

Chapitre 3.5 : L'intelligence artificielle

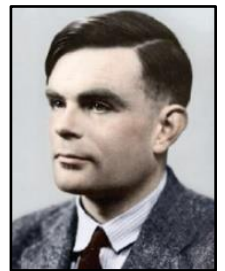
L'être humain n'a cessé d'accroître son pouvoir d'action sur le monde, utilisant son intelligence pour construire des outils et des machines. Il a élaboré un mode de pensée algorithmique susceptible d'être codé dans des langages permettant de commander ces machines. Aujourd'hui, l'intelligence artificielle permet la résolution de problèmes jusqu'ici réservés aux humains : reconnaître et localiser les objets dans une image, conduire une voiture, traduire un texte, dialoguer, etc. Un champ de l'intelligence artificielle ayant permis des applications spectaculaires est celui de l'apprentissage machine.

I – Traiter l'information

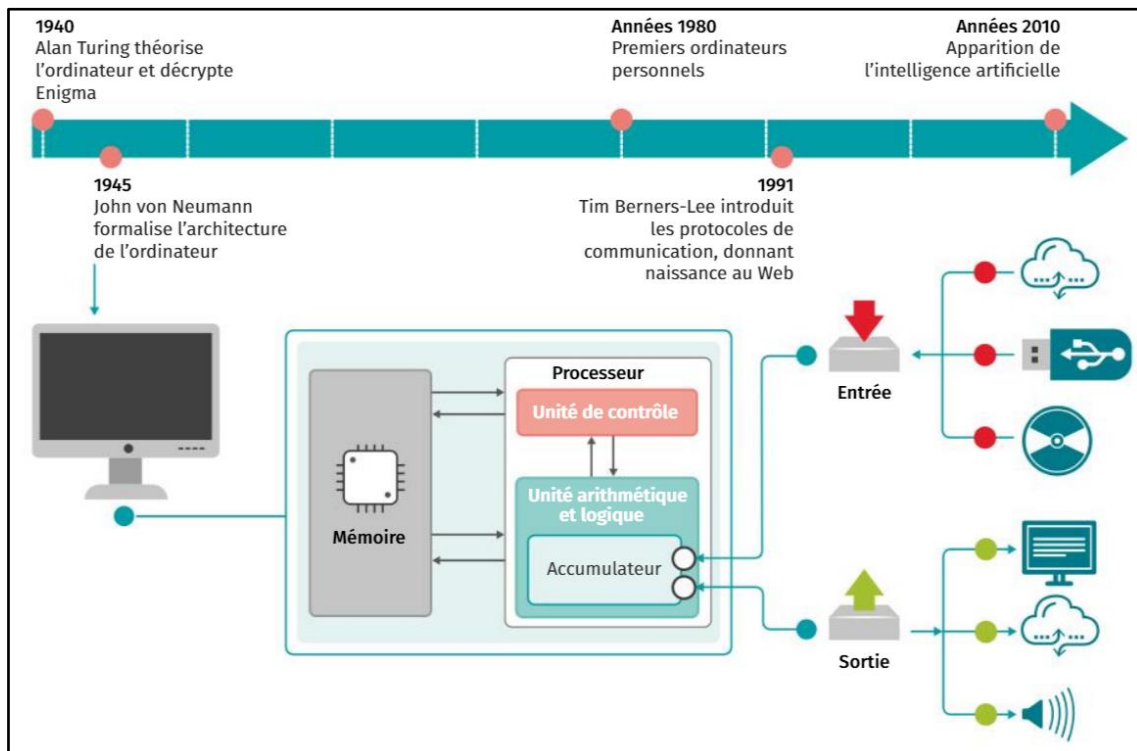
1) De l'automate à l'ordinateur moderne

Les automates inventés dès le XVII^e siècle ont permis l'automatisation de certaines tâches à l'aide de programmes codés sur des rubans ou des cartes perforées et traités par des systèmes mécaniques. Chaque automate permettait alors d'effectuer une seule tâche.

Personnage central dans l'histoire de l'informatique, **Alan Turing** développa à partir de 1936 le concept de machine universelle, permettant d'effectuer n'importe quel calcul basé sur une procédure algorithmique (une suite d'opérations logiques). Il contribue à décrypter Enigma, la machine de cryptage de l'armée Allemande, pendant la seconde guerre mondiale, et conceptualise les premiers tests d'intelligence artificielle par la suite.

