

# L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

## Introduction

### L'intelligence artificielle, une technologie déjà présente partout

*Ouest France (06/11/2019)*

À l'occasion de la Digital Conférence, Rennes accueillera, le 6 décembre, les spécialistes de l'intelligence artificielle, fil rouge de la journée. Trois d'entre eux, **Jean-Gabriel Ganascia**, **Laurence Devillers** et **Elisa Fromont** livrent en avant-première leurs regards sur une technologie qui depuis les années 50 ne cesse de prendre de la place dans nos vies.

L'intelligence artificielle demeure l'objet de bien des fantasmes. S'il s'agit de machines presque omniscientes voire omnipotentes, capables de « sortir » spontanément des tâches pour lesquelles elles ont été programmées, Elisa Fromont, enseignante-chercheuse à l'université de Rennes 1, sourit : « **On en parle beaucoup, mais là, nous sommes dans le domaine de la science-fiction ! On n'est pas près d'y arriver !** »

Pour l'heure, nous en sommes au stade d'une intelligence artificielle « dite faible », celle où les machines sont programmées pour répondre à une tâche très spécifique donnée. Elles existent déjà : citons les tondeuses à gazon, les aspirateurs ou les joueurs d'échecs qui peuvent aujourd'hui être programmés pour exécuter une ou plusieurs fonctions comme le ferait un homme ou une femme, et parfois mieux. « **Certes, précise Elisa Fromont, la mise au point des algorithmes a nécessité beaucoup d'intelligence humaine. Mais les « modèles » appris (abusivement appelés « IA») ne sont conçus que pour faire une seule et unique chose.** »

### Des jeux d'échecs à la domotique

Quant aux assistants vocaux qui, en domotique, vous donnent l'heure, ferment vos volets lorsque vous le leur demandez, lancent votre playlist préférée ou effectuent sur Internet une recherche élaborée, c'est la même chose. Sauf qu'« **il a fallu mettre bout à bout plusieurs algorithmes, détaille Elisa Fromont, mais chacun reste dédié à une seule action** ». Le terme intelligence artificielle est né dans les années 1950, dix ans après la création de l'Eniac, premier ordinateur entièrement électronique. L'intelligence artificielle devient rapidement une discipline scientifique « **dont le nom, frappant les esprits, est devenu très populaire, indique l'informaticien et philosophe Jean-Gabriel Ganascia. Au fil du temps, ce qui était une technologie composante de l'informatique a pris de plus en plus d'ampleur. Les technologies qui sont issues des recherches contribuent à changer le monde** ».

### Faire faire à des machines ce que l'homme fait

Dans les années 1960, l'intelligence artificielle était considérée comme une « **science consistant à faire faire à des machines ce que l'homme fait moyennant une certaine intelligence** », comme le rappelle Jean-Gabriel Ganascia. Ce à quoi Elisa Fromont répond : « **C'était oublier que la complexité mentale humaine et informatique ne peuvent se comparer. Quid de la perception, la vision, la parole, la robotique, la compréhension du langage naturel et le sens commun ?** ». Avec le développement prodigieux des capacités de stockage des données, des processeurs, l'accélération des vitesses de calcul, la réduction des coûts et la miniaturisation, les chercheurs en intelligence artificielle ont investi tous ces domaines de recherche dans les années 1990-2000. De son côté, Elisa Fromont s'est spécialisée, entre autres au sein de l'Inria, l'institut national de recherche dédié aux sciences du numérique, à l'apprentissage automatique, soit la construction et l'étude d'algorithmes permettant aux machines d'apprendre et d'acquérir de la connaissance à partir d'exemples et d'expériences.

## Apprentissage automatique

Avec l'apprentissage automatique, on peut par exemple prédire le temps qu'il fera demain. Des milliers de données sont enregistrées. Le résultat demandé est calculé à partir de centaines d'exemples issus de l'expérience. On peut ainsi, à partir d'une suite temporelle enregistrée, prédire la suite temporelle à venir comme on le fait pour les actions de la Bourse, la consommation électrique, l'évolution des signaux pour un patient hospitalisé... On peut aussi, à partir de photos enregistrées, détecter des éléments particuliers comme le fait un drone survolant des cultures pour repérer la taille des végétaux ou la présence de tel ou tel parasite. En se concentrant sur les données spécifiques d'une personne, on peut mettre au point des algorithmes d'apprentissage qui s'adapteront à une situation donnée, par exemple, dans le domaine de la santé où un algorithme peut être adapté à chaque patient.

