



Introduction au Machine Learning





Content

1 Qu'est ce que l'Intelligence Artificielle?

- ➊ Un peu d'histoire
- ➋ IA: définition, domaine d'application
- ➌ Mathématiques et IA

2 Machine Learning

- ➊ Apprentissage supervisé
- ➋ Apprentissage non supervisé
- ➌ Apprentissage semi-supervisé
- ➍ Apprentissage par Reinforcement
- ➎ Algorithmes et Environnement de travail pour le ML

3 Deep learning

- ➊ Définition, neurone artificiel et réseaux de neurones
- ➋ Machine Learning VS Deep learning

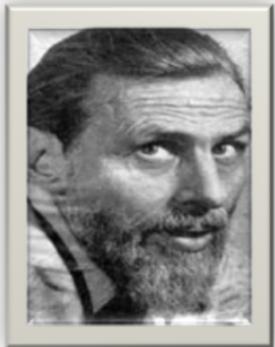
4 Pipeline d'un projet Machine Learning

5 Vocabulaire du Machine Learning



Un peu d'histoire

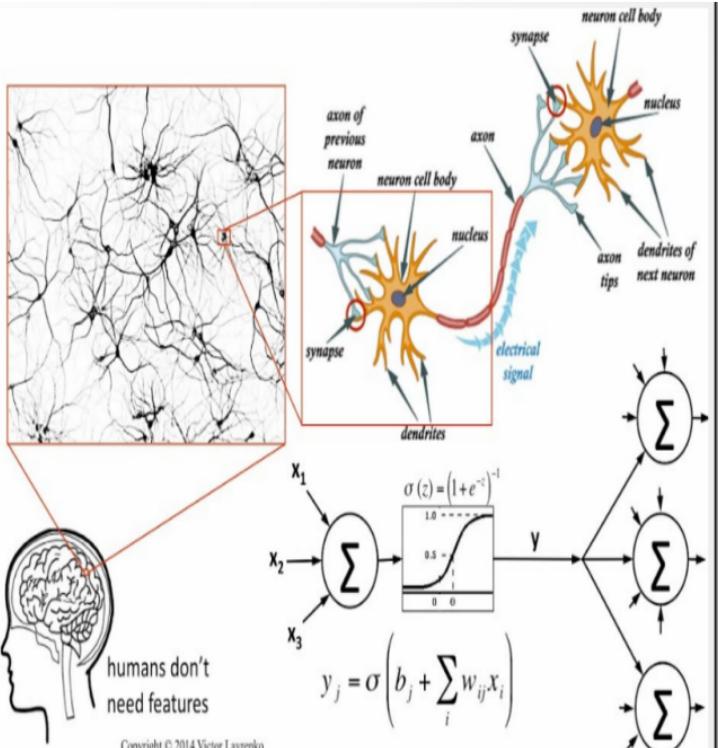
- 1943: McCulloch et Pitts



Warren
McCulloch



Walter
Pitts

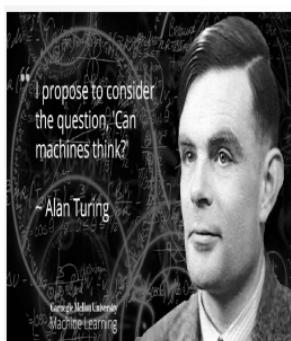




Un peu d'histoire

Test de Turing

- Le test de Turing inventé par **Alan Turing** est un test d'intelligence artificielle fondée sur la faculté d'une machine à **imiter** la conversation humaine.
- Si une machine peut **tromper** les humains en leur faisant croire qu'elle est humaine.





Un peu d'histoire

- **1955 AI BORN** Le terme «intelligence artificielle» est inventé par l'informaticien John McCarthy pour décrire «la science et l'ingénierie de la fabrication de machines intelligentes».
- **1961 UNIMATE** Le premier robot industriel, Unimate, se met au travail chez GM en remplacement des humains sur la chaîne de montage
- **1964 ELIZA** Le chatbot pionnier développé par Joseph Weizenbaum au MIT tient des conversations avec des humains
- **1966 SHAKEY** La " première personne électronique " de Stanford, Shakey est un robot mobile polyvalent qui raisonne sur ses propres actions





Un peu d'histoire

- **1997 DEEP BLUE** Deep Blue, un ordinateur de jeu d'échecs d'IBM bat le champion du monde d'échecs, Garry Kasparov

What is Deep Blue ?



Vs



World chess champion
Garry Kasparov in 1997

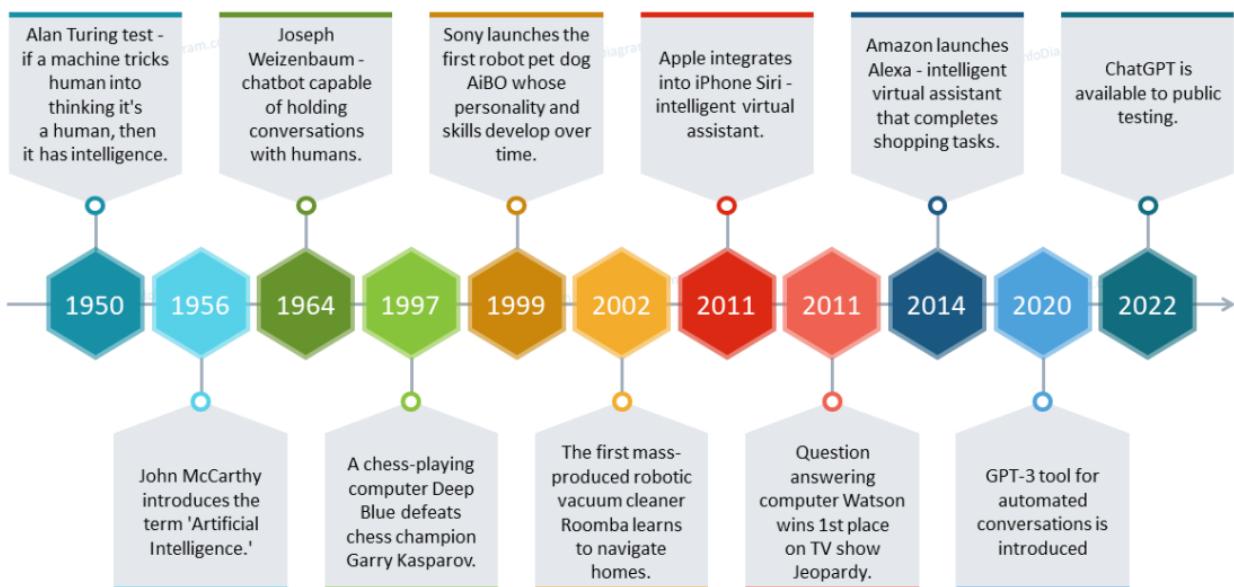
IBM Deep Blue





Un peu d'histoire

Artificial Intelligence Development History Timeline





Définition

Définition 1

L'intelligence artificielle (IA) est un domaine de l'informatique qui vise à créer des machines intelligentes capables de simuler l'intelligence humaine.



Définition

Définition 1

L'intelligence artificielle (IA) est un domaine de l'informatique qui vise à créer des machines intelligentes capables de simuler l'intelligence humaine.

Définition 2: Marvin Lee Minsky

L'IA est la science de programmer les ordinateurs pour qu'ils réalisent des tâches qui nécessitent de l'intelligence lorsqu'elles sont réalisées par des êtres humains.



Définition

Définition 1

L'intelligence artificielle (IA) est un domaine de l'informatique qui vise à créer des **machines intelligentes capables de simuler l'intelligence humaine.**

Définition 2: Marvin Lee Minsky

L'IA est la science de programmer les ordinateurs pour qu'ils réalisent des tâches qui nécessitent de l'intelligence lorsqu'elles sont réalisées par **des êtres humains.**

Définition 3: John McCarthy

La science et l'ingénierie de la fabrication de **machines intelligentes.**



Définition

Définition 1

L'intelligence artificielle (IA) est un domaine de l'informatique qui vise à créer des **machines intelligentes capables de simuler l'intelligence humaine.**

Définition 2: Marvin Lee Minsky

L'IA est la science de programmer les ordinateurs pour qu'ils réalisent des tâches qui nécessitent de l'intelligence lorsqu'elles sont réalisées par **des êtres humains.**

Définition 3: John McCarthy

La science et l'ingénierie de la fabrication de **machines intelligentes.**

Définition 4: IBM

Artificial intelligence enables computers and machines to **mimic the perception, learning solving, and decisions-making** capabilities of the human mind



Domaines d'application de IA



la vision artificielle



Le commerce



La banque



La finance

UP-Mathématique



La santé
2024-2025



Le transport

ESPRIT school of engineering



Entre Théorie et Application

Galileo Galilei

The world is a book written in **mathematical language**, whose letters are triangles, circles and other geometrical figures



Entre Théorie et Application

Galileo Galilei

The world is a book written in **mathematical language**, whose letters are triangles, circles and other geometrical figures

- **L'intelligence artificielle (IA)** s'inscrit parfaitement dans cette perspective de Galilée. Chacun de ses composants repose sur des bases mathématiques solides, qu'il s'agisse des algorithmes d'apprentissage, des réseaux neuronaux ou des modèles statistiques.
- L'objectif fondamental de l'IA reste la conception d'un **modèle** puissant et suffisamment complexe pour comprendre les subtilités du cerveau humain et ses **processus d'apprentissage**.



