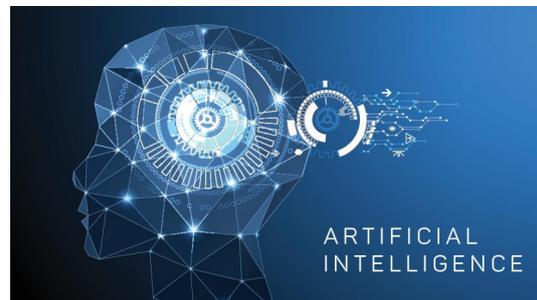


# Chapitre 1 : Introduction



Pr. Mustapha BOURAHLA, Département  
d'Informatique, Université de M'Sila, Contact :  
[mustapha.bourahla@univ-msila.dz](mailto:mustapha.bourahla@univ-msila.dz)

# Table des matières



<b>Introduction</b>	3
<b>I - Définition de l'Intelligence Artificielle</b>	4
<b>II - Historique</b>	5
<b>III - Les précurseurs</b>	8
<b>IV - Qu'avez-vous retenu ?</b>	12
<b>Conclusion</b>	13
<b>Solutions des exercices</b>	14

# Introduction



Ce premier chapitre vous introduit la notion de l'intelligence artificielle et un peu d'histoire

# Définition de l'Intelligence Artificielle



## Définition

---

- L'intelligence artificielle (IA) est l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine
- Elle correspond donc à un ensemble de concepts et de technologies plus qu'à une discipline autonome constituée
- L'IA est le grand mythe de notre temps

## *L'intelligence Artificielle*

- Souvent classée dans le groupe des sciences cognitives, elle fait appel à la neurobiologie computationnelle (particulièrement aux réseaux neuronaux), à la logique mathématique (partie des mathématiques et de la philosophie) et à l'informatique.
- Elle recherche des méthodes de résolution de problèmes à forte complexité logique ou algorithmique. Par extension elle désigne, dans le langage courant, les dispositifs imitant ou remplaçant l'homme dans certaines mises en œuvre de ses fonctions cognitives.
- Ses finalités et son développement suscitent, depuis toujours, de nombreuses interprétations, fantasmes ou inquiétudes s'exprimant tant dans les récits ou films de science-fiction que dans les essais philosophiques.
- La réalité semble encore tenir l'intelligence artificielle loin des performances du vivant ; ainsi, l'IA reste encore bien inférieure au chat dans toutes ses aptitudes naturelles.

# Historique



## II

### *Alan Turing*

- Historiquement, l'idée d'intelligence artificielle semble émerger dans les années 1950 quand Alan Turing se demande si une machine peut « penser ».
- Turing explore ce problème et propose une expérience (maintenant dite test de Turing) visant à trouver à partir de quand une machine deviendrait consciente.

### *Warren Weaver*

- Une autre origine probable est la publication, en 1949, par Warren Weaver d'un mémorandum sur la traduction automatique des langues qui suggère qu'une machine puisse faire une tâche qui relève typiquement de l'intelligence humaine.

### *Résultats du développement des techniques informatiques*

- Augmentation de la puissance de calcul aboutit ensuite à plusieurs avancées
- dans les années 1980, l'apprentissage automatique se développe, notamment avec la renaissance du connexionnisme.
- L'ordinateur commence à déduire des « règles à suivre » en analysant seulement des données.
- Parallèlement, des algorithmes « apprenants » sont créés qui préfigurent les futurs réseaux de neurones, l'apprentissage par renforcement, les machines à vecteurs de support, etc.).
- Depuis les années 1960, l'intelligence artificielle devient un domaine de recherche international.
- dans les années 2000, le Web 2.0, le big data et de nouvelles puissances et infrastructures de calcul permettent à certains ordinateurs d'explorer des masses de données sans précédent ; c'est l'apprentissage profond (« deep learning »)

### *Les limites*

- Les bornes de ce domaine varient, ainsi optimiser un itinéraire était considéré comme un problème d'intelligence artificielle dans les années 1950 et n'est plus considéré aujourd'hui que comme un simple problème d'algorithmie.
- Vers 2015, le secteur de l'intelligence artificielle cherche à relever quatre défis : la perception visuelle, la compréhension du langage naturel écrit ou parlé, l'analyse automatique du langage et la prise de décision autonome.
- Produire et organiser des données nombreuses et de qualité, c'est-à-dire corrélées, complètes, qualifiées (sourcées, datées, géo-référencées...), historisées est un autre enjeu.
- La capacité déductive et de généralisation pertinente d'un ordinateur, à partir de peu de données ou d'un faible nombre d'événements, est un autre objectif, plus lointain.

