

INTRODUCTION À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Informatique Tronc Commun
E. CLERMONT



PRINCIPES

- L'intelligence artificielle, souvent appelée **IA**, est déjà tout autour de nous : dans le téléphone, dans le moteur de recherche de notre ordinateur, dans les voitures et dans les maisons.
- Elle nous aide à accomplir **les tâches répétitives et complexes** que nous sommes bien contents de lui confier. C'est un assistant pratique au quotidien.
- Ces dernières années, l'intelligence artificielle a beaucoup progressé. Elle est même devenue experte dans certains domaines. Elle est maintenant capable d'exécuter des tâches sophistiquées grâce aux instructions programmées par les ingénieurs.
- Exemples d'utilisation :
 - Grâce aux millions de radios qu'elle a visionnées, une intelligence artificielle bien programmée peut aider les radiologues à identifier la fissure d'un os.
 - Grâce aux millions de diagnostics qu'elle a analysés, elle peut guider les médecins dans le suivi de leurs patients.
 - Elle peut aussi conduire une voiture, traduire un texte en français, piloter un satellite, donner le meilleur itinéraire ou suggérer une chanson qui plaira à coup sûr.
- L'intelligence artificielle est un mélange de **mathématiques et d'informatique**.

2

PRINCIPES

- Intelligence artificielle (IA) : ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine
- Concept flou dont les bornes varient selon les époques. Ainsi, la recherche de plus court chemin était considéré comme de l'IA dans les années 50 mais n'est plus considéré que comme un programme d'algorithmique.
- Une origine probable : un article d'Allan Turing « Computing Machinery and Intelligence » (1950) dans lequel il propose une expérience visant à trouver à partir de quand une machine deviendrait consciente.
- Une autre origine probable : en 1949, Warren Weaver publie un memorandum sur la traduction automatique des langues qui suggère qu'une machine peut faire une tâche qui relève typiquement de l'intelligence humaine.

3

PRINCIPES

- L'IA est loin de nous remplacer.
- **IA faible** : définie comme une intelligence limitée à l'exécution de tâches précises et elle est non sensible.

=> technologie orientée vers l'exécution de tâches qui lui sont attribuées.

C'est un outil intelligent dans la mesure où il est capable d'améliorer son procédé par lui-même, mais toujours avec instructions.

Exemples : SIRI ou ALEXA : ces systèmes, bien qu'ils fonctionnent avec la reconnaissance vocale, sont plutôt limités au niveau des tâches à effectuer.

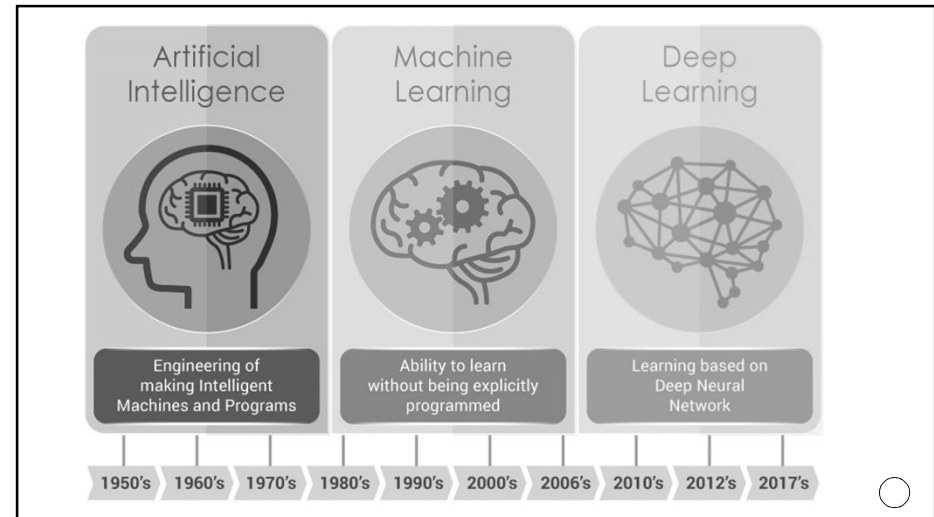
- **IA forte** : forme de machine intelligente qui équivaut à l'intelligence humaine. Les principales caractéristiques de l'**IA forte** comprennent la capacité de raisonner, de résoudre des énigmes, de porter des jugements, de planifier, d'apprendre et de communiquer..

4

PRINCIPES

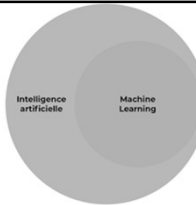
- Si elle est très douée dans la réalisation de tâches extrêmement spécialisées qu'un ingénieur lui a apprises (IA faible), elle est encore incapable de raisonner comme un être humain (IA forte). Elle ne peut pas prendre de décision en groupe, s'appuyer sur des émotions ou sur du vécu.
- Elle peut en revanche devenir **un assistant utile** dans de nombreux domaines.