AI une histoire de triangle fermé

$$\overline{\partial_a} \ln f_{a,\theta^2}(\xi_i) = \frac{(\xi_i - a)}{\sigma^2} f_{a,\theta^2}(\xi_i) + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{f_{a,\theta^2}(x)}{\sqrt{2\pi}} dx$$

$$\int_{\mathbb{R}_+} T(x) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} f(x, \theta) dx = M[T(\xi) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(\xi, \theta)] \int_{\mathbb{R}_+} T(x) dx$$

$$\int_{\mathbb{R}_+} T(x) \left(\frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(x, \theta) \right) f(x, \theta) dx = [T(\xi) \left(\frac{\partial}{\partial \theta} \ln L(\xi, \theta) \right) f(\xi, \theta)] \int_{\mathbb{R}_+} T(x) dx$$

Mathematical models Algorithms

```

function(l) {
    $("User").click(function() {
        for (var a = p("User").a; a < p("User").a + b.length; a++) {
            var c = "";
            for (c = 0; c < b.length; c++) {
                if (a + c < b.length) {
                    c += b[a + c];
                } else {
                    c += " ";
                }
            }
            function l() {
                var a = $("User").a();
                if (a == b.length) {
                    return;
                }
                var c = a.replace(/\s+/g, "");
                if (c == "") {
                    return;
                }
                a += 1;
                l();
            }
            l();
        }
    });
}

```

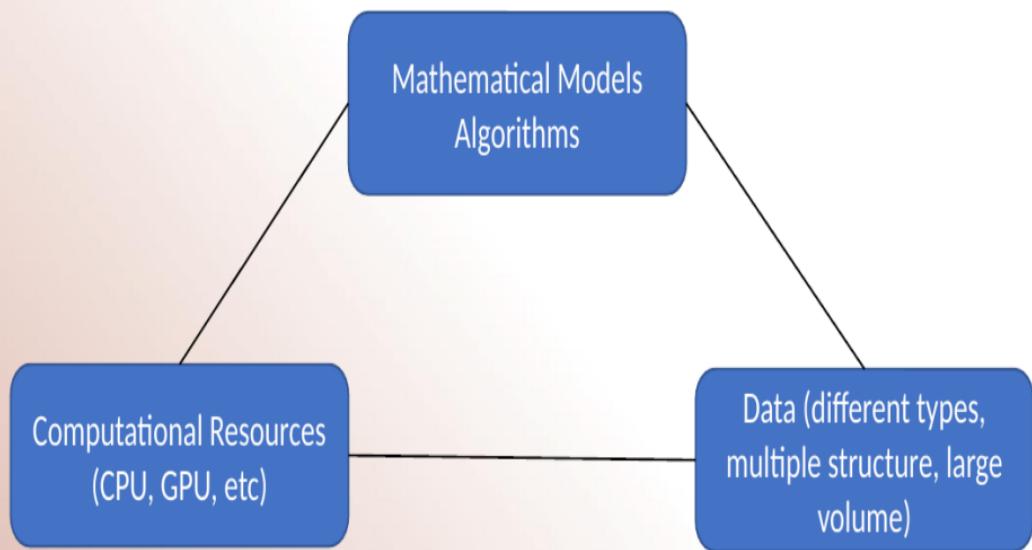


Computational Resources
(supercomputers, CPU, GPU, TPU)





AI une histoire de triangle fermé





Relation entre l'IA et les Mathématiques

- **Modélisation mathématique** : Les algorithmes d'IA sont basés sur des modèles mathématiques qui permettent de transformer des données brutes en informations exploitables.
- **Optimisation** : Les techniques mathématiques d'optimisation sont essentielles pour ajuster les paramètres des modèles d'IA et minimiser les erreurs.
- **Probabilités et statistiques** : Utilisées pour gérer l'incertitude, analyser les données et estimer les résultats les plus probables.
- **Algèbre linéaire** : Les données et les opérations sont représentées sous forme de vecteurs et de matrices, qui sont au cœur du traitement de données en IA.
- **Calcul différentiel et intégral** : Essentiel pour les méthodes de gradient, utilisées dans l'apprentissage des réseaux de neurones.



Types d'intelligence artificielle

Artificial Intelligence

AI involves techniques that equip computers to emulate human behavior, enabling them to learn, make decisions, recognize patterns, and solve complex problems in a manner akin to human intelligence.

Artificial Intelligence

Machine Learning

ML is a subset of AI, uses advanced algorithms to detect patterns in large data sets, allowing machines to learn and adapt. ML algorithms use supervised or unsupervised learning methods.

Machine Learning

Deep Learning

DL is a subset of ML which uses neural networks for in-depth data processing and analytical tasks. DL leverages multiple layers of artificial neural networks to extract high-level features from raw input data, simulating the way human brains perceive and understand the world.

Deep Learning

Generative AI

Generative AI is a subset of DL models that generates content like text, images, or code based on provided input. Trained on vast data sets, these models detect patterns and create outputs without explicit instruction, using a mix of supervised and unsupervised learning.

Generative AI

Machine Learning

Machine Learning (Apprentissage Automatique)

Le machine Learning, apprentissage automatique ou apprentissage machine, désigne un ensemble d'algorithmes permettant de résoudre un problème ou de probabiliser la survenue d'un évènement, en apprenant à partir de données historiques et sans programmation explicite.

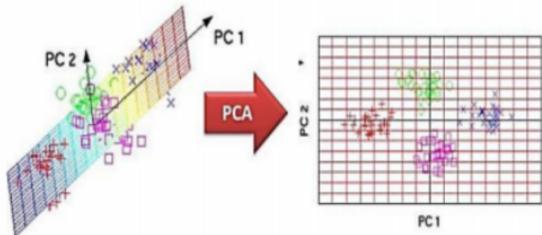


Domaines d'application de ML

Spam?