- Entre 2010 et 2016, les investissements auraient été décuplés, atteignant une dizaine de milliards en 2016.

### *Travaux marquants de l'IA*

- En 1950, le mathématicien britannique Alan Turing publie, dans le journal philosophique *Mind*, un article intitulé *Computing Machinery and Intelligence*.
- Dans cet article, il décrit un test (Test de Turing) qui consiste à faire communiquer un individu avec un interlocuteur invisible à travers un terminal d'ordinateur.
- L'individu doit alors deviner si son interlocuteur est un être humain ou un système d'IA imitant un être humain.
- Le but du test est de déterminer si le système d'IA est intelligent.
- Considéré par beaucoup comme l'un des fondateurs de l'informatique, Turing est également un des précurseurs de l'IA.
- En 1950, "IPL-11", le premier langage d'IA, est créé.
- En 1950, Allen Newell, John Shaw, et Herbert Simon créent le "Logic Theorist", considéré comme le premier programme d'IA.
- En modélisant chaque problème par un arbre, il tente de le résoudre en sélectionnant la branche qui donnerait le résultat le plus proche de l'objectif final.
- Le programme fût capable de redémontrer des théorèmes déjà établis par les mathématiciens mais de manière plus "élégante".
- En 1956, John McCarthy, considéré comme le père de l'IA, organise "The Dartmouth summer research project on Artificial Intelligence".
- C'est à lui que l'on doit le terme "Intelligence Artificielle".
- Pour lui, "toute activité intellectuelle peut être décrite avec suffisamment de précision pour être simulée par une machine.
- "En 1958, il introduit le langage LISP.
- En 1959, avec Marvin Minsky, il fonde le "MIT AI Lab".
- En 1959, élaboration du GPR (General Problem Resolver), qui consiste à définir un état initial, un ou plusieurs états finaux, et des opérateurs de transition entre les états.
- Problèmes des premiers systèmes en IA : incapacité à imiter la capacité de l'homme à utiliser le contexte d'un problème pour déterminer le sens des mots et des phrases.
- L'échec du GPR, abandonné en 1967, marquera le début d'une période où l'IA se heurtera à de nombreux détracteurs.
- Parmi eux, Hubert Dreyfus, qui écrit "What Computers Can't Do" en 1972 dénoncera les sommes importantes dépensées par le gouvernement US pour le développement de l'IA.
- Les premiers succès auront vite montré leurs limites et beaucoup de biologistes et d'informaticiens jugeront les objectifs premiers de l'IA trop optimistes.
- En fait, le principal problème de ces systèmes était leur incapacité à imiter la capacité de l'homme à utiliser le contexte d'un problème pour déterminer le sens des mots et des phrases.
- On peut par exemple citer ce passage de l'ouvrage de Dreyfus : "In spite of journalistic claims at various moments that machine translation was at last operational, this research produced primarily a much deeper knowledge of the unsuspected complexity of syntax and semantics".
- Même si le "super-optimisme" du début semble disparaître, les tenants de l'IA n'en sont pas moins désespérés.

## *Années 70*

- De nombreuses nouvelles méthodes de développement de l'IA sont testées.
- En 1971, le langage PROLOG est créé par Colmerauer.
- L'année 1974 verra l'arrivée des premiers systèmes experts, dont le plus célèbre MYCIN (Edward H. Shortliffe), conçu pour l'aide au diagnostic et au traitement de maladies bactériennes du sang.
- En 1979, Mycin sera considéré par le "Journal of American Medical Assoc" comme aussi bon que les experts médicaux.
- La même année, le premier robot piloté par ordinateur est conçu.
- On notera également dans les années 70, l'abandon des subventions versées par les gouvernements (US pour la plupart) pour quelques programmes de recherche en IA.

## *Les années 80 et 90, Accélération du mouvement.*

- Avec l'efficacité prouvée des systèmes experts, les ventes de matériels IA (hardware ou logiciel) grimpen en flèche.
- L'IA commence à intéresser les grandes firmes (Boeing, General Motors, etc).
- Face aux détracteurs, les "pro-IA" se défendent : en 1982, Minsky écrit "Why People Think Computers Can't", en réponse notamment aux critiques de Dreyfus.
- De nouvelles branches de l'IA font leur percée sur le marché, notamment celui de la vision de la machine. Par exemple, des travaux sont réalisés sur l'utilisation d'une caméra reliée à un ordinateur pour améliorer le contrôle qualité (Reconnaissance des formes, etc).
- Malgré quelques échecs, l'IA semble renaître : la logique floue est conçue, les réseaux de neurones sont réhabilités.
- Durant les années 80, l'IA est sortie des laboratoires pour montrer ses utilisations possibles dans la vie réelle.
- Mais la recherche continue, et de grands projets ont vu le jour au début des années 90.