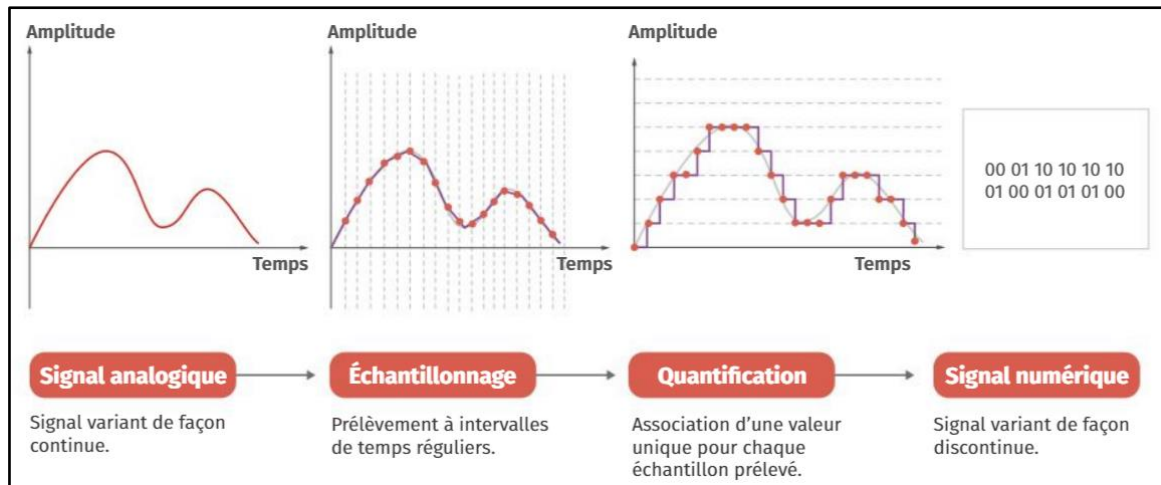


L'ordinateur moderne est une concrétisation de cette machine universelle. Il s'appuie sur une unité de calcul (le processeur) et de la mémoire afin d'effectuer des calculs et de traiter des données.



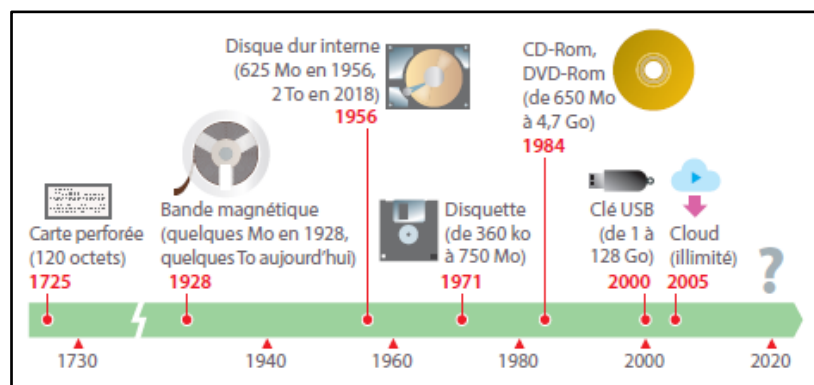
2) Les données informatiques

Elles sont codées à l'aide du **système binaire** (des suites de 0 et de 1) capable de représenter n'importe quel type d'information. Ces données numériques nécessitent parfois une étape préalable de numérisation si elles sont initialement analogiques (scan d'une image, enregistrement d'un son, etc.).



Le type d'information contenu dans un fichier influe fortement sur sa taille. Ainsi, un fichier texte ne représente qu'une vingtaine de Ko (kilooctets). La norme internationale ASCII définit la façon de coder les caractères d'un texte. Chaque caractère est codé par un octet (une suite de 8 nombres constituée uniquement de 0 et de 1). Par conséquent, **la taille d'un fichier texte en octets est égale au nombre de caractères du texte.**

Un fichier image a quant à lui une taille de quelques Mo (mégaoctets), un fichier audio plusieurs dizaines de Mo et un fichier vidéo de bonne qualité peut avoir une taille de plusieurs Go (gigaoctets). Les supports de stockage ont par conséquent du évoluer régulièrement avec les progrès réalisés.



II – La programmation, le cerveau de l'ordinateur

Pour programmer un ordinateur, il faut savoir traduire la résolution d'un problème en **algorithmes**. Le code écrit pour ces programmes peut comporter jusqu'à plusieurs centaines de millions de lignes, et peut être sujet aux erreurs (**bugs** ou **bogues** en français). Ces dernières peuvent conduire à des dysfonctionnements dont les conséquences peuvent être plus ou moins graves.

Les algorithmes peuvent être exprimés dans un **langage de programmation de haut niveau** comme Java, Python ou Scratch. Ces types de langage sont indépendants du matériel utilisé et beaucoup plus simples à utiliser, à déchiffrer, mais aussi à déboguer.

Des fichiers particuliers, appelés **exécutables**, ont pour but de générer des instructions à partir d'un programme. Ces fichiers se différencient par leur extension et sont propres à chaque système d'exploitation (*.exe sous Windows et *.app sous Mac OS par exemple).

III – Les données, carburant de l'intelligence artificielle

1) L'IA

Il existe un grand nombre de cas pour lesquels il est très difficile de trouver une règle explicite (comme comprendre un texte, reconnaître une image ou un son, etc.) permettant de construire un algorithme. Dans ces cas-là, des algorithmes **d'intelligence artificielle** (IA) visent à modéliser les compétences humaines et leur capacité d'apprentissage. Tout comme l'informatique, l'IA a su se faire une place de choix dans notre quotidien et permet d'aborder des problèmes auparavant insolubles.