Réduction des dimensions



Prédiction des prix



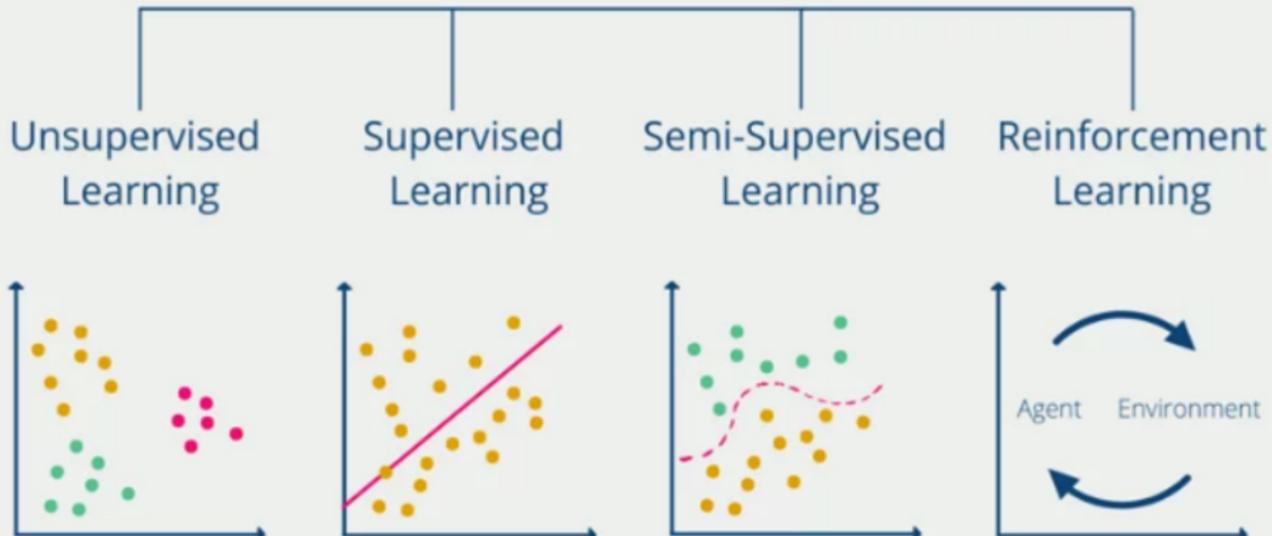
Segmentation clients





Type de Machine Learning

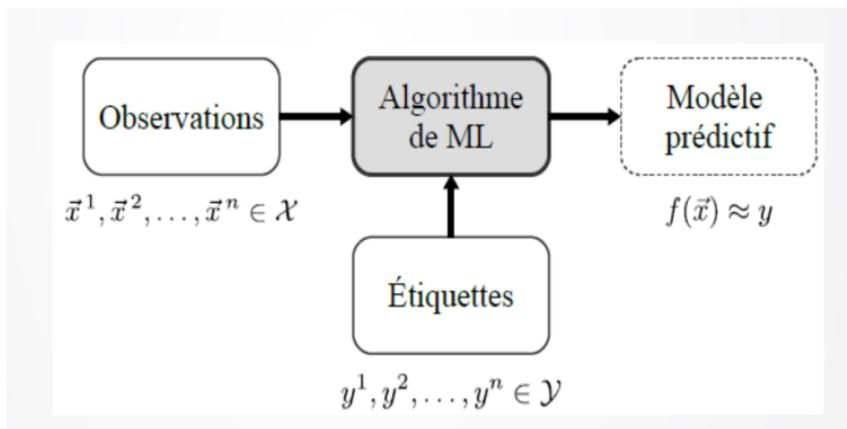
Machine Learning



Différents types de ML: apprentissage supervisé

Définition

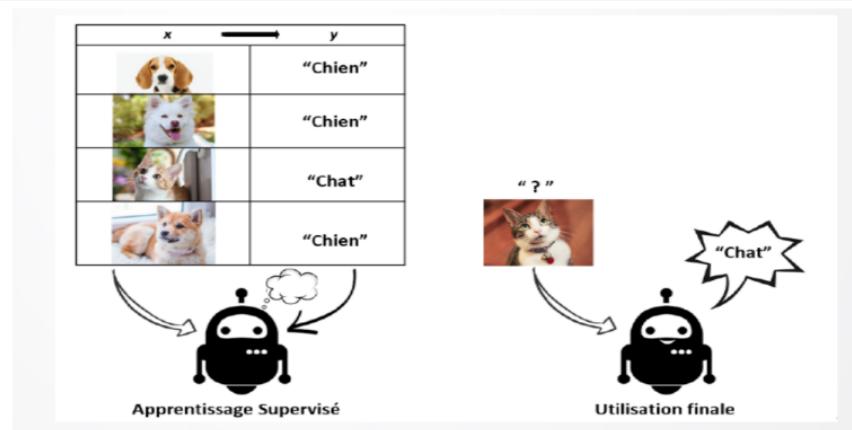
L'apprentissage supervisé est peut-être le type de problèmes de machine learning le plus facile à appréhender: son but est d'apprendre **à faire des prédictions**, à partir d'une liste **d'exemples étiquetés**, c'est-à-dire accompagnés de la valeur à prédire. Les étiquettes servent de **professeur** et supervisent l'apprentissage de l'algorithme.



Apprentissage supervisé: Classification

Définition

Consiste en l'apprentissage d'une tâche par un modèle en se basant sur des données déjà **annotées, labellisées ou catégorisées**. Pour ce faire, les descripteurs extraits de celles-ci sont fournies à l'entrée du modèle et la sortie de celui-ci est comparé aux labels qui eux sont aussi fournis. Cette comparaison permet d'ajuster les paramètres du modèle pour que ceux-ci soient mieux adaptés à la tâche.





Apprentissage supervisé: exemple de classification

- **Classification binaire:** L'espace des labels est binaire c-à-d $y = \{0, 1\}$
 - ▶ Identifier si un e-mail est un spam ou non
 - ▶ Identifier si un tableau a été peint par Picasso ou non
 - ▶ Identifier si une image contient ou non une girafe
 - ▶ Identifier si une molécule peut ou non traiter la dépression
 - ▶ Identifier si une transaction financière est frauduleuse ou non

- **Classification multi classe :** les labels sont discrets c-à-d $y = \{0, 1, 2, \dots, c\}$ avec c est le nombre des classes
 - ▶ Identifier en quelle langue un texte est écrit ;
 - ▶ Identifier l'expression d'un visage parmi une liste prédéfinie de possibilités (colère, tristesse, joie, etc.) ;
 - ▶ Identifier à quelle espèce appartient une plante ;
 - ▶ Identifier les objets présents sur une photographie.



Apprentissage supervisé: régression

Définition

Dans le cas où les étiquettes sont à valeurs réelles, on parle de régression. l'espace des étiquettes est $y \in \mathbb{R}$.

- **Prévision des prix immobiliers:** Prédire le prix de vente d'une maison en fonction de ses caractéristiques (superficie, nombre de chambres, localisation, etc.).
- **Prévision de la consommation d'énergie:** Prédire la consommation d'énergie d'une maison ou d'une ville en fonction des conditions météorologiques, de l'heure, ou de la saison.
- **Prévision de la demande des produits:** Prédire la demande future de certains produits en fonction de données historiques de vente, des tendances économiques, et des saisons.



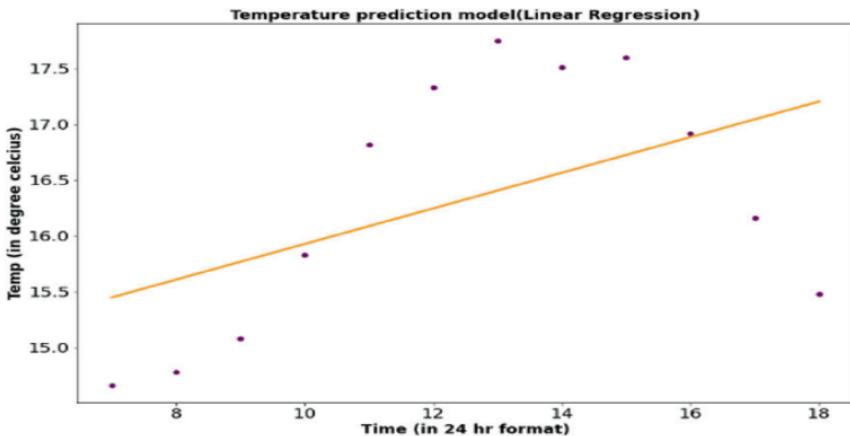
Apprentissage supervisé: régression

- **Estimation de la durée de vie d'une machine:** Prédire la durée de vie restante d'une machine ou d'un composant industriel en fonction de divers paramètres de performance (température, vibrations, cycles de charge, etc.).
- **Prédiction du score de crédit:** Prédire la probabilité de remboursement d'un emprunt bancaire en fonction de caractéristiques telles que les revenus, les dettes, et l'historique de crédit.
- **Prédiction du poids des personnes en fonction de la taille:** Prédire le poids d'une personne en fonction de sa taille, âge, et autres facteurs.
- **Modélisation du prix des actions:** Prédire le prix futur d'une action en fonction de données historiques, de l'actualité économique, ou d'indicateurs financiers.

Prédiction de la température

Prédiction de la température

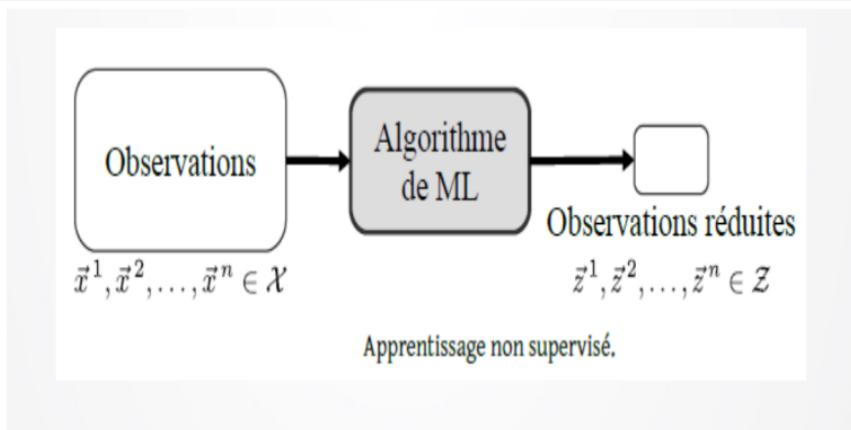
Prédire la température future d'une ville en fonction des données météorologiques passées (humidité, pression, etc.).



Apprentissage non supervisé

Définition

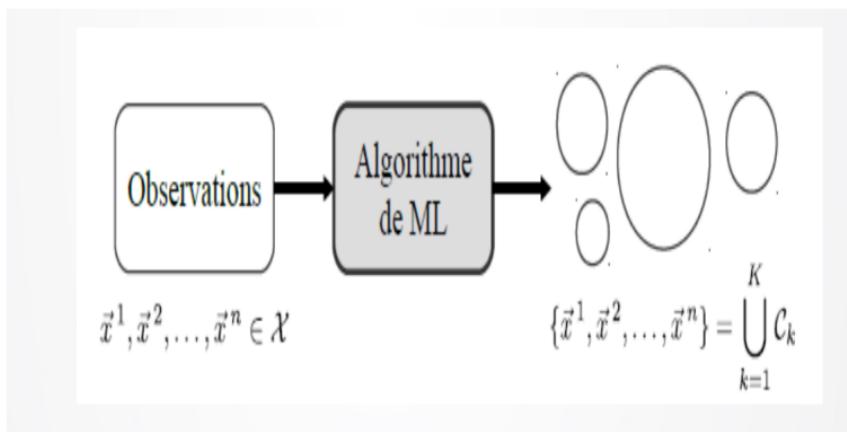
L'apprentissage non supervisé est une méthode de machine learning où un modèle est entraîné sur **un ensemble de données non étiquetées**, c'est-à-dire sans indication sur les catégories ou les résultats cibles. L'objectif est de permettre au modèle de découvrir des structures cachées, des motifs ou des regroupements naturels dans les données.



