais ni activation) :

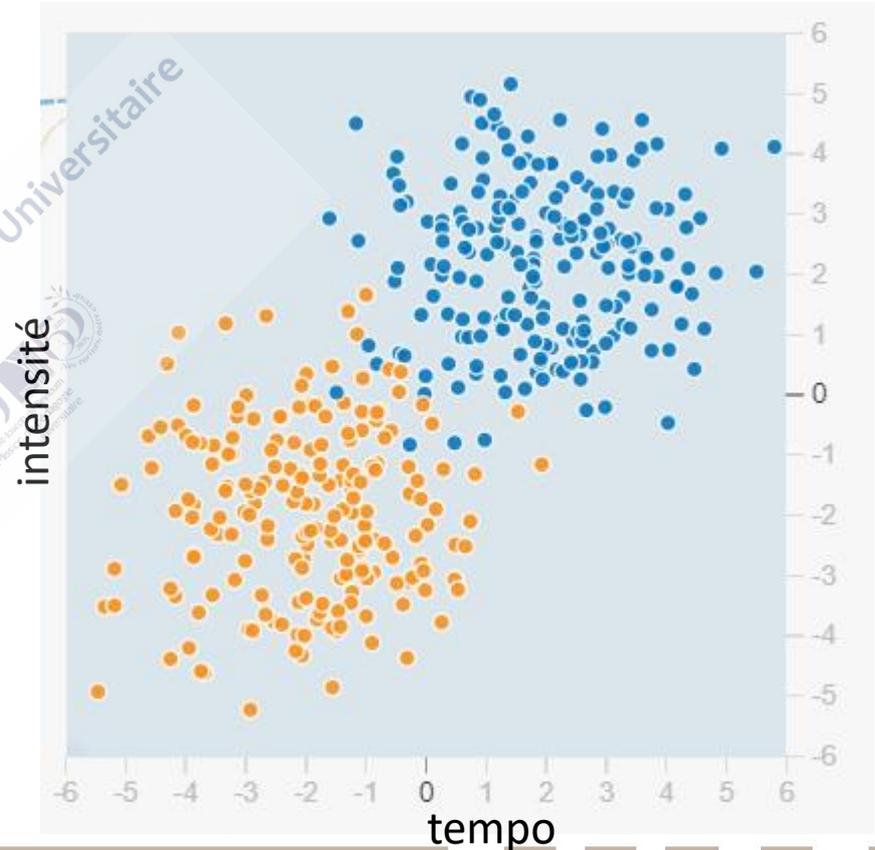


Réseau de neurones



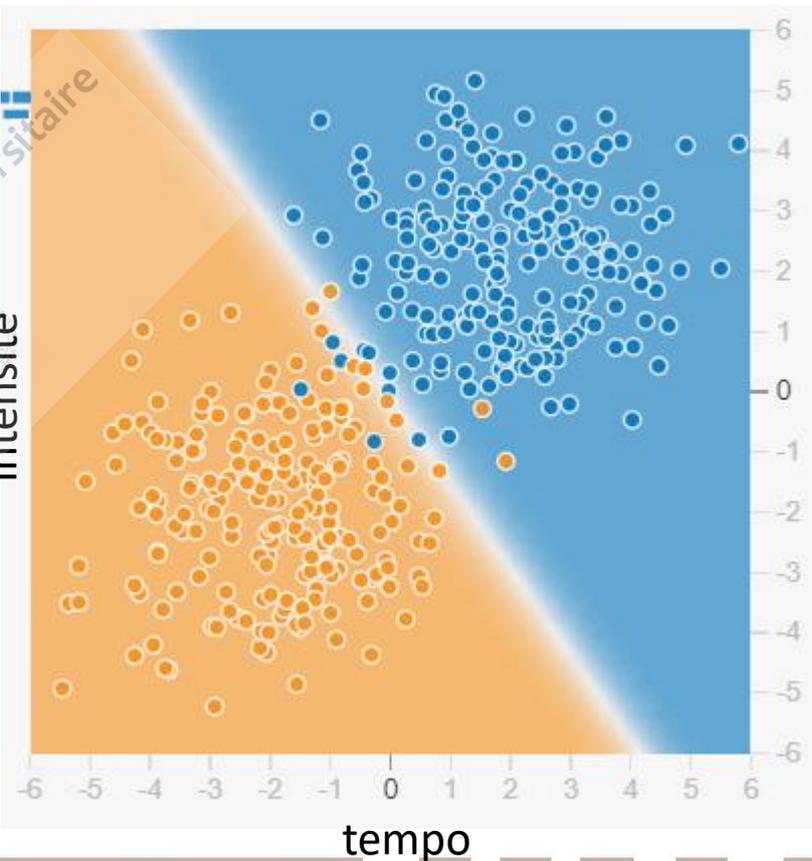
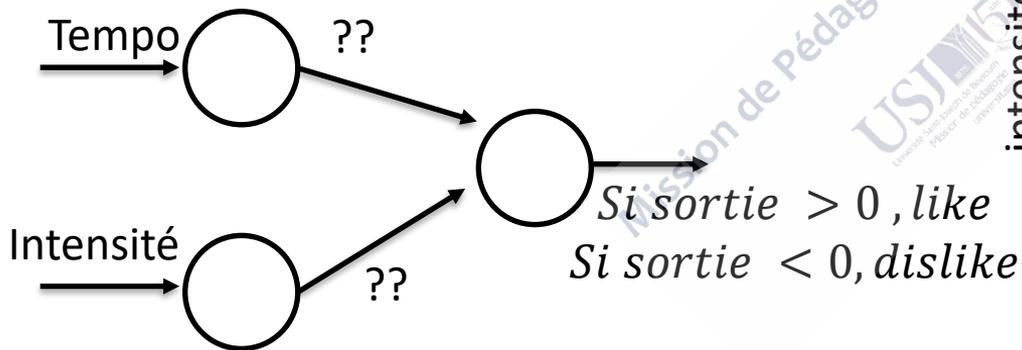
Classification par réseau de neurones : like ou dislike