## L'informatique émotionnelle

Le rapport homme/machine fait aussi l'objet d'études. Les chercheurs ont découvert que l'être humain se conduit socialement avec la machine comme avec un homme. A priori on lui parle poliment et la machine a du mal à distinguer les remarques teintées d'amertume, d'agressivité ou encore de stress.

Pour permettre de détecter les émotions contenues dans une voix et explorer les interactions affectives qui s'installent entre l'être humain et la machine, Laurence Devillers, professeure en intelligence artificielle à l'Université Paris-Sorbonne, s'est spécialisée dans les aspects « **d'affective computing** » ou informatique émotionnelle. « **C'est, explique-t-elle, l'étude et le développement de systèmes et d'appareils ayant les capacités de reconnaître, exprimer, synthétiser et modéliser les émotions humaines** ». Il s'agit donc de détecter les émotions et faire en sorte que le système de dialogue prenne en compte l'aspect affectif : « **Plus précisément, il s'agit de détecter l'expressivité des émotions afin d'élaborer une technologie plus fiable. En détectant nos informations affectives, les machines doivent être capables de modifier leurs stratégies** ». Face à un tel développement, faut-il avoir peur ? D'une manière générale, l'usage de l'intelligence artificielle reste très encadré et apparaît plutôt comme une aide. « **La machine peut, sans magie ni vraie intelligence, aider à détecter des cellules cancéreuses par exemple. Parce qu'on lui a appris à le faire** », indique Elisa Fromont. Mais qu'en est-il dans d'autres domaines que la santé ?

## Questions éthiques

Pour Laurence Devillers et Jean-Gabriel Ganascia, tous deux membres de la Cerna, Commission de réflexion sur l'éthique de la recherche en sciences et technologies du numérique, il faut poser des garde-fous. En effet, si pour Elisa Fromont, jamais l'intelligence artificielle ne remplacera un médecin, Laurence Devillers alerte, elle, sur certaines questions éthiques : « **De plus en plus de machines vont détecter nos habitudes et nos comportements pour nous influencer, nous inciter à consommer. Sans compter que de plus en plus de systèmes sont mis en circulation sur le marché sans aucune régulation ni surveillance.** » Pour cette professeure en intelligence artificielle, il est urgent de « **remettre la science au cœur du débat pour que les citoyens puissent s'appuyer sur des résultats qui ne soient pas tronqués par des stratégies de marketing, par des peurs et des incompréhensions. Nous serons très forts avec ces machines le jour où nous aurons compris que nous devons rester très forts entre nous.** » Et Jean-Gabriel Ganascia d'ajouter : « **Contrairement à ce que certains prétendent, les machines ne constituent aucunement un risque existentiel pour l'humanité car leur autonomie n'est que d'ordre technique. Les machines n'ont pas d'autonomie morale. Même s'il arrive qu'elles nous déroutent et nous fourvoient dans le temps de l'action, autrement dit qu'elles nous dressent des pièges, ce n'est jamais intentionnel** ». L'informaticien et physicien rappelle que « **les machines n'ont pas de volonté propre et restent asservies aux objectifs que nous leur avons fixés.** »

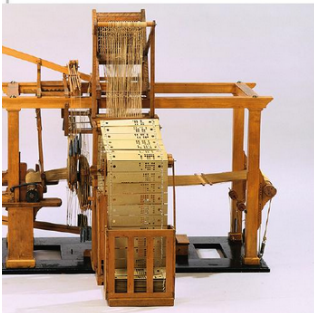


# LE TRAITEMENT AUTOMATIQUE DE L'INFORMATION

Au XVIII<sup>e</sup> siècle, plusieurs inventeurs français créent et perfectionnent des métiers à tisser automatiques, capables de lire un programme. Depuis, les machines capables de traiter des informations n'ont cessé d'évoluer, jusqu'aux ordinateurs et smartphones actuels.