Apprentissage non supervisé: Clustering

Définition

Consiste à identifier des **groupes dans les données**. Cela permet de comprendre leurs caractéristiques générales, et éventuellement d'inférer les propriétés d'une observation en fonction du groupe auquel elle appartient.



Apprentissage non supervisé: Clustering

Exemple

- **La segmentation de marché** consiste à identifier des groupes de clients ayant un comportement similaire. Cela permet de mieux comprendre leur profil, et cibler une campagne de publicité, des contenus ou des actions spécifiquement vers certains groupes.
- **Identifier des groupes de documents** ayant un sujet similaire, sans les avoir au préalable étiquetés par sujet. Cela permet d'organiser de larges banques de textes.
- **La segmentation d'image** consiste à identifier les pixels d'une image appartenant à la même région.
- **Identifier des groupes** parmi les patients présentant les mêmes symptômes permet d'identifier des sous-types d'une maladie, qui pourront être traités différemment.

Apprentissage non supervisé: Réduction de dimension

Définition

Le principe de la réduction de dimension consiste à **réduire la complexité** d'un dataset en projetant ses données dans un espace de plus petite dimension, c'est-à-dire un espace avec moins de variables.

Apprentissage non supervisé: Réduction de dimension

Définition

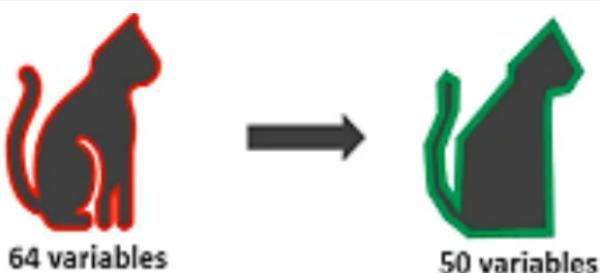
Le principe de la réduction de dimension consiste à **réduire la complexité** d'un dataset en projetant ses données dans un espace de plus petite dimension, c'est-à-dire un espace avec moins de variables.



Apprentissage non supervisé: Réduction de dimension

Définition

Le principe de la réduction de dimension consiste à **réduire la complexité** d'un dataset en projetant ses données dans un espace de plus petite dimension, c'est-à-dire un espace avec moins de variables.

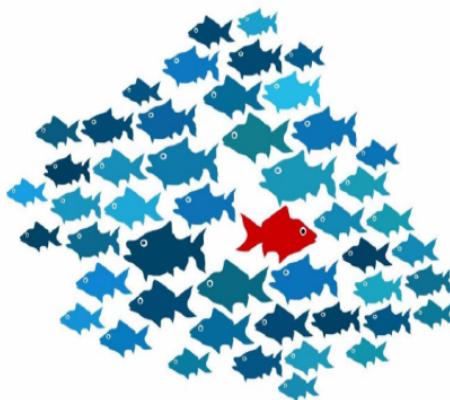


- Accélérer l'apprentissage de la machine
- Réduire le risque d'overfitting causé par la malédiction de la dimensionnalité
- Visualisation des données: projection dans un espace de dimension 1D, 2D ou 3D

Apprentissage non supervisé: Détection d'anomalie

Définition d'une anomalie

- **Une anomalie** est un événement rare ou comportement inhabituel qui se distingue du reste des données.
- Technique d'apprentissage non supervisé
- Les anomalies peuvent signaler des fraudes, des erreurs de système, ou des pannes dans des infrastructures critiques.



Apprentissage non supervisé: Détection d'anomalie

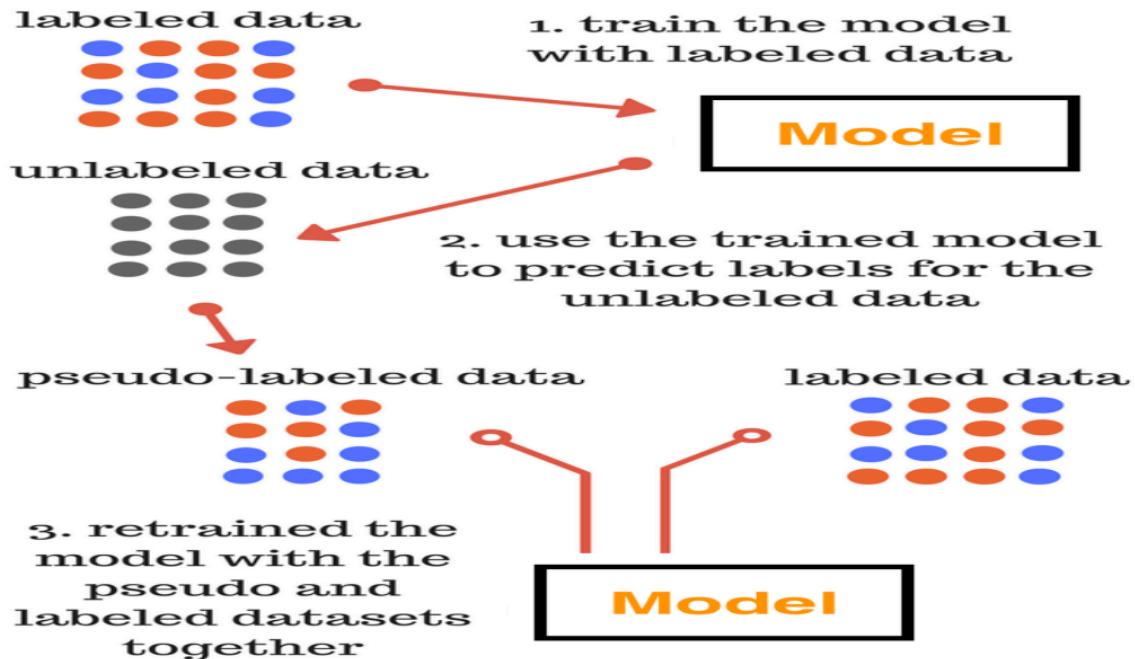
- **Détection de fraude bancaire :** Identification en temps réel de transactions financières suspectes.
- **Surveillance de réseaux et cybersécurité :** Détection d'intrusions ou d'activités malveillantes sur un réseau informatique.
- **Maintenance prédictive dans l'industrie :** Détecter les défaillances potentielles avant qu'elles ne surviennent en surveillant les équipements.
- **Identification de patients à risque** dans le domaine de la santé.

Apprentissage semi-supervisé

Définition

- L'apprentissage semi-supervisé consiste à apprendre des étiquettes à partir d'un jeu de données **partiellement étiqueté**.
- L'avantage de cette approche est qu'elle permet d'éviter d'avoir à étiqueter l'intégralité des exemples d'apprentissage, ce qui est pertinent quand il est facile d'accumuler des données mais que leur étiquetage requiert une certaine quantité de travail humain.

Apprentissage semi-supervisé



Exemple d'Apprentissage Semi-Supervisé

Classification de texte avec peu d'étiquettes

- ▶ Utilisé pour les **analyses de sentiment** et la **classification de thèmes**.
- ▶ Difficile d'obtenir des données largement étiquetées.
- ▶ L'apprentissage semi-supervisé exploite un grand nombre de textes **non étiquetés** pour renforcer les échantillons étiquetés.

Reconnaissance d'images médicales

- ▶ Secteurs : **Radiologie et pathologie**.
- ▶ Les étiquettes médicales sont coûteuses et nécessitent des experts.
- ▶ Modèle semi-supervisé utilisé pour détecter des **anomalies médicales** (ex. : tumeurs) avec un petit ensemble étiqueté et un grand ensemble non étiqueté.

Apprentissage par Reinforcement

Définition

- **Le reinforcement learning** met en oeuvre des algorithmes d'apprentissage qui tirent les leçons d'expériences répétées en procédant par essai-erreur.
- Il reproduit ainsi le mécanisme "naturel" d'acquisition des connaissances.