- Revenons à Bob et à ses chansons
- Tempo : entre -6 et 6
- Intensité : entre -6 et 6
- Nous souhaitons avoir une méthode de calcul simple qui prend en entrée (tempo + int.) et donne l'avis de Bob

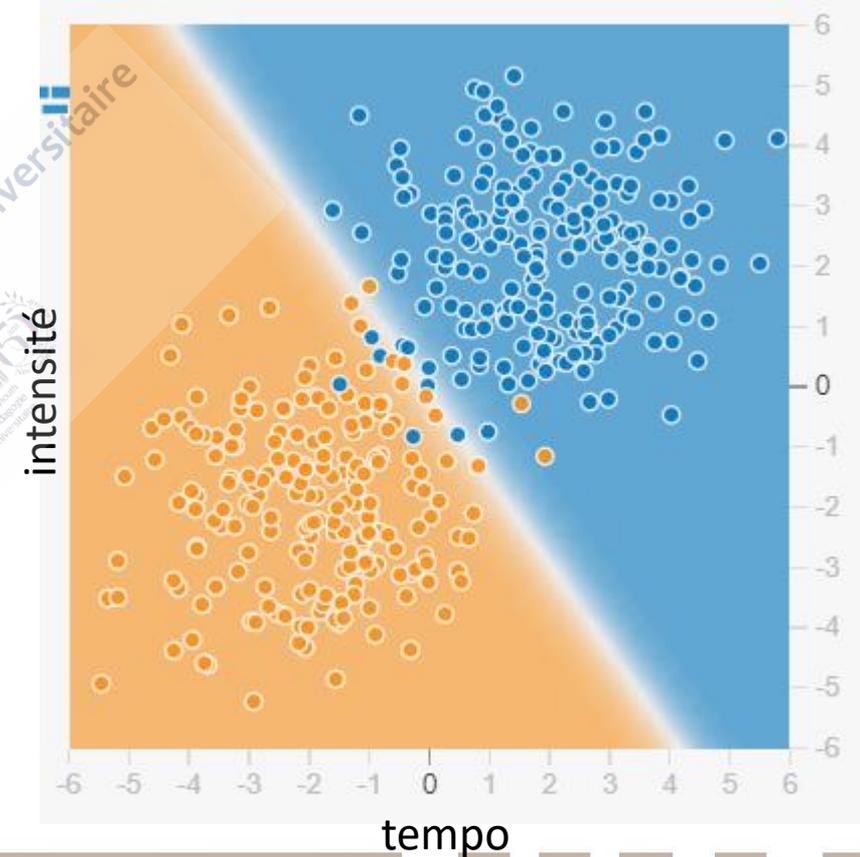
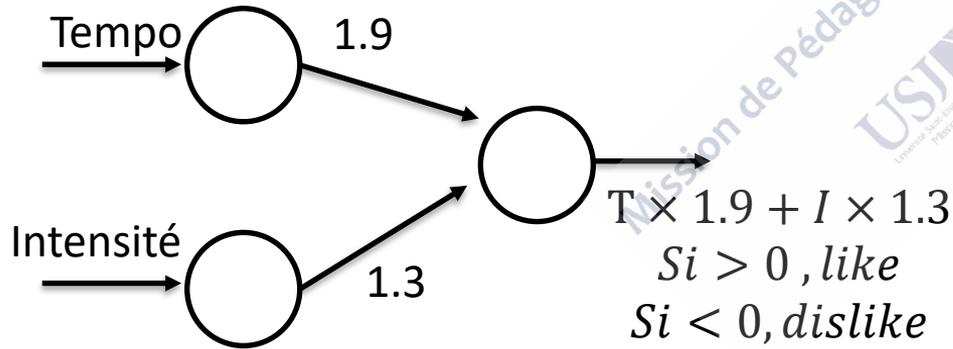