# Les précurseurs



## *Intelligence Artificielle d'autrefois*

- Si les progrès de l'intelligence artificielle sont récents, ce thème de réflexion est tout à fait ancien, et il apparaît régulièrement au cours de l'histoire.
- Les premiers signes d'intérêt pour une intelligence artificielle et les principaux précurseurs de cette discipline sont les suivants.

## *Automates*

Autrefois, plusieurs automates ont été conçus pour résoudre certains problèmes d'Intelligence Artificielle comme :

- A la fin du Moyen Âge, Roger Bacon a conçu des automates doués de la parole; en fait, probablement de mécanismes simulant la prononciation de certains mots simples.
- Léonard de Vinci a construit en 1515 un automate en forme de lion pour amuser le roi de France.
- Gio Battista Aleotti et Salomon de Caus, eux, ont construit des oiseaux artificiels et chantants, des flûtistes mécaniques, des nymphes, des dragons et des satyres animés pour égayer des fêtes aristocratiques, des jardins et des grottes.
- Jacques de Vaucanson a construit en 1738 un « canard artificiel de cuivre doré, qui boit, mange, cancanne, barbote et digère comme un vrai canard ». Il était possible de programmer les mouvements de cet automate, grâce à des pignons placés sur un cylindre gravé, qui contrôlaient des baguettes traversant les pattes du canard.

## *Pensée automatique*

- Une des premières tentatives de formalisation de la pensée connue utilisaient les astrologues arabes pour générer des idées supposées logiques, dont l'invention est attribuée à Abu al-Abbas as-Sabti au XIIIe siècle.
- Raymond Lulle s'en est probablement inspiré pour mettre au point son *Ars Magna*. Missionnaire, philosophe, et théologien espagnol du XIIIe siècle, il essaya lui aussi de générer des idées grâce à un système mécanique. Il combinait aléatoirement des concepts grâce à une sorte de règle à calcul, sur laquelle pivotaient des disques concentriques gravés de lettres et de symboles philosophiques. Il fonda sa méthode sur l'identification de concepts de base, puis leur combinaison mécanique soit entre eux, soit avec des idées connexes. Raymond Lulle l'appliqua à la métaphysique, puis à la morale, à la médecine et à l'astrologie. Mais il n'utilisait que la logique déductive, ce qui ne permettait pas à son système d'acquiescer un apprentissage, ni davantage de remettre en cause ses principes de départ : seule la logique inductive le permet.