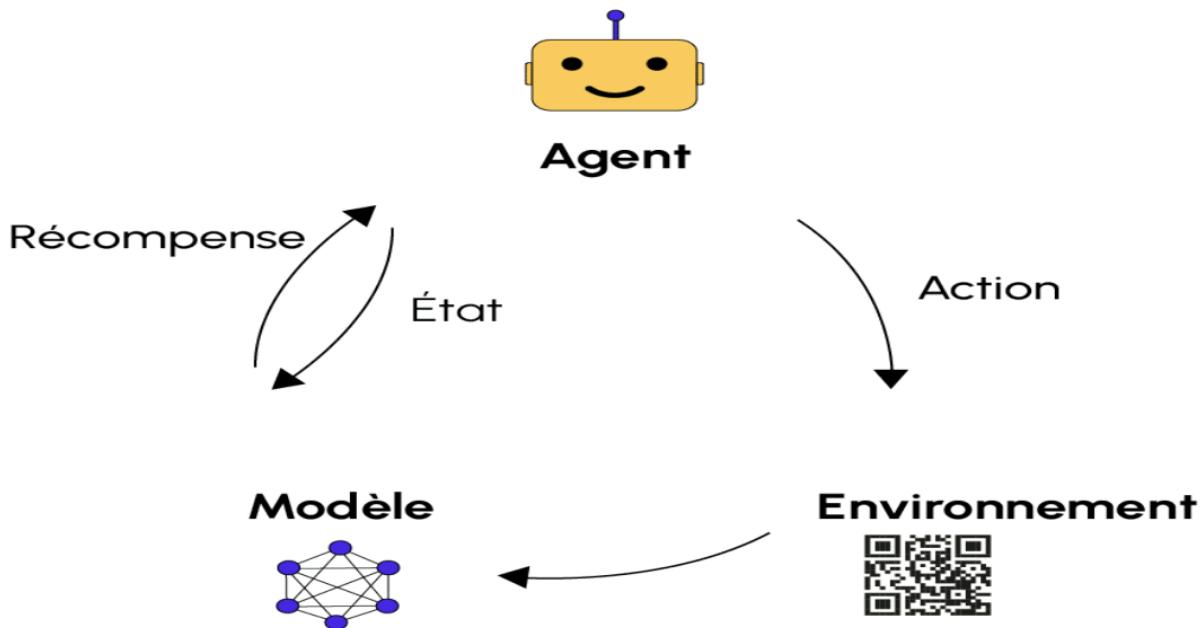
Apprentissage par Reinforcement

Définition

- **Le reinforcement learning** met en oeuvre des algorithmes d'apprentissage qui tirent les leçons d'expériences répétées en procédant par essai-erreur.
- Il reproduit ainsi le mécanisme "naturel" d'acquisition des connaissances.

- Les applications principales de l'apprentissage par renforcement se trouvent dans les jeux (échecs, go, etc) Robot, chatbot et la voiture autonome.
- L'avantage du reinforcement learning : pour programmer un robot, plus besoin d'un long et fastidieux travail de développement.
- L'ordinateur apprendra à opérer, à réagir à tel événement ou requête par lui-même.
- Un mode opératoire qui permet d'optimiser le temps d'apprentissage.

Apprentissage par Reinforcement





Apprentissage par Reinforcement

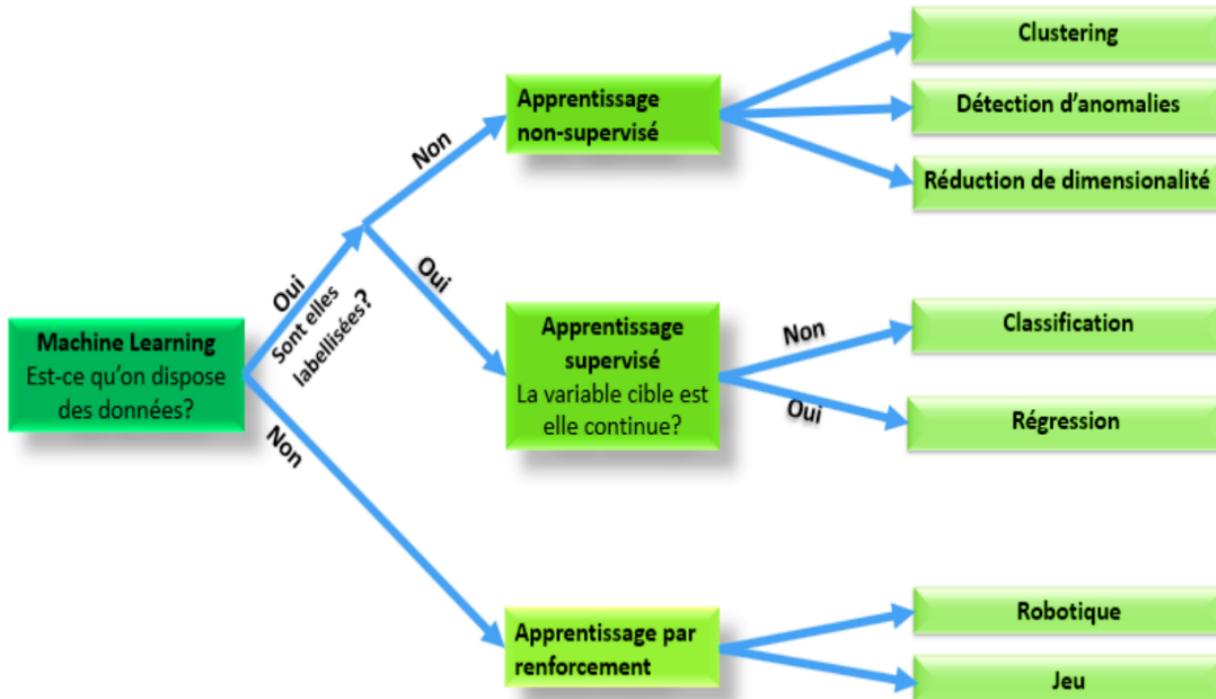
• Jeux vidéo et Échecs

- ▶ Objectif : Développer des stratégies gagnantes en jouant contre soi-même.
- ▶ Exemple : AlphaGo (DeepMind) a appris à jouer au Go, aux échecs, et à des jeux vidéo comme Dota et StarCraft.
- ▶ Méthode : Maximiser le score ou minimiser les erreurs grâce à l'expérience et l'amélioration continue.

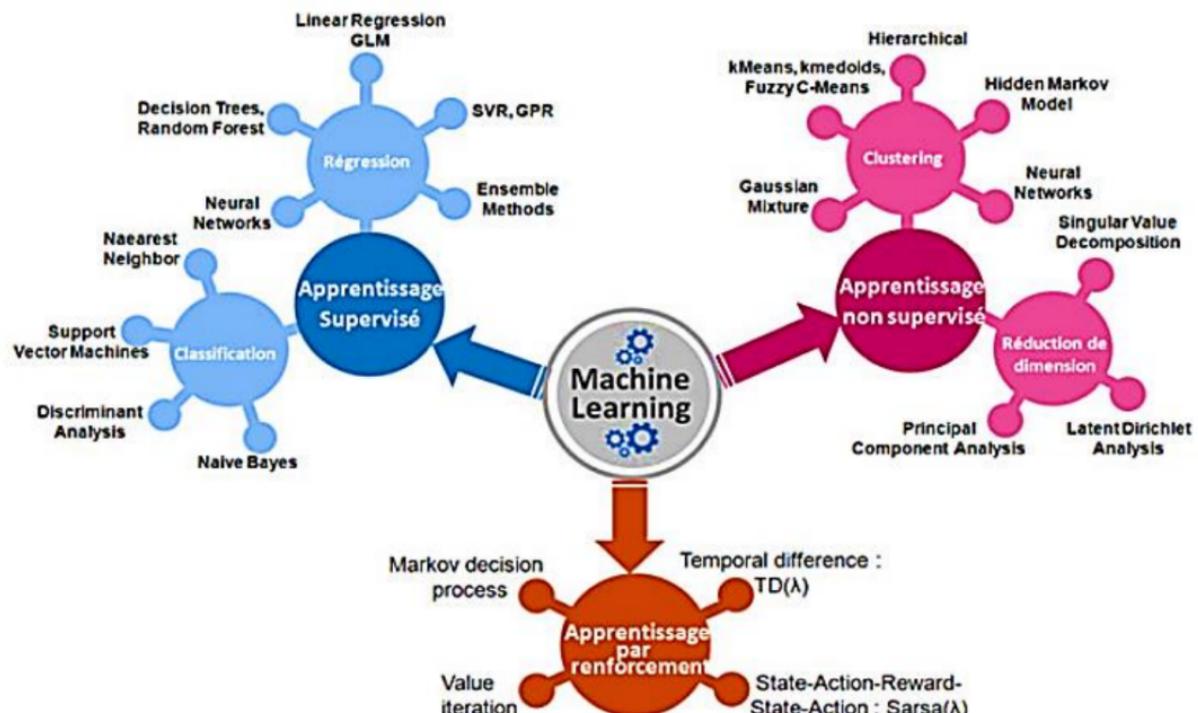
• Robots Industriels et Manipulation de Machines

- ▶ Objectif : Effectuer des tâches industrielles avec précision.
- ▶ Applications : Tri, assemblage, contrôle de qualité.
- ▶ Avantage : Réduction des erreurs et optimisation des séquences d'actions pour une meilleure efficacité.