Classification par réseau de neurones : like ou dislike

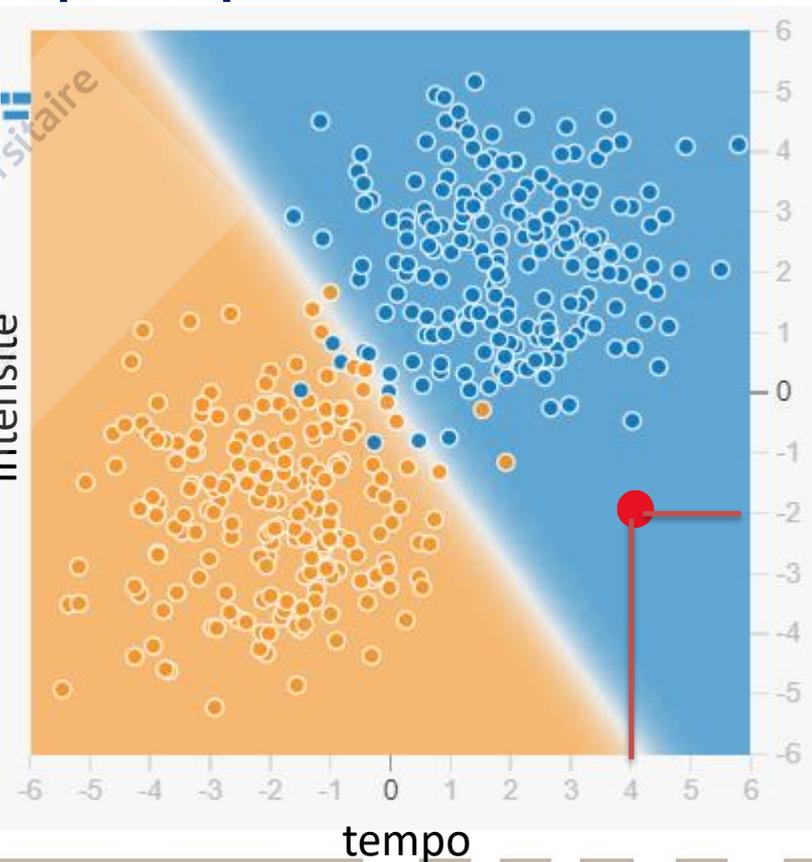
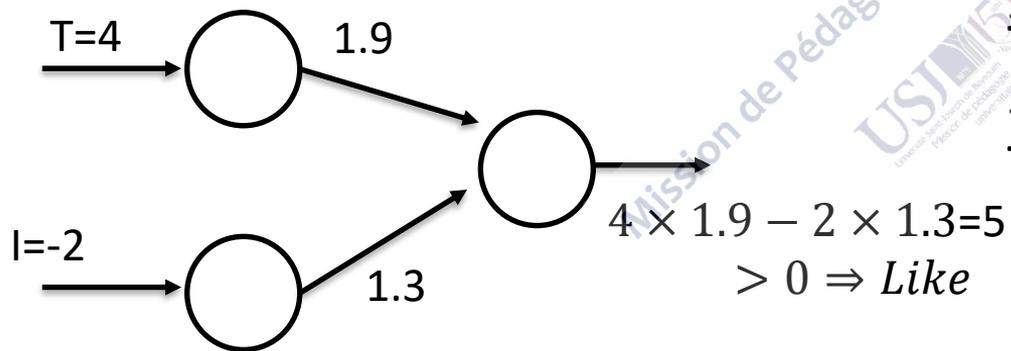
Les poids seront déterminés dans la phase d'entraînement