- Gottfried Wilhelm Leibniz, au XVIII<sup>e</sup> siècle, a imaginé un calcul pensant (calculus ratiocinator), en assignant un nombre à chaque concept. La manipulation de ces nombres aurait permis de résoudre les questions les plus difficiles, et même d'aboutir à un langage universel. Leibniz a toutefois démontré que l'une des principales difficultés de cette méthode, également rencontrée dans les travaux modernes sur l'intelligence artificielle, est l'interconnexion de tous les concepts, ce qui ne permet pas d'isoler une idée de toutes les autres pour simplifier les problèmes liés à la pensée.
- George Boole a inventé la formulation mathématique des processus fondamentaux du raisonnement, connue sous le nom d'algèbre de Boole. Il était conscient des liens de ses travaux avec les mécanismes de l'intelligence, comme le montre le titre de son principal ouvrage paru en 1854 : Les Lois de la pensée (The laws of thought), sur l'algèbre booléenne.
- Gottlob Frege perfectionna le système de Boole en formalisant le concept de prédicat, qui est une entité logique soit vraie, soit fausse (toute maison a un propriétaire), mais contenant des variables non logiques, n'ayant en soi aucun degré de vérité (maison, propriétaire). Cette formalisation eut une grande importance puisqu'elle permit de démontrer des théorèmes généraux, simplement en appliquant des règles typographiques à des ensembles de symboles. La réflexion en langage courant ne portait plus que sur le choix des règles à appliquer. Par ailleurs, l'utilisateur joue un rôle important puisqu'il connaît le sens des symboles qu'il a inventés et ce sens n'est pas toujours formalisé, ce qui ramène au problème de la signification en intelligence artificielle, et de la subjectivité des utilisateurs.
- Bertrand Russell et Alfred North Whitehead publièrent au début du XX<sup>e</sup> siècle un ouvrage intitulé Principia Mathematica, dans lequel ils résolvent des contradictions internes à la théorie de Gottlob Frege. Ces travaux laissaient espérer d'aboutir à une formalisation complète des mathématiques.
- Kurt Gödel démontre au contraire que les mathématiques resteront une construction ouverte, en publiant en 1931 un article intitulé « Des propositions formellement indécidables contenues dans les Principia mathematica et autres systèmes similaires ». Sa démonstration est qu'à partir d'une certaine complexité d'un système, on peut y créer plus de propositions logiques qu'on ne peut en démontrer vraies ou fausses. L'arithmétique, par exemple, ne peut trancher par ses axiomes si on doit accepter des nombres dont le carré soit -1. Ce choix reste arbitraire et n'est en rien lié aux axiomes de base. Le travail de Gödel suggère qu'on pourra créer ainsi un nombre arbitraire de nouveaux axiomes, compatibles avec les précédents, au fur et à mesure qu'on en aura besoin. Si l'arithmétique est démontrée incomplète, le calcul des prédicats (logique formelle) est au contraire démontré par Gödel comme complet.
- Alan Turing invente des machines abstraites et universelles (rebaptisées les machines de Turing), dont les ordinateurs modernes sont considérés comme des concrétisations. Il démontre l'existence de calculs qu'aucune machine ne peut faire (un humain pas davantage, dans les cas qu'il cite), sans pour autant que cela constitue pour Turing un motif pour douter de la faisabilité de machines pensantes répondant aux critères du test de Turing.
- Irving John Good<sup>33</sup>, Myron Tribus et E.T. Jaynes<sup>34</sup> ont décrit de façon très claire les principes assez simples d'un robot à logique inductive utilisant les principes de l'inférence bayésienne pour enrichir sa base de connaissances sur la base du Théorème de Cox-Jaynes. Ils n'ont malheureusement pas traité la question de la façon dont on pourrait stocker ces connaissances sans que le mode de stockage entraîne un biais cognitif. Le projet est voisin de celui de Raymond Lulle, mais fondé cette fois-ci sur une logique inductive, et donc propre à résoudre quelques problèmes ouverts.
- Des chercheurs comme Alonzo Church ont posé des limites pratiques aux ambitions de la raison, en orientant la recherche (Herbert Simon, Michael Rabin, Stephen Cook) vers l'obtention des solutions en temps fini, ou avec des ressources limitées, ainsi que vers la catégorisation des problèmes selon des classes de difficulté (en rapport avec les travaux de Cantor sur l'infini).

*Années 2000*

- L'intelligence artificielle est un sujet d'actualité au XXI<sup>e</sup> siècle. En 2004, l'Institut Singularity a lancé une campagne Internet appelée « Trois lois dangereuses » : « Three Laws Unsafe » (en lien avec les trois lois d'Asimov) pour sensibiliser aux questions de la problématique de l'intelligence artificielle et l'insuffisance des lois d'Asimov en particulier. (Singularity Institute for Artificial Intelligence 2004).
- En 2005, le projet Blue Brain est lancé, il vise à simuler le cerveau des mammifères. Il s'agit d'une des méthodes envisagées pour réaliser une IA. Ils annoncent de plus comme objectif de fabriquer, dans dix ans, le premier « vrai » cerveau électronique. En mars 2007, le gouvernement sud-coréen annonce que plus tard dans l'année, il émettrait une charte sur l'éthique des robots, afin de fixer des normes pour les utilisateurs et les fabricants. Selon Park Hye-Young, du ministère de l'Information et de la communication, la Charte reflète les trois lois d'Asimov : la tentative de définition des règles de base pour le développement futur de la robotique. En juillet 2009, en Californie une conférence organisée par l'Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), où un groupe d'informaticiens se demande s'il devrait y avoir des limites sur la recherche qui pourrait conduire à la perte de l'emprise humaine sur les systèmes informatiques, et où il est également question de l'explosion de l'intelligence (artificielle) et du danger de la singularité technologique conduisant à un changement d'ère, ou de paradigme totalement en dehors du contrôle humain.
- En 2009, le Massachusetts Institute of Technology (MIT) a lancé un projet visant à repenser la recherche en intelligence artificielle. Il réunira des scientifiques qui ont eu du succès dans des domaines distincts de l'IA. Neil Gershenfeld déclare « Nous voulons essentiellement revenir 30 ans en arrière, et de revoir quelques directions aujourd'hui gelées ».
- En novembre 2009, l'US Air Force cherche à acquérir 2 200 PlayStation 3 pour utiliser le processeur cell à 7 ou 8 cœurs qu'elle contient dans le but d'augmenter les capacités de leur superordinateur constitué de 336 PlayStation 3 (total théorique 52,8 petaFLOPS en double précision). Le nombre sera réduit à 1 700 unités le 22 décembre 2009<sup>41</sup>. Le projet vise le traitement vidéo haute-définition, et l'« informatique neuromorphique », ou la création de calculateurs avec des propriétés /fonctions similaires au cerveau humain.