## Comment les machines exécutent-elles un programme ?

### 1 Les métiers à tisser, premières machines programmables



En 1725, Basile Bouchon, tisserand lyonnais, invente un métier à tisser semi-automatique, piloté par un ruban perforé qui se déroule lors de l'utilisation de la machine. Un trou ou l'absence de trou sur le ruban indique à la machine si l'aiguille doit passer ou non. Le procédé sera amélioré par l'inventeur français Joseph-Marie Jacquard (1752-1834) en 1801. Il remplace le ruban par des cartes perforées et désolidarise ainsi le programme, c'est-à-dire la suite d'instructions à exécuter, de la machine. Désormais, un seul ouvrier peut piloter le métier à tisser pour réaliser des motifs complexes.

En 1725, Basile Bouchon, tisserand lyonnais, invente un métier à tisser semi-automatique, piloté par un ruban perforé qui se déroule lors de l'utilisation de la machine. Un trou ou l'absence de trou sur le ruban indique à la machine si l'aiguille doit passer ou non. Le procédé sera amélioré par l'inventeur français Joseph-Marie Jacquard (1752-1834) en 1801. Il remplace le ruban par des cartes perforées et désolidarise ainsi le programme, c'est-à-dire la suite d'instructions à exécuter, de la machine. Désormais, un seul ouvrier peut piloter le métier à tisser pour réaliser des motifs complexes.

### 2 La trieuse de cartes perforées

Une trieuse de cartes perforées est une machine composée d'un panneau de commande, d'un magasin d'alimentation et d'une tête de lecture. Elle peut lire et trier très rapidement des cartes perforées, qui contiennent des données. Par exemple, dans une société comptant plusieurs dizaines de salariés, chaque personne est associée à une carte comportant ses données personnelles. Si l'entreprise veut connaître l'âge moyen des salariés, la trieuse peut extraire très rapidement toutes les cartes des personnes nées la même année et faciliter le calcul.



En 1930, ces machines pouvaient trier 400 cartes par minute et en 1949, 1 000 cartes par minute. Le travail était réalisé en utilisant des procédés électriques et mécaniques, et la mémoire des ordinateurs était de papier.

### 3 La machine de Turing : vers l'ordinateur actuel

Une machine peut être considérée comme un appareil qui prend un matériau en entrée, effectue une série d'opérations élémentaires sur ce matériau, puis produit un résultat. Par exemple, une machine à écrire prendra en entrée une feuille, puis produira un texte imprimé. Cette machine nécessite l'action d'un opérateur pour appuyer sur les touches. En 1936, Alan Turing imagine une machine théorique, dont le matériau en entrée serait de l'information, capable d'effectuer des calculs et de produire d'autres informations comme résultat. C'est le concept de base de nos ordinateurs, déjà pensé par Ada Lovelace un siècle plus tôt.

Cette machine théorique comporte quatre éléments :

- un **ruban infini**, divisé en cases, comportant chacune un symbole. Il en existe un nombre fini ;
- une **tête de lecture**, capable de lire le ruban et d'écrire dans les cases ;
- un **registre d'état**, qui mémorise les états successifs dans lesquels se trouve la machine. La machine possède un état initial et un nombre fini d'états ;
- une **table d'actions**, qui indique à la machine les actions élémentaires à effectuer en fonction du symbole dans la case et de son état.

Registre d'état	Table d'actions			
	Si la machine est dans l'état :	et que le symbole lu est :	alors l'action à réaliser est :	et l'état de sortie est :
A (état de départ)	A	■	Avancer de 1 case	A
B	A	▲	Avancer de 1 case	B
B	B	■	Écrire ▲ puis avancer de 1 case	B
...	B	▲	Écrire ■ puis reculer de 1 case	A

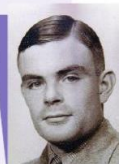
Tête de lecture

Ruban ... ■ ▲ ■ ■ ▲ ■ ...

L'ensemble des états dans lesquels se trouve la machine peut être considéré comme un ensemble de capacités. Par exemple, dans l'état A, la machine peut lire le ruban, dans l'état B, elle peut écrire sur le ruban, etc.