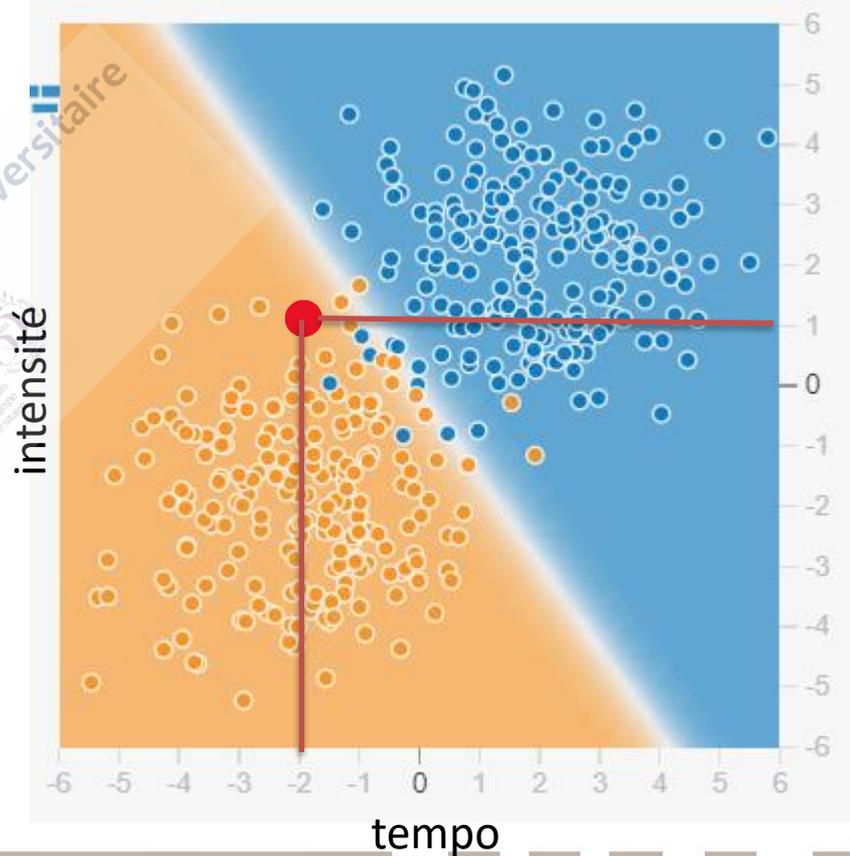
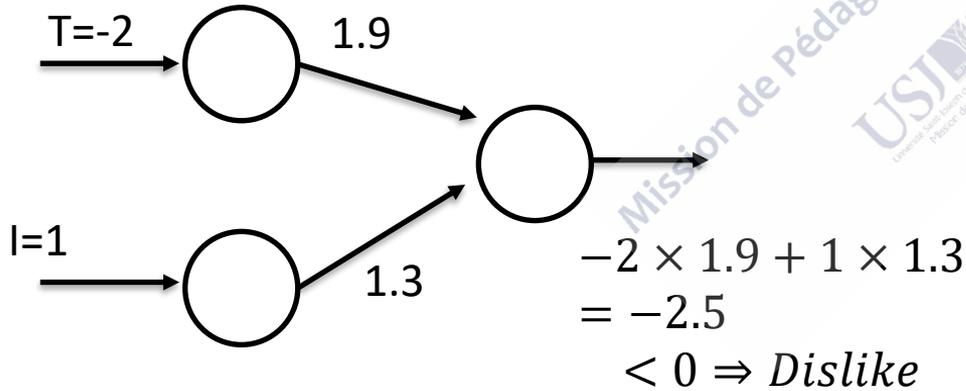
Classification par réseau de neurones : like ou dislike



Classification par réseau de neurones : exemple simple

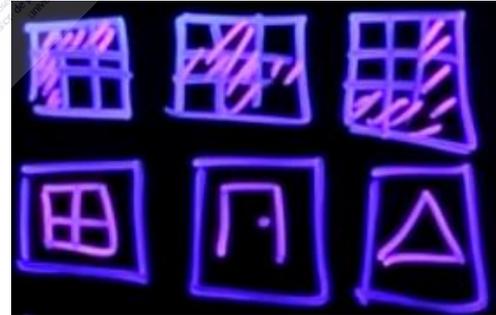


Classification par réseau de neurones : exemple simple



Réseau de neurones convolutionnel (CNN)