5



L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

- Apprentissage automatique (AA) : Domaine de l'IA fondé sur des techniques mathématiques et statistiques pour donner aux ordinateurs la capacité d'apprendre à partir de données : améliorer leurs performances à résoudre des tâches sans être explicitement programmés pour chacune.
- L'apprentissage automatique ou machine learning consiste à écrire un programme qui au début ne sait rien faire, mais qui va **apprendre** à faire quelque chose avec le **temps** et l'**expérience**.
- Arthur Samuel, professeur américain, 1^{er} à utiliser le terme de Machine Learning (1959) pour expliquer le fonctionnement de son programme de jeu de Dames, écrit en 1952 pour IBM.
=> le Machine Learning est une discipline qui vise à donner à un ordinateur la capacité d'apprendre, plutôt que de dicter comment il doit faire les choses

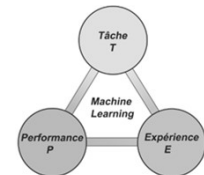


Arthur Lee Samuel (1959)

Machine Learning the "field of study that gives computers the ability to learn without being explicitly programmed".

L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

- Définition de Tom Mitchell (1998) :
« Une machine apprend, lorsque sa **Performance P** à faire une **Tâche T** s'améliore grâce à une nouvelle **Expérience E** ».
- Il existe de nombreux **algorithmes d'apprentissage automatique**.
- Les 3 familles d'algorithmes les plus utilisées :
- **Apprentissage supervisé (Supervised Learning)**
- **Apprentissage non supervisé (Unsupervised Learning)**
- **Apprentissage par renforcement (Reinforcement Learning)**



8

L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

- Principe
- Construire un modèle à partir de données.
- **Phase d'apprentissage** : la machine explore une base de données.
- Apprentissage supervisé : chaque donnée explorée est accompagnée d'une étiquette (par exemple, pour chaque photo, on indique si un chat est présent ou non).
- Apprentissage non supervisé : la machine effectue elle-même une classification ; elle identifie la structure (plus ou moins cachée) des données.
- Dans une seconde phase, dite **phase de test**, on compare la prédiction faite par la machine et la véritable réponse.

9

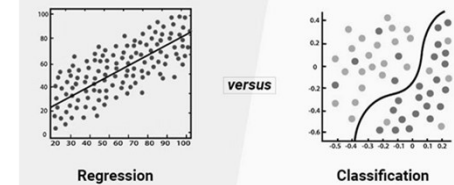
L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE SUPERVISÉ

On considère en général 2 familles de problèmes :

- Les problèmes de **régression**, qui consistent à prédire la valeur d'une variable **continue**

Exemples :

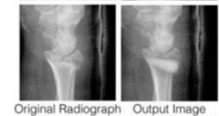
- Prix de l'immobilier
- Valeur d'une action boursière
- Température qu'il fera demain ou dans 10 ans
- Somme du panier achat client
- Consommation électrique d'une usine
- Position du bras d'un robot en automatique
- ...



- Les problèmes de **classification**, qui consistent à prédire la valeur d'une variable **discrète**.

Exemples :

- L'animal est sur la photo est-il un chien ? Un chat ? Un hamster ?
- Les analyses médicales mettent-elles en évidence un cancer ?
- La radio montre-t-elle une fracture ?
- Cet email est-il un spam ?
- Ce logiciel est-il un malware ?



10

L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE SUPERVISÉ

Algorithmes d'apprentissage supervisé

Les algorithmes d'apprentissage supervisé sont nombreux :

- K plus proches voisins (K-Nearest Neighbours),
- Régression linéaire,
- Régression logistique,
- Machines à vecteurs de support ou séparateurs à vaste marge (Support Vector Machine),
- Réseau de neurones (Neural Network),
- Naive Bayes,
- Forêts aléatoires (Random Forest),
- Adaboost,
- ...

11

L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE NON SUPERVISÉ

Apprentissage non supervisé ou Laisser la machine apprendre toute seule.

On ne supervise pas l'apprentissage, c'est-à-dire qu'on ne montre pas à la machine des exemples de ce qu'elle est censée nous donner comme résultats, le programme qui auparavant procédait à son auto-évaluation, ne sait plus quoi faire car il ne peut pas comparer ses résultats avec des exemples.

S'il n'y a pas d'exemples à copier, que faut-il apprendre ?

