

# INFORMATIQUE, INTELLIGENCE ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Dr. ABDELHAMID ABDOUNI

Institut de Psychologie

Université de Bata

ملخص:

## المعلوماتية، الذكاء، والذكاء الاصطناعي

هل يمكن للآلة أن تصبح ذكية؟ وما الذكاء؟ ما المعلوماتية وكيف

نشأت؟

هذا المقال هو عبارة عن محاولة للإجابة عن هذه الأسئلة وعن أخرى

غيرها كثيرة. الهدف من ذلك تقديم خلفية أو مدخل للتكنولوجيا أو الفرع

العلمي الحديث النشأة في ميدان المعلوماتية والعلوم المعرفية وهو ما يعرف

باسم: "الذكاء الاصطناعي"

## Introduction:

Une machine peut-elle être intelligente? Depuis des siècles, le mythe de la machine intelligente a nourri toute une littérature, et l'apparition, vers 1950, des ordinateurs (machine programmable de traitement d'information) (1) montre que bien des gens sont prêts à y croire.

Les progrès de la technologie informatique joints aux travaux conduits dans le domaine de l'intelligence artificielle ouvrent de nouvelles perspectives de recherche et d'applications. Un domaine qui illustre bien ces deux perspectives est celui du diagnostic. Ce type d'activité plein d'intérêt pour la psychologie cognitive se rencontre dans plusieurs domaines: recherche de pannes dans les systèmes techniques, analyse des erreurs humaines dans les systèmes Homme-Machine, diagnostic et traitement médicaux, etc. Mais qu'y a-t-il de commun entre la recherche d'une panne ou d'une erreur dans un système quelconque et un diagnostic médical? Rien, à priori: et pourtant, il s'agit dans tous les cas d'opérations complexes qui requièrent, dit-on, une certaine "intelligence" difficile, sinon impossible à formaliser. (2)

La complexité croissante de telles tâches a amené très tôt à se demander comment les hommes pourraient être assistés ou remplacés par des moyens informatiques.

L'intelligence artificielle, depuis les années 70, s'est attaquée à ce problème en proposant de nouveaux types de logiciels.\* Mais, qu'est-ce que l'intelligence artificielle? Qu'est-ce que l'intelligence? Comment est née l'informatique? Comment est née l'intelligence artificielle et quelle est sa relation avec l'informatique? Quelles sont les principales applications de l'intelligence artificielle?

C'est à ces questions, et à bien d'autres, qu'essaye de répondre cet article qui se veut être une introduction à l'intelligence artificielle.

## I - Définition de l'informatique:

On dit de quelqu'un, il est dans, il fait de, il travaille dans, l'informatique. Mais qu'est-ce que l'informatique? Parmi les définitions les plus courantes de l'informatique on trouve: (3)

- 1) science de l'information;
- 2) traitement de l'information, traitement (électronique) des données;
- 3) industrie de traitement de l'information;
- 4) industrie de construction d'ordinateurs.

## II - Les racines de l'informatique: (4)

L'une des traditions dans lesquelles l'informatique puise une partie de sa force et de sa substance est celle de l'automatisme, c'est-à-dire la construction de machines qui disposent d'une certaine autonomie, qui soient "mus du dedans".

La construction de machines automatiques, d'abord sous la forme d'automates à figures animales ou humaines, puis de machines industrielles qui régulent elles-mêmes leur propre activité, témoigne du souci de contrôler le mouvement et le temps, thème fondamental de l'automatisme.

L'histoire de la maîtrise (la mesure) du temps est d'abord celle de la construction d'horloges, dont le principe est simple: il s'agit d'un dispositif qui utilise le découpage d'un flux quelconque en unités de bases identiques à elles mêmes et comparables avec les unités de base de n'importe quel autre dispositif similaire. Ainsi sont assurées les fonctions essentielles de la mesure du temps: la régularité interne et la synchronicité des horloges entre elles.