#### Homme de science

Alan Turing (1912-1954) est considéré comme un des fondateurs de l'informatique. Durant la Seconde Guerre mondiale, Turing travaille en cryptanalyse pour le gouvernement britannique et participe au déchiffrement des communications allemandes via la machine Enigma.



#### 4 Les composants de base d'un ordinateur



Un ordinateur est une machine automatique, programmable, traitant de l'information. Les premiers ordinateurs ont été construits dans les années 1940. Ils contenaient un processeur, partie qui exécute les instructions machine (calculs) et une mémoire vive (effaçable).

Avec la miniaturisation, tous les composants du processeur sont maintenant regroupés sur un même

élément : le microprocesseur. Les microprocesseurs calculent avec des nombres codés sur 16, 32 ou 64 bits et possèdent plusieurs giga-octets de mémoire vive.

Aujourd'hui, nous sommes entourés de machines programmables (lave-linge, GPS, robot cuiseur, console de chauffage, smartphone, box Internet, etc.) contenant des ordinateurs. Programmer une machine, c'est lui donner des instructions pour qu'elle effectue des tâches automatiques. Il existe plusieurs niveaux de programmation. Dans le cas d'un lave-linge :

– l'ingénieur qui a écrit le code enregistré dans la mémoire de la machine lui indiquant les instructions à réaliser pour chaque option (délicat, sport, coton, etc.) a programmé la machine ;

– l'utilisateur qui remplit le lave-linge, puis choisit l'une de ces options, programme également la machine (il lance une séquence d'instructions).

On dira que l'ingénieur agit à un niveau plus « bas », c'est-à-dire plus proche des composants internes de la machine.

#### Femme de science

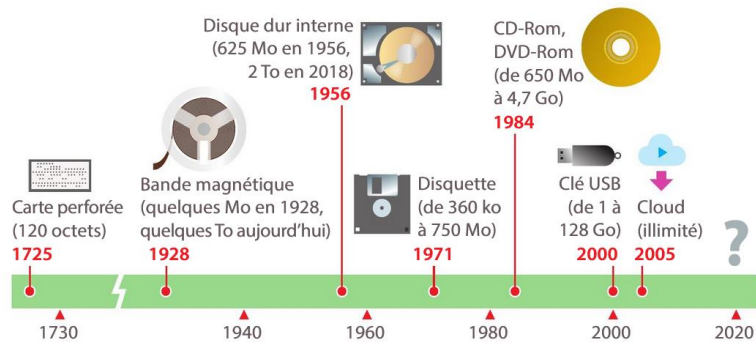
**Ada Lovelace** (1815-1852), mathématicienne britannique, est considérée comme la première personne à avoir écrit un programme. En 1843, on lui demande de traduire le mémoire d'un scientifique italien consacré à la machine analytique de son collègue Charles Babbage (1791-1871). Cette machine à calculer fonctionne à la vapeur avec des roues et des engrenages mécaniques. Ada ajoute une série d'instructions pour la machine : c'est le premier algorithme de programmation de l'histoire. En 1978, un langage informatique est appelé Ada en sa mémoire.



#### 5 L'évolution des supports de stockage

• La recherche informatique est très active pour inventer de nouveaux supports de stockage fiables, rapides, peu encombrants et économes en énergie.

• L'expression *Big Data*, popularisée dans les années 2010, fait référence au nombre croissant de données numériques que nous produisons quotidiennement (historiques de navigation Internet, données GPS, etc.) et à leur possible exploitation commerciale par les grandes entreprises du domaine informatique.



- 1 Citer** le support utilisé pour stocker l'information dans le métier à tisser en 1725.
- 2 Calculer** le temps maximal nécessaire à une trieuse en 1949 pour retrouver une carte perforée dans une collection de 15 500 cartes.
- 3 Expliquer** le rôle de la table d'actions de la machine de Turing.
- 4 Citer** les deux éléments de base qui constituent un ordinateur.
- 5 Dire**, lorsqu'une coureuse utilise une application de suivi GPS pendant un entraînement, si :
  - a. elle est en train de programmer une machine ;
  - b. elle contribue à la production de données numériques constituant les *Big Data*.