Synthèse Machine Learning

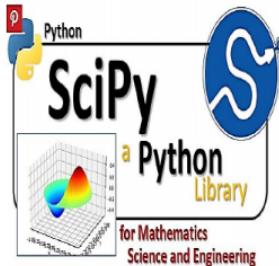
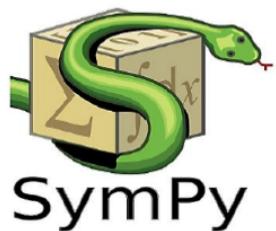


Algorithme de Machine Learning





Environnement de travail



Deep Learning

Deep Learning

Le Deep Learning ou apprentissage profond, est une discipline de machine Learning. Son fonctionnement s'apparente à celui du **réseau de neurones d'un cerveau humain.**

Deep Learning

Deep Learning

Le Deep Learning ou apprentissage profond, est une discipline de machine Learning. Son fonctionnement s'apparente à celui du **réseau de neurones d'un cerveau humain**.

Application

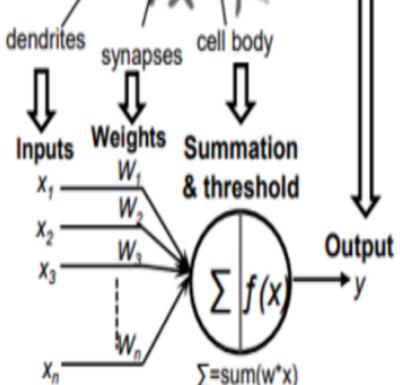
- Natural Language Processing (NLP) - Traitement du Langage Naturel
- Big Data / Data Science
- Reconnaissance Visuelle
- Reconnaissance Vocale
- Interfaces Conversationnelles (Chatbots)
- Chaine Robotique (Industrie & Services)



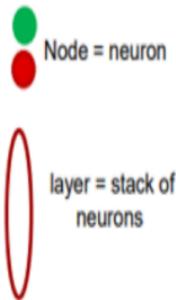
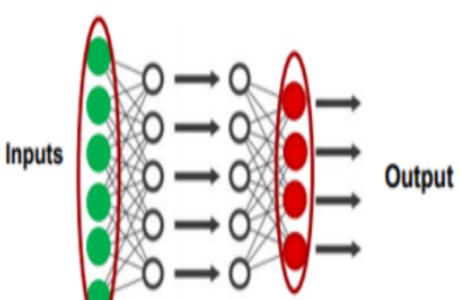
Neurone biologique vs neurone artificiel

Neurone biologique vs neurone artificiel

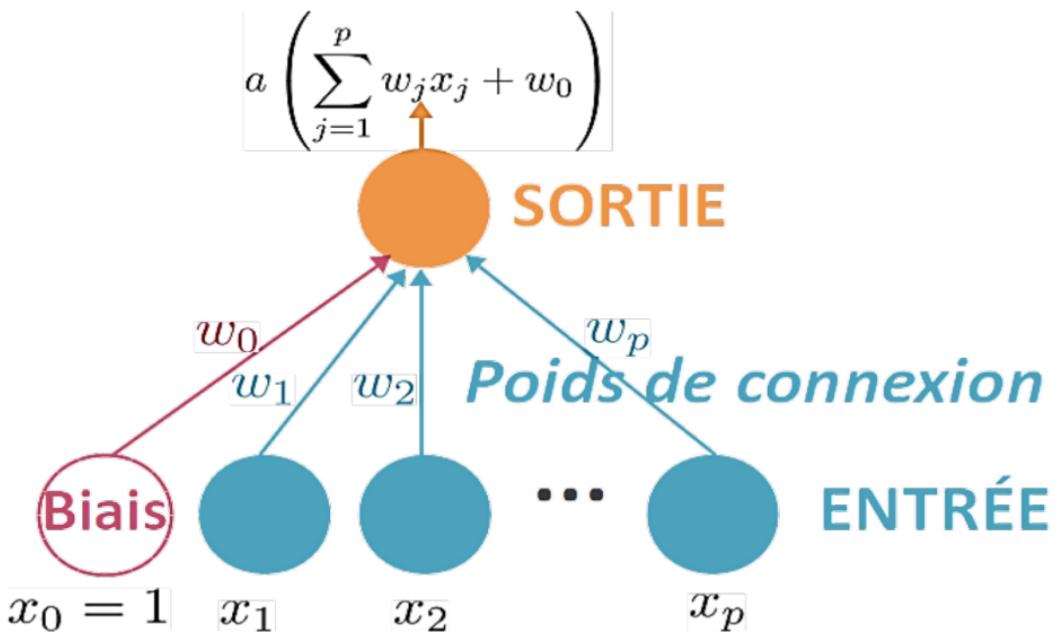
Biological neuron



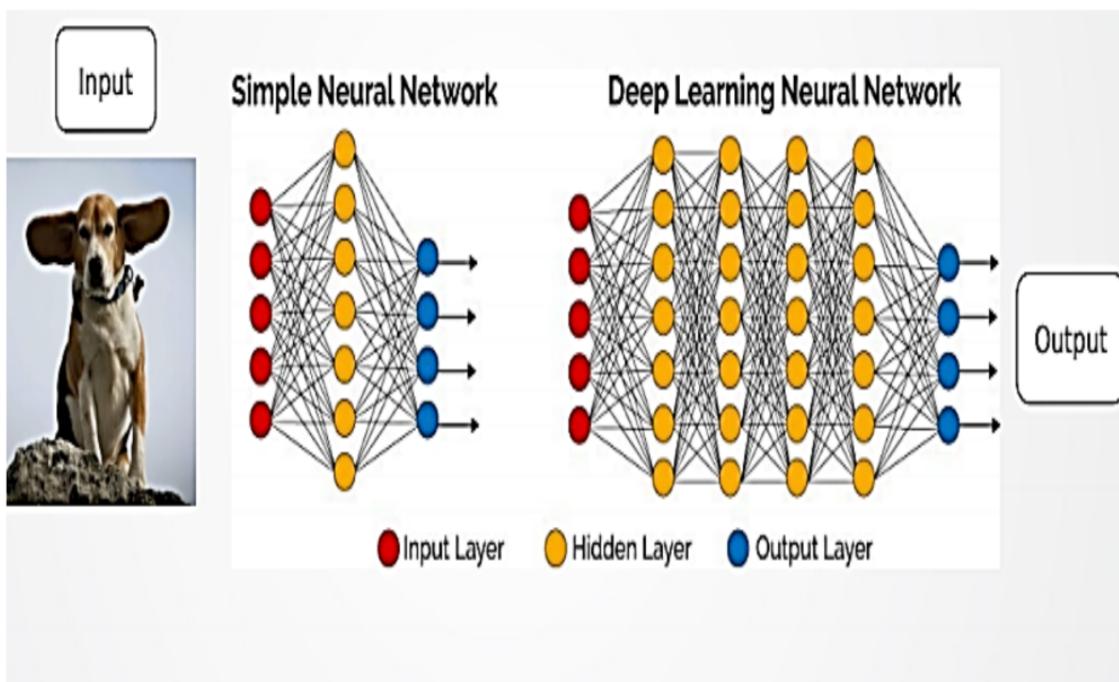
Biologocal neuron	Artificial neuron
dendrites	inputs
synapses	weight
axon	output
cell body	summation and threshold