Les dispositifs à régulation vont quitter progressivement l'univers des horloges pour partir à la conquête d'autres domaines techniques. Un régulateur à flotteur est décrit dans un ouvrage arabe du IXe siècle (intitulé "Sur d'ingénieux mécanismes"). Ce régulateur sert à alimenter un

abreuvoir de manière à maintenir toujours le même niveau d'eau, compte tenu de l'évaporation et de la consommation des bêtes. Ce dispositif de régulation automatique est appelé régulation par rétroaction.

Le siècle d'or des automates reproduisant des scènes ou des figures humaines fût le XIIIe siècle où, entre autres artisans renommés, Jacques de Vaucanson (1709-1782) en France, avait mis au point un joueur de flûte qui jouait, grâce à un dispositif pneumatique et mécanique, douze morceaux de musique différents. Dès leur naissance, la mise au point des automates fût inséparable du projet d'en utiliser les principes dans l'industrie (tissage...).

Comment fonctionnaient ces automates? Le principe de la régulation avait été remplacé par le principe de la programmation, c'est-à-dire le contrôle selon un ordre déterminé des mouvements de l'ensemble. La technique principale qui permettait de mettre ses simulacres automatiques (de l'homme ou de l'animal) en mouvement était la technique de l'arbre à cames. L'exemple le plus connu est celui de la boîte à musique.

Pourquoi l'homme désire-t-il, depuis l'aube de l'humanité, construire de tels êtres et quel est leur rapport avec la future informatique?

Quoi qu'il en soit de la motivation profonde, il faut remarquer, comme une constante, que les êtres artificiels interviennent la plus part du temps dans une situation où l'homme est à la fois en danger et impuissant à réagir par lui-même.

C'est bien dans un tel contexte que l'ordinateur moderne fût inventé. L'augmentation du nombre et de la vitesse de circulation des informations, rendait nécessaire la conception de ce que les spécialistes appelèrent alors un cerveau artificiel. L'urgence absolue qu'a constituée lors de la guerre froide la nécessité de contrôler des informations qui allaient plus vite que la perception humaine elle-même a été un facteur décisif dans le développement de l'informatique.

Les êtres artificiels pourraient être classés suivant différentes familles: les uns effectuent des travaux de force, d'autres sont des veilleurs

infatigables. Une autre catégorie attire l'attention, les êtres logiques qui raisonnent et servent à prendre des décisions. Toutes ces fonctions ont une unité profonde, mais c'est bien évidemment de la dernière catégorie que naîtront les automates logiques modernes, après qu'au VIIIe siècle la jonction se sera opérée entre la mythologie et les techniques.

## II-1. Vers l'intelligence artificielle:

Les têtes parlantes de l'antiquité sont au cœur de la tradition des êtres artificiels. A Rome, les neurospates, sortes d'effigies manoeuvrées grâce à un système de cordages, comportaient un dispositif permettant au prêtre de parler à travers la statue. Plus tard, le théologien allemand Albert le Grand (1204-1282) consevra une tête qui répond aux questions et surtout résoud des problèmes. Un autre exemple, la tête parlante de l'anglais Roger Bacon (1204-1292) était une sorte d'ingénieur qui devait servir à expliquer comment construire un mur qui entourerait et protégerait l'Angleterre.

Le premier prototype le plus complet d'un être raisonnant fût sans doute, la machine logique de Raymond Lulle (1234-1315), un philosophe espagnole surnommé Doctor Illuminatus à cause de son savoir encyclopédique. Son objectif était de distinguer clairement entre la philosophie et la théologie, car il croyait ardemment que la raison naît dans le doute plutôt que dans la foi. Lulle conçût une machine logique appelée *Ars magna*. L'appareil consistait en une série de cercles concentriques portant des mots significatifs rangés dans un certain ordre. En amenant une séquence donnée de mots formant une question, on voyait apparaître les mots qui fournissaient la réponse. La méthode était fondée sur l'idée que tout le savoir est commandé par un petit nombre de catégories fondamentales et nécessaires. On pourrait donc explorer la totalité de la connaissance en réalisant toutes les combinaisons possibles de ces catégories. L'*Ars magna* était le premier pas vers "un langage complet et automatique pour le

raisonnement". La raison pouvait traiter de toutes questions et arriver à la vérité sans qu'on prenne la peine de penser ou de chercher des faits.