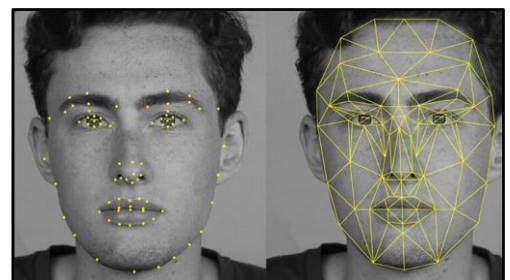
2) L'apprentissage machine

La majorité des algorithmes d'IA repose sur le principe de **l'apprentissage machine (ou machine learning)** qui permet aux ordinateurs de réagir dans des situations inédites à partir de données d'entraînement sélectionnées par le programmeur. Celui-ci peut être supervisé si l'on fournit à l'algorithme les catégories ou valeurs attendues, ou non supervisé si on laisse l'algorithme trouver ses propres classes.

Des méthodes mathématiques de repérage de tendance (corrélations, similarités) et de probabilités sont utilisées sur de grandes quantités de données (big data). Elles permettent ensuite d'effectuer des **prédictions** ou de prendre des **décisions** dans des situations nouvelles.



Lors de son utilisation en inférence (lorsqu'elle déduit logiquement une conclusion à partir de données considérées comme vraies), un programme d'IA reflètera la qualité des données fournies : tout **biais** de représentativité (une erreur de prédiction due à un mauvais choix de données d'entraînement) aura un impact direct sur les performances.



Enfin, l'utilisation de cette technologie peut soulever des **problèmes éthiques**, en termes de sensibilité des données ou d'impact sur la société (comme la reconnaissance faciale ou la sélection automatique de CV).

3) L'inférence bayésienne

C'est une méthode de calcul de probabilités de causes à partir des probabilités de leurs effets. **L'inférence bayésienne** peut notamment servir à se prononcer sur la **crédibilité d'un diagnostic dans le domaine médical**.

Les prédictions obtenues ne sont pas parfaites et sont donc sujettes à des erreurs de deux types : les faux positifs et les faux négatifs. On peut alors regrouper ces informations dans un **tableau de contingence**.

Soit un test de détection d'une maladie. Le test peut indiquer qu'on est malade (il est alors positif) ou qu'on n'est pas malade (il est négatif)

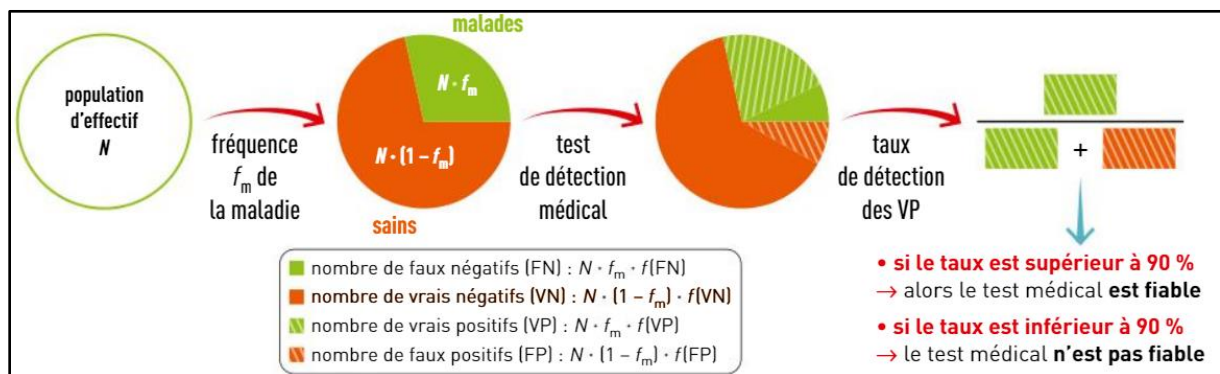
En réalité, parmi les gens malades, il y a les vrais malades (VP), et ceux qui à qui on a dit qu'ils étaient sains alors qu'ils sont malades (les FN)

De même parmi les gens sains, il y a les vrais sains (VN) et ceux à qui on a dit qu'ils étaient malades alors qu'ils sont sains (les FP)

Test	Malade	Sain
Positif	vrai positif (VP)	faux positif (FP)
Négatif	faux négatif (FN)	vrai négatif (VN)

Si la fréquence de la maladie dans la population générale est f_m , alors le nombre de personnes réellement malade (le taux de détection des vrais positifs) s'écrit :

$$\frac{f_m \cdot \text{fréquence(VP)}}{f_m \cdot \text{fréquence(VP)} + (1 - f_m) \cdot \text{fréquence(FP)}}$$



Les mêmes algorithmes sont utilisés par notre boîte mail pour détecter les spams par exemple.