- Dans les exemples précédents, les features sont fournis à la machine
- Avancée majeure : pas de feature engineering!
 - Extraction automatique



Apprentissage automatique supervisé par CNN

- La machine apprend directement à partir d'images avec des labels

Chiens



Chats





Apprentissage par renforcement

Mission de Pédagogie Universitaire



Apprentissage automatique par renforcement

- [Deep Learning Cars - YouTube](#)
- [Voiture sur un circuit-local](#)

Mission de Pédagogie Universitaire



IA générative

Mission de Pédagogie Universitaire



L'IA générative

Création de nouvelles données à partir d'un gigantesque ensemble de données existant

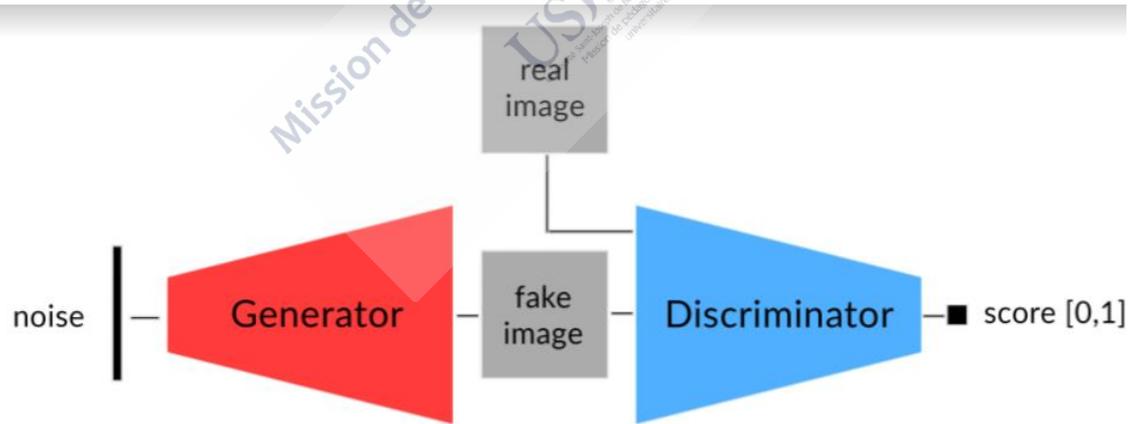
Données générées ressemblent à des données réelles : génération d'images, de texte, de sons, etc.,

Prompt engineering

ChatGPT (text), DALL-E (images), Synthesia (vidéos)

L'IA générative : Réseau antagoniste génératif (GAN)

- Générateur : crée des données artificielles + données réelles
- Discriminateur : essaie de différencier entre artificiel et réel
- L'entraînement se poursuit jusqu'à ce qu'un équilibre soit atteint.



L'IA générative : Large Language Models (LLMs)

- Entraînés sur des quantités massives de données textuelles, comme des livres, des articles, des sites Web et des conversations (ChatGPT3 a utilisé 45 TB de données)
- Transformers : réseaux de neurones capables d'analyser le prompt dans sa totalité et de mieux comprendre le contexte
- Self-attention : focus sur les parties de l'entrée les plus pertinentes
- Création de
 - contenu adapté,
 - traduction,
 - synthèse/résumé d'un contenu existant,
 - développement de produits,
 - personnalisation, etc.







Utilisation des modèles

- L'entraînement est coûteux
- Des modèles pré-entraînés existent
- Fine-tuning pour une utilisation spécifique

Mission de Pédagogie universitaire
USJ
Université Saint-Joseph de Beyrouth
Faculté de Technologie
universitaire

L'IA ce black box

Effet boîte noire

- Même les créateurs de l'outil ne pourront comprendre la mécanique interne des décisions

L'efficacité des outils dépend des données d'entraînement

- Risque de biais

Hallucinations des LLMs

Besoin de réglementations?

- L'UE vient de sortir son AI Act.

Qui est responsable des mauvaises décisions ? Des accidents ?



Université Saint-Joseph de Beyrouth
Mission de pédagogie
universitaire



Merci

Mission de Pédagogie Universitaire