La "mécanisation du raisonnement" et du coup son transfert possible à des êtres différents de l'homme trouve un singulier renfort dans les nouvelles conceptions produites par les XIIe et XIIIe siècles et développées en France par Descartes (1596-1650) et plus tard La Mettrie (1709-1751) dans l'Homme-Machine. L'homme y est désormais tout entier décrit comme un automate.

Avec Descartes, puis le philosophe anglais Thomas Hobbes (1588-1679), le langage formalisé devient une instance capable à elle seule de produire des raisonnements, sans interventions de l'homme. C'est dans ce contexte que les premières machines à calculer, ces "mathématiciens robots", furent inventées.

L'héritage de l'automatisme comprend donc deux volets: le principe de la programmation et celui de la régulation. Au seuil de l'époque contemporaine, cet héritage va, dans un premier temps, féconder l'univers du machinisme industriel, puis, dans les années quarantes, constituer une des racines de l'informatique naissante.

La maîtrise du temps, des horloges électroniques et des principes généraux de la régulation servira à concevoir les premiers ordinateurs qui sont des machines fonctionnant par changement d'état, selon les pulsations régulières de leur "horloge interne". Ils sont également des machines à programme fonctionnant automatiquement.

En Français, le terme informatique fut inventé par P. Dreyfus en 1962 par la réunion de deux termes information et automatique: automatique de l'information. III - Définition de l'intelligence:

Les définitions proposées pour l'"intelligence" sont diverses et une définition globale est pratiquement difficile à établir. On peut la définir comme étant l'aptitude à pouvoir raisonner et à comprendre les relations qui existent entre les éléments d'une situation, ou bien la capacité

d'apprendre et d'utiliser des connaissances nouvelles, ou encore l'aptitude à s'adapter à des situations imprévues.

Toutes ces aptitudes caractérisent partiellement l'intelligence, mais ne suffisent pas à la définir de manière précise, car l'intelligence se présente plutôt comme un ensemble de facultés de représentation et de traitement de l'information relative à l'environnement dans lequel nous vivons. (5)

Pour des raisons similaires, il est également difficile de définir avec précision l'intelligence artificielle.

#### **IV - Définition de l'intelligence artificielle(IA):**

L'IA s'intéresse à la simulation, par des moyens artificiels, des activités intellectuelles humaines. Ainsi la recherche en IA s'intéresse surtout au développement d'approches informatiques du comportement intelligent. Cette recherche a deux buts: (6)

- 1- rendre les machines et les processus automatiques plus "intelligents" (plus utiles), et
- 2 - comprendre l'intelligence.

Tous les chercheurs sont d'accord qu'il est difficile de définir l'IA avec précision. Cependant, la définition la plus largement acceptée est: "rendre les ordinateurs intelligents". Une autre définition, largement acceptée aussi, est: "produire des modèles automatiques de l'intelligence humaine". Une troisième définition peut être résumée ainsi: "construire des machines qui simulent le comportement humain intelligent".(7)

Ces trois définitions correspondent aux trois voies d'approches de l'IA:

- 1) l'approche comportementale, qui tente de programmer les ordinateurs à se comporter d'une manière intelligente
- 2) l'approche cognitive, qui tente de modeler le processus de raisonnement humain dans le but de mieux comprendre l'esprit humain;

3) l'approche robotique, qui s'intéresse non seulement aux programmes, mais aussi à la construction des machines (8)

Ainsi, l'IA est considérée, à la fois, comme une branche des sciences cognitives et comme une branche de l'ingénierie ou de l'informatique:

1) L'IA en tant que science, développe des concepts et un vocabulaire qui nous aident à comprendre le comportement intelligent. Elle a pour but la compréhension des phénomènes et des processus associés à toute activité intelligente. La faculté sous-jacente aux mécanismes de compréhension est le raisonnement. Le processus de compréhension passe par l'élaboration de modèles automatiques précis. (5)

On peut remarquer une certaine similitude entre le champ d'investigation de l'IA et celui d'autres sciences en particulier la psychologie, la linguistique et les sciences neurophysiologiques. Cependant l'IA se distingue de ces dernières par l'outil d'investigation qu'elle utilise - l'ordinateur (et non pas l'homme ou l'animal). Les activités du cerveau sont alors assimilées à des activités calculatoires.