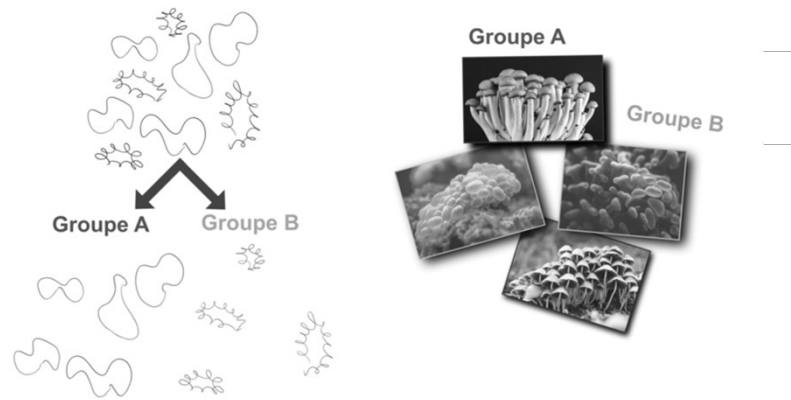
Ici, on demande au programme d'apprendre à reconnaître des **structures** dans ce qu'on lui montre :

- des **ressemblances**.
- des **différences**.

Avec la connaissance que le programme va développer sur ces structures, on va pouvoir l'utiliser pour faire pleins de choses comme regrouper ses exemples selon leurs points communs.

12

L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE NON SUPERVISÉ



13

L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE NON SUPERVISÉ

Applications de l'apprentissage non supervisé

utile pour faire des études de marché, du business, du merchandising (rassembler ensemble les produits qu'un client est susceptible d'acheter).
On va se servir de la connaissance qu'un programme aura accumulé en analysant la structure de données qu'on lui donne pour la recherche scientifique, la recherche médicale (classer de nouvelles maladies, nouvelles bactéries) pour étudier le comportement des animaux, décrypter des langues anciennes, ou encore la réduction de dimensions. Une autre application très courante est le développement de systèmes de détections d'anomalies (fraudes bancaires, piratage internet, caméra de surveillance).

En général, si on dispose de **données étiquetées**,

- on opte pour l'**apprentissage supervisé**,
- on utilise l'**apprentissage non supervisé** dans les cas où les données sont mal comprises voire **inconnues** (par exemple la recherche médicale).

14

L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE NON SUPERVISÉ

Applications de Algorithmes d'apprentissage non supervisé

Les algorithmes les plus utilisés :

- K-mean Clustering,
- Anomaly Detection Systems,
- Principal Component Analysis,
- Auto-encoder Neural Networks,
- Generative Adversarial Network,
- Manifold Learning,
- ...

15

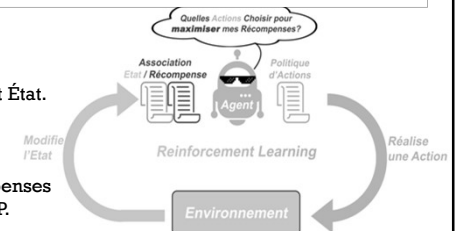
L'APPRENTISSAGE PAR RENFORCEMENT

Apprentissage par renforcement (Reinforcement Learning) : Laisser la Machine générer sa propre expérience.

c'est cette discipline qui s'approche le plus de l'idée de 'robot intelligent' capable de **faire** ce que nous faisons: conduire une voiture, résoudre des problèmes, jouer aux échecs, etc.

Dans cette technique, la machine génère **elle-même** ses propres expériences. Sous forme d'**Agent**, elle a la liberté d'entreprendre des **Actions** au sein d'un **Environnement**.

Suivant l'action entreprise, l'Environnement modifie l'**État** de l'Agent et donne une récompense **positive** ou **négative** associée à cet État. Ceci constitue une nouvelle expérience.
Au sein du programme, il y a un algorithme qui développe une **politique d'actions** dans le but de **maximiser** le nombre de récompenses positives, c'est-à-dire améliorer la performance P.



16

L'APPRENTISSAGE PAR RENFORCEMENT

Applications de l'apprentissage par renforcement

- les voitures autonomes,
- les drones,
- la robotique,
- AlphaGo et AlphaZero (Deep Mind) pour jouer au Go,
- jeux, y compris les jeux vidéo et pour résoudre des problèmes.
-



Algorithmes d'apprentissage par renforcement

Les algorithmes populaires de l'apprentissage par renforcement sont :

- la recherche de Monte Carlo,
- Temporal Difference Learning,
- SARSA,
- Q-Learning.

17

IA / APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE - BILAN

À la base, un ordinateur ne sait faire qu'une seule chose : des **calculs**,

Ainsi, l'**IA** représente l'ensemble des techniques qui cherchent à élaborer des systèmes capables de simuler ce que les êtres humains font.