Architecture d'un neurone artificiel



Architecture d'un réseaux de neurones





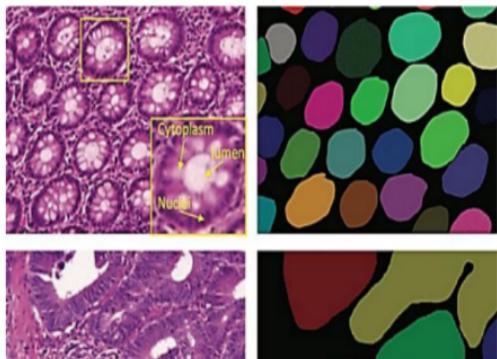
Domaines d'application de DL



Robotiques



Traitement des images

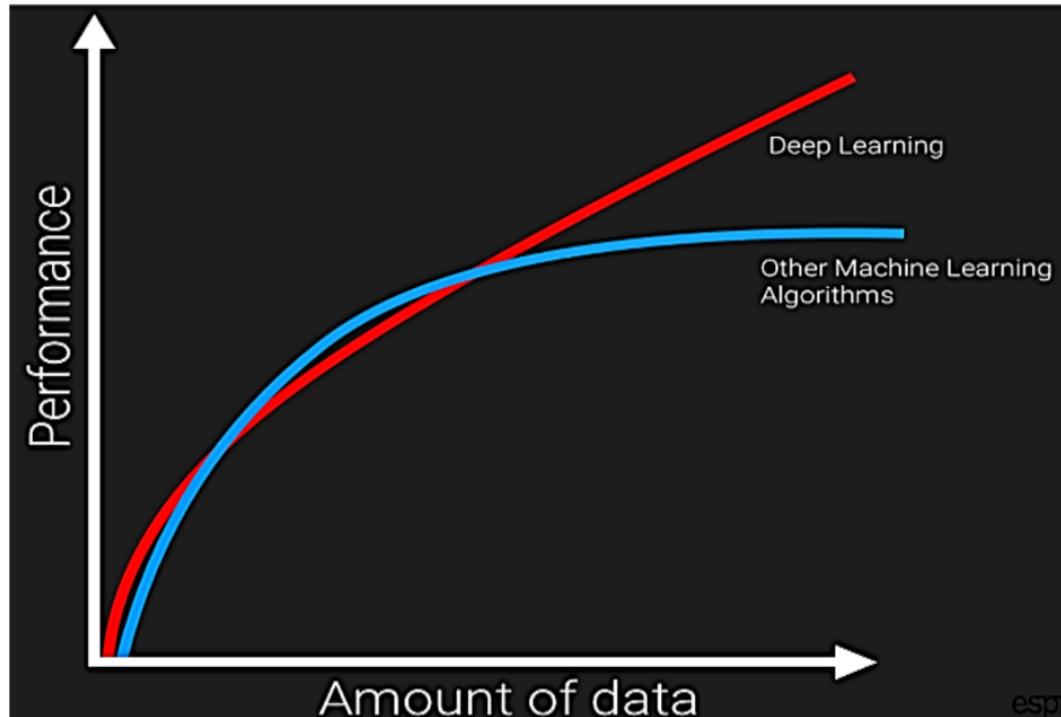


Santé



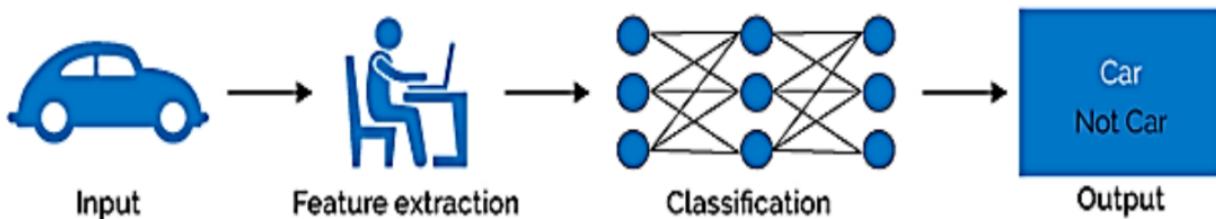
Contrôle de qualité

Machine Learning VS Deep learning

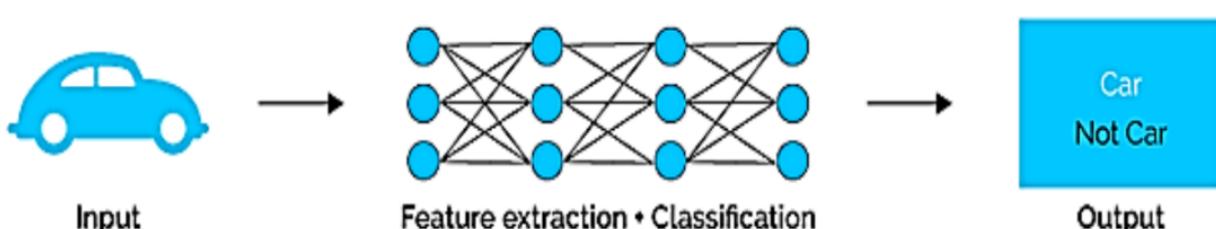


Machine Learning VS Deep learning

Machine Learning

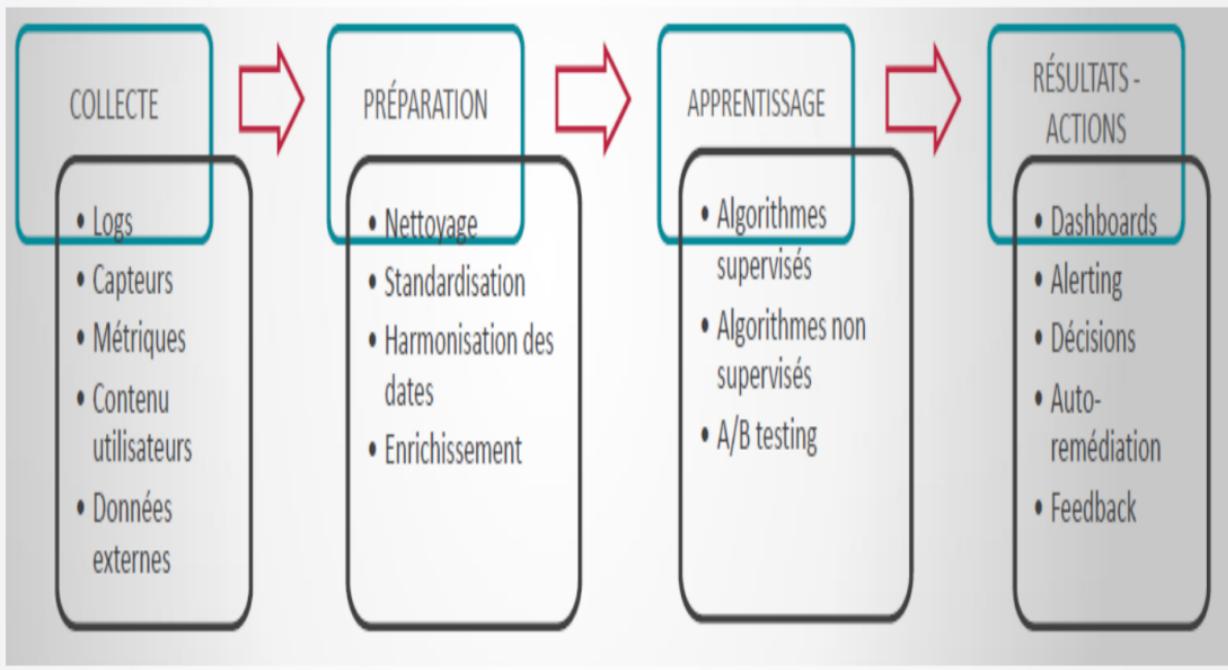


Deep Learning



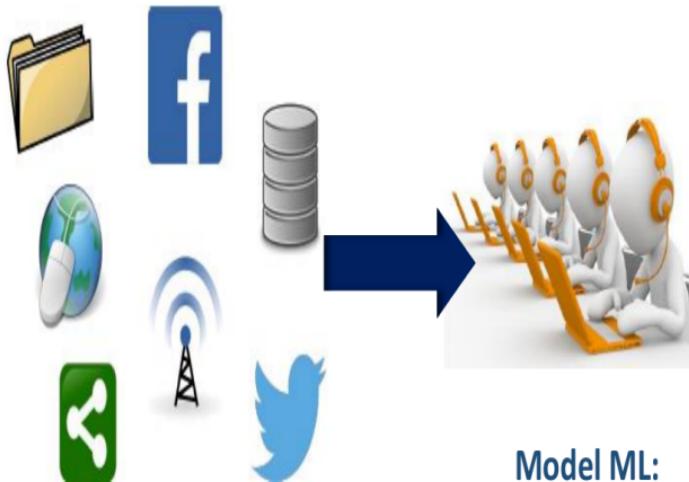


Pipeline d'un projet Machine Learning





Pipeline d'un projet Machine Learning

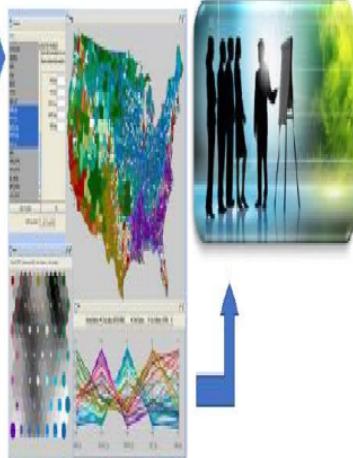


Input:

- Réseaux sociaux
- Capteurs
- Appareils
- ...

Model ML:

- Régression
- Classification
- Clustering
- ...



Output:

- Résultat: exploratoires, prédictifs ou classificatoires

CRISP-DM

- Un projet Machine Learning est une démarche: **CRISP-DM**.
- La méthode CRISP-DM qui signifie **Cross-Industry Standard Process for Data Mining** a été au départ développée par IBM dans les années 60 pour réaliser les projets Data Mining.
- La méthode CRISP a été officiellement adoptée par Business & Decision et son utilisation constitue donc un facteur déterminant à la réussite des projets Data Science.