2) L'IA, en tant qu'ingénierie ou discipline informatique, se préoccupe des concepts, théorie et pratique de construction de machines intelligentes et considère que le rôle de l'ordinateur ne se limite pas à celui d'outil d'investigation, mais au contraire, constitue l'objet même de la recherche. Le but de l'IA est alors de rendre les ordinateurs plus habiles, non pas dans le sens d'une augmentation de la vitesse ou de la précision des calculs, mais en les dotant de certaines facultés de raisonnement qui sont jusqu'à présent le privilège des seuls êtres humains et qui permettent d'accomplir des tâches ou de résoudre des problèmes que l'on ne maîtrise pas complètement et pour lesquels on ne connaît pas de méthode ou d'algorithme précis et sûr. (5)

Le but de l'IA est donc la construction de programmes (logiciels) et de machines (architectures et systèmes) capables dans une certaine mesure de penser, c'est-à-dire de résoudre des problèmes d'une manière qui serait qualifiée d'"intelligente" par l'homme. (9)



Les domaines qui répondent à cette définition sont ceux qui recouvrent les diverses formes de raisonnement: la résolution de problèmes, la démonstration de théorèmes, la perception, l'apprentissage, la compréhension des langues naturelles, la reconnaissance des formes....

### V - Les racines scientifiques de l'IA:

Depuis l'antiquité, l'homme a toujours recherché à fabriquer des machines "intelligentes", c'est-à-dire des machines capables de faire tout (ou partie) de ce que l'homme sait ou peut faire. (10) Cependant l'idée d'une véritable intelligence artificielle n'est apparue que vers le milieu de notre siècle, avec l'apparition des premiers ordinateurs (le Mark I en 1943) les premiers programmes d'IA furent écrits à cette époque: un programme jouant aux échecs et un démonstrateur de théorèmes (Newel, Shaw et Simon en 1957), un interpréteur du langage Lisp (McCarthy en 1958).

L'IA a aujourd'hui plus de 40 ans et sa naissance officielle remonte au mois d'Août 1956, date à laquelle une conférence s'est déroulée au Dartmouth Collège de Hanover (New Hampshire, USA), et où John McCarthy donna à la discipline le nom d'"Intelligence Artificielle". V-1. Eléments ayant contribué à l'expansion de l'IA:

L'IA est née grâce aux résultats obtenus: (8)(11)(5)

- en médecine (fonctionnement du corps humain et en particulier du système nerveux).
- en psychologie (mécanismes qui régissent le comportement de l'homme).
- en linguistique (compréhension et traitement automatique des langues naturelles).
- en logique (mécanismes de raisonnement).

- en cybernétique (études des mécanismes de commande et de régulation automatique d'appareils-asservissements, analogues à certains mécanismes de régulation du corps humain),
- et surtout en informatique (développement de la construction d'ordinateurs, programmation...)

Les racines scientifiques de l'IA en tant que discipline peuvent être donc considérées comme provenant de deux branches. (5)

La première s'oriente vers les premiers travaux sur la logique mathématique: Boole (algèbre de Boole= "mathématique de l'intellect humain", en 1850), Whitehead et Russel ("Principia Mathematica", en 1910), Hilbert ("fondations des meta-mathématiques", en 1905), Godel ("théorème d'incomplétude", en 1910), Church ("théorème d'indécidabilité", en 1934).

La deuxième branche s'oriente, quant à elle, vers les travaux sur les automates et la calculabilité: Pascal, Babbage (la "machine analytique", en 1842), Church (la lambda-calcul), Turing ("la machine universelle de Turing" et le test d'intelligence d'une machine, en 1936) Von Neumann (le concept de la machine séquentielle).