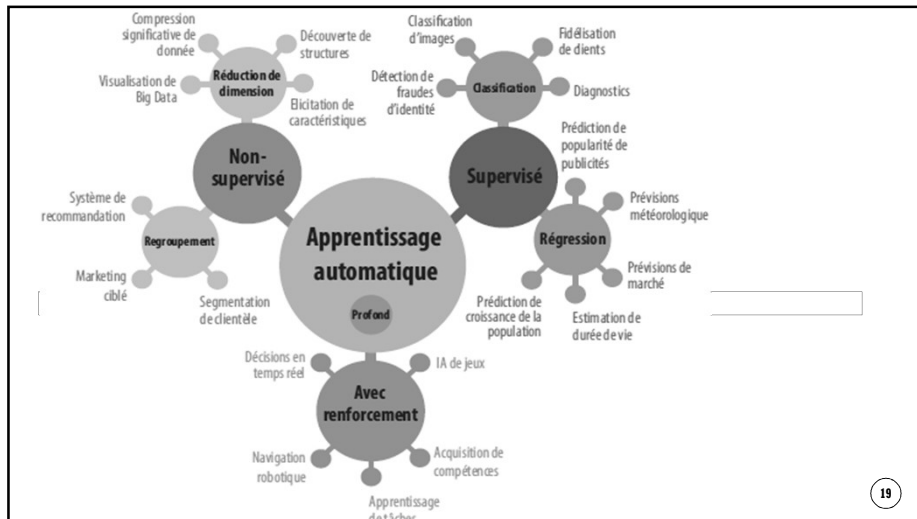
Parmi ces techniques, on trouve le **Machine Learning**, qui fonctionne tellement bien qu'il a envahi notre quotidien.

Le machine Learning consiste à écrire un programme qui **apprend** à faire une **Tâche T** lorsque sa **Performance P** s'améliore avec une **Expérience E**.

Pour se faire, on utilise couramment des algorithmes :

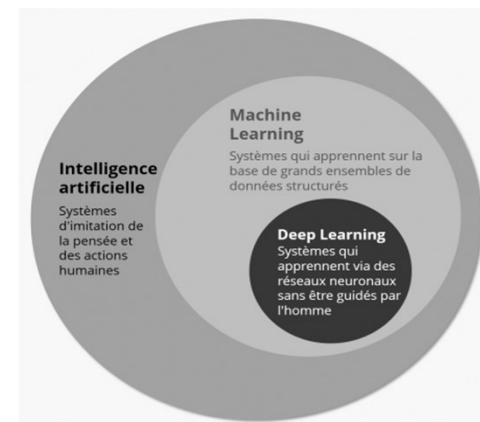
- D'apprentissage supervisé,
- D'apprentissage non supervisé,
- D'apprentissage par renforcement.

18



19

IA / APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE - BILAN



20

L'APPRENTISSAGE PROFOND (DEEP LEARNING)

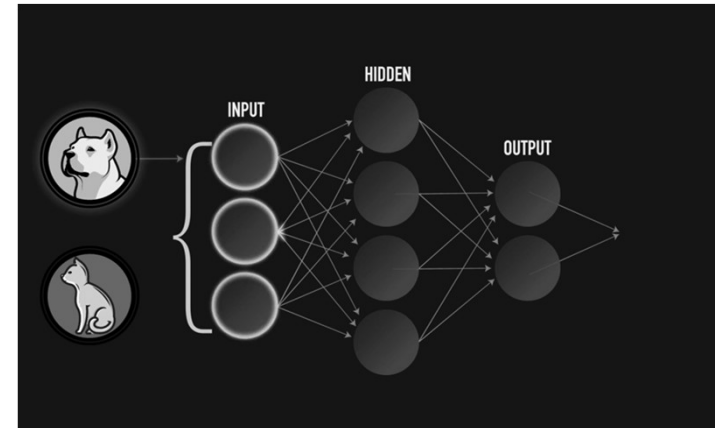
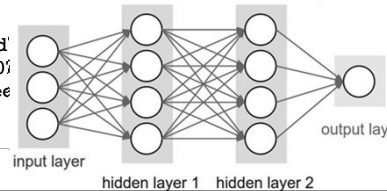
L'apprentissage profond : apprentissage automatique à grande échelle

D'une manière générale, plus on fournit d'expériences (c'est-à-dire de données) à une machine, meilleure sera sa performance.

Ainsi, l'**apprentissage profond**, qui est une discipline au sein même du Machine Learning, cherche à entraîner des modèles extrêmement complexes avec des milliards de données dans le but de surpasser les performances humaines.

Les algorithmes de deep learning sont **capables de mimer les actions du cerveau humain grâce à des réseaux de neurones artificiels**. Les réseaux sont composés de dizaines voire de centaines de « couches » de neurones, chacune recevant et interprétant les informations de la couche précédente.

Le Machine Learning et le Deep Learning sont aujourd'hui ceci grâce à l'émergence des objets connectés en 2000, fournissent aujourd'hui une grande quantité de données aux modèles des Data Scientists.



INTRODUCTION À L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Informatique Tronc Commun
E. CLERMONT