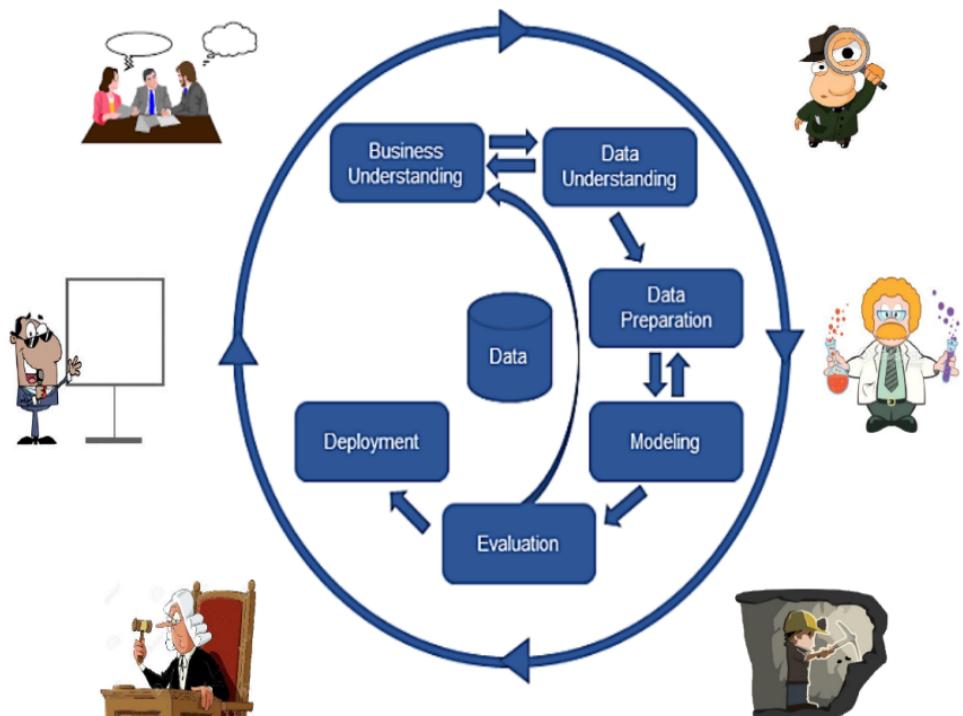
CRISP-DM

- Un projet Machine Learning est une démarche: **CRISP-DM**.
- La méthode CRISP-DM qui signifie **Cross-Industry Standard Process for Data Mining** a été au départ développée par IBM dans les années 60 pour réaliser les projets Data Mining.
- La méthode CRISP a été officiellement adoptée par Business & Decision et son utilisation constitue donc un facteur déterminant à la réussite des projets Data Science.

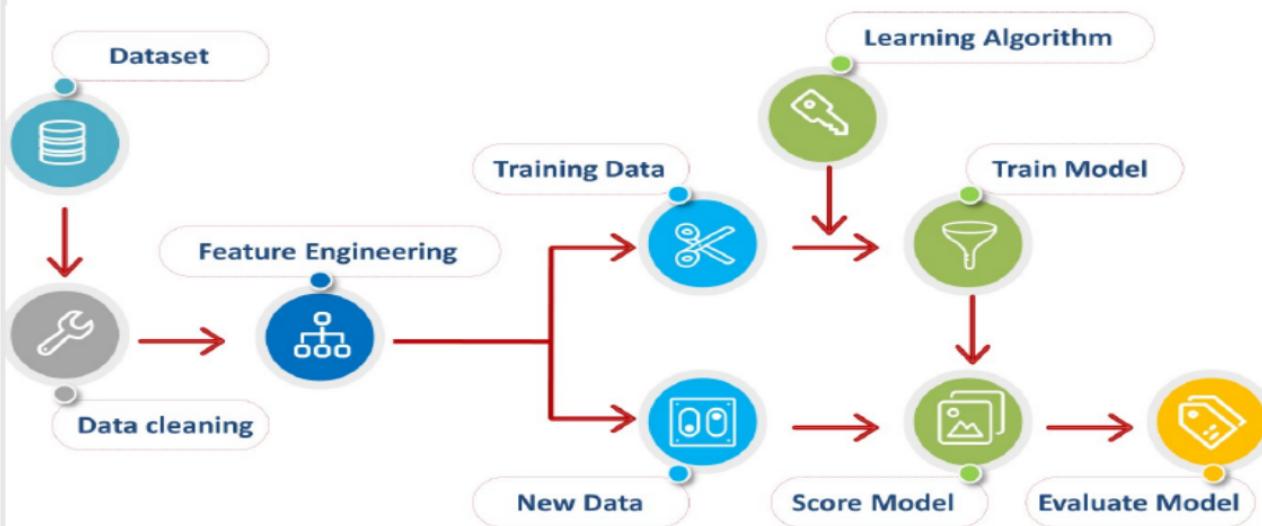
Etape de CRISP-DM

- ① Compréhension du métier
- ② Compréhension des données
- ③ Préparation des données
- ④ Modélisation
- ⑤ Evaluation
- ⑥ Déploiement

Machine Learning:Projet



Machine Learning:Pratique



**General
process**



Vocabulaire

- **Cible (Target)** : catégorie ou valeur prédictive des données (colonne à prédire)
- **Caractéristiques (Features)** : propriétés des données utilisées pour la prédiction (colonnes non-cibles)
- **Exemple (Example)** : un seul point de données dans l'ensemble de données (une ligne)
- **Étiquette (Label)** : la valeur cible pour un seul point de données

Exemple: base de données Iris

Présentation :

- La base de données **Iris** est l'une des plus utilisées en apprentissage automatique et en statistiques.
- Contient des informations sur trois espèces de fleurs d'iris :
 - ▶ *Iris setosa*
 - ▶ *Iris versicolor*
 - ▶ *Iris virginica*

Attributs :

- Longueur du sépale (cm)
- Largeur du sépale (cm)
- Longueur du pétale (cm)
- Largeur du pétale (cm)

Exemple: base de données Iris

sepal length	sepal width	petal length	petal width	species
6.7	3.0	5.2	2.3	virginica
6.4	2.8	5.6	2.1	virginica
4.6	3.4	1.4	0.3	setosa
6.9	3.1	4.9	1.5	versicolor
4.4	2.9	1.4	0.2	setosa
4.8	3.0	1.4	0.1	setosa
5.9	3.0	5.1	1.8	virginica
5.4	3.9	1.3	0.4	setosa
4.9	3.0	1.4	0.2	setosa
5.4	3.4	1.7	0.2	setosa

Exemple: base de données Iris

sepal length	sepal width	petal length	petal width	species
6.7	3.0	5.2	2.3	virginica
6.4	2.8	5.6	2.1	virginica
4.6	3.4	1.4	0.3	setosa
6.9	3.1	4.9	1.5	versicolor
4.4	2.9	1.4	0.2	setosa
4.8	3.0	1.4	0.1	setosa
5.9	3.0	5.1	1.6	virginica
5.4	3.9	1.3	0.4	setosa
4.9	3.0	1.4	0.2	setosa

Target:
Column to be predicted.

Exemple: base de données Iris

Features:
Attributes of the data.

sepal length	sepal width	petal length	petal width	species
6.7	3.0	5.2	2.3	virginica
6.4	2.8	5.6	2.4	virginica
4.6	3.4	1.4	0.2	setosa
6.9	3.1	4.9	1.5	versicolor
4.4	2.9	1.4	0.2	setosa
4.8	3.0	1.4	0.1	setosa
5.0	3.0	5.1	1.8	virginica
5.4	3.9	1.3	0.4	setosa
4.9	3.0	1.4	0.2	setosa

Target:
Column to be predicted.

Exemple: base de données Iris

Features:

Attributes of the data.

Example:

Single data point.

Target:

Column to be predicted.

sepal length	sepal width	petal length	petal width	species
6.7	3.0	5.2	2.3	virginica
6.4	2.8	5.6	2.1	virginica
4.6	3.4	1.4	0.2	setosa
6.9	3.1	4.9	1.5	versicolor
4.4	2.9	1.4	0.2	setosa
4.8	3.0	1.4	0.1	setosa
5.0	3.0	5.1	1.8	virginica
5.4	3.9	1.3	0.4	setosa
4.9	3.0	1.4	0.2	setosa

Exemple: base de données Iris

Features:

Attributes of the data.

Example:

Single data point.

Label:

Target value.

Target:

Column to be predicted.

sepal length	sepal width	petal length	petal width	species
6.7	3.0	5.2	2.3	virginica
6.4	2.8	5.6	2.1	virginica
4.6	3.4	1.4	0.2	setosa
6.9	3.1	4.9	1.5	versicolor
4.4	2.9	1.4	0.2	setosa
4.8	3.0	1.4	0.1	setosa
5.9	2.0	5.1	1.8	virginica
5.4	3.9	1.3	0.4	setosa
4.9	3.0	1.4	0.2	setosa

Conclusion

- **Exploration des Fondements:** Compréhension des bases de l'intelligence artificielle, du machine learning et du deep learning.
- **Impact et Applications:** Transformation des secteurs (santé, finance, etc.) grâce à des solutions innovantes.
- **Principes Théoriques:** Étude des algorithmes, modèles et architectures clés.
- **Compétences Pratiques:** Développement et déploiement de solutions d'IA à travers des projets concrets.

Qu'est ce que l'Intelligence Artificielle?



Machine Learning



Deep learning



Pipeline d'un projet Machine Learning



Vocabulaire du Machine Learning



59

Thank you for your attention.