Un tournant important est pris en 1965 grâce aux développements technologiques des ordinateurs et surtout à la découverte par Robinson d'une méthode de raisonnement automatique appelée "principe de résolution" et facilement implémentable sur une machine. De manière générale, les progrès de l'IA suivent ceux de l'informatique (architectures, composants et logiciels). VI - Domaines d'application de l'IA:

Les domaines d'application de l'IA passent généralement par trois principales phases: (12)

- (1) la théorie, (2) l'écriture des programmes de recherche, et (3) l'écriture des applications réelles.

Les applications spécifiques au domaine de l'IA sont aujourd'hui très nombreuses et recouvrent:

- les systèmes experts
- la démonstration de théorèmes.
- la perception
- l'apprentissage.
- la compréhension des langues naturelles.
- la vision par ordinateur.
- les interfaces homme-machine.
- la robotique.
- la productique.
- les diverses activités assistées par ordinateur (fabrication, conception, enseignement, traduction, diagnostic, décision, planification).

De nouveaux types d'applications, continuerons à apparaître avec la maturité de l'IA.

#### **VI-1. Caractérisation des domaines d'application de l'IA**

L'intelligence permet à l'homme de résoudre les problèmes de la vie courante. La résolution d'un problème se ramène à la détermination d'actions à entreprendre, d'objets à concevoir, mais aussi à l'acquisition de connaissances, à la compréhension du monde environnant et à la communication avec ce monde.

L'action peut être considérée comme intelligente quand la solution n'est pas obtenue par un calcul mécanique, mais au terme d'une série de décisions qui impliquent une certaine liberté de choix. Les spécialistes distinguent les procédures algorithmiques et les procédures heuristiques: (9)

1. Les procédures algorithmiques: sont du domaine du calcul et aboutissent nécessairement à un résultat (si naturellement le problème est soluble et les règles respectées). Les ordinateurs classiques n'exécutent, jusqu'à présent, que des procédures algorithmiques, c'est-à-dire sous la forme d'une suite d'opérations dont les séquençements et les opérands sont

déterminés par le programme, ne laissant la place à aucun choix arbitraire en cours d'exécution. De plus, ces opérations portent sur des données numériques ou, avec des langages de haut niveau, sur des structures de données plus riches (booléens, chaînes de caractères, tableaux, listes, enregistrements). Les capacités de plus en plus grandes des ordinateurs en mémoire, en rapidité et en précision en font cependant un outil efficace de raisonnement de problèmes par ce type de données mais limité à la modélisation de processus déterministes qui supposent des données complètes et un nombre d'opérations restreints.

2. Les procédures heuristiques dont l'issue n'est pas déterminée strictement. Ces dernières ressemblent à celles qu'emploie un sujet humain en face d'un problème qui n'est pas affaire de pure déduction, mais qui appellent des déductions, des hypothèses, des essais, des évaluations, des retours en arrière. C'est l'utilisation de telles procédures qui est intéressante dans la machine et ce sont celles là que l'IA cherche à réaliser, justement à cause de leurs similitudes avec le comportement humain.

De telles réalisations sont importantes pour le psychologue, dans la mesure où elles l'obligent à une analyse précise des opérations considérées. Les instructions données à la machine, même lorsqu'il s'agit d'heuristiques, ne peuvent être efficaces que si elles sont étroitement déterminées. Ceci impose une discipline de pensée qui détourne de la facilité des élaborations verbales ou impliquant des concepts dont la signification resterait floue.

L'automatisation de processus plus complexes, c'est-à-dire nécessitant une approche de résolution intelligente, suppose un traitement non algorithmique sur des données symboliques. En effet, la résolution du problème ne peut être entièrement explicitée (et donc programmée au sens classique) parcequ'elle suppose des choix trop nombreux ou bien certains éléments du problème ne sont pas connus, et tout ce que peut fournir le programme est un ensemble d'informations symboliques : faits, choix de solutions à des problèmes simples ou déjà résolus, choix de méthodes de raisonnement sur des problèmes non résolus