*Années 2010*

- Le 27 janvier 2010, l'US Air Force demande l'aide de l'industrie pour développer une intelligence avancée de collecte d'information et avec la capacité de décision rapide pour aider les forces américaines pour attaquer ses ennemis rapidement à leurs points les plus vulnérables. L'US Air Force utilisera une intelligence artificielle, le raisonnement ontologique, et les procédures informatique basées sur la connaissance, ainsi que d'autres traitements de données avancés afin de frapper l'ennemi au meilleur point. D'autre part, d'ici 2020, plus de mille bombardiers et chasseurs F-22 et F-35 de dernière génération, parmi plus de 2 500 avions militaires, commenceront à être équipés de sorte que, d'ici 2040, tous les avions de guerre américains soient pilotés par intelligence artificielle, en plus des 10 000 véhicules terrestres et des 7 000 dispositifs aériens commandés d'ores et déjà à distance.
- Le 16 février 2011, Watson, le superordinateur conçu par IBM, remporte deux des trois manches du jeu télévisé Jeopardy! en battant largement ses deux concurrents humains en gains cumulés. Pour cette IA, la performance a résidé dans le fait de répondre à des questions de culture générale (et non un domaine technique précis) dans des délais très courts. En février 2016, l'artiste et designer Aaron Siegel propose de faire de Watson un candidat à l'élection présidentielle américaine afin de lancer le débat sur « le potentiel de l'intelligence artificielle dans la politique ».

- En mai 2013, Google ouvre un laboratoire de recherches dans les locaux de la NASA. Grâce à un super ordinateur quantique conçu par D-Wave Systems et qui serait d'après cette société 11 000 fois plus performant qu'un ordinateur actuel (de 2013), ils espèrent ainsi faire progresser l'intelligence artificielle, notamment l'apprentissage automatique. Raymond Kurzweil est engagé en décembre 2012 par Google afin de participer et d'améliorer l'apprentissage automatique des machines et des IA.
- Entre 2014 et 2015, à la suite du développement rapide du deep learning, et à l'encontre des penseurs transhumanistes, quelques scientifiques et membres de la communauté high tech craignent que l'intelligence artificielle ne vienne à terme dépasser les performances de l'intelligence humaine. Parmi eux, l'astrophysicien britannique Stephen Hawking, le fondateur de Microsoft Bill Gates et le PDG de Tesla Elon Musk.
- Les géants de l'Internet s'intéressent de plus en plus à l'IA. Le 3 janvier 2016, le patron de Facebook, Mark Zuckerberg, s'est donné pour objectif de l'année de « construire une intelligence artificielle simple pour piloter ma maison ou m'aider dans mon travail ». Il avait déjà créé en 2013 le laboratoire Facebook Artificial Intelligence Research (FAIR) dirigé par le chercheur français Yann Le Cun et ouvert un laboratoire de recherche permanente dans le domaine à Paris.
- Apple a de son côté récemment acquis plusieurs start-up du secteur (Perceptio, VocalIQ, Emotient et Turi).
- En janvier 2018, des modèles d'intelligence artificielle développés par Microsoft et Alibaba réussissent chacun de leur côté à battre les humains dans un test de lecture et de compréhension de l'université Stanford. Le traitement du langage naturel imite la compréhension humaine des mots et des phrases et permet maintenant aux modèles d'apprentissage automatique de traiter de grandes quantités d'informations avant de fournir des réponses précises aux questions qui leur sont posées.
- En février 2019, l'institut de recherche OpenAI annonce avoir créé un programme d'intelligence artificielle capable de générer des textes tellement réalistes que cette technologie pourrait être dangereuse. Si le logiciel est utilisé avec une intention malveillante, il peut générer facilement des fausses nouvelles très crédibles. Inquiet par l'utilisation qui pourrait en être faite, OpenAI préfère ne pas rendre public le code source du programme.

# Qu'avez-vous retenu ?

IV

Exercice

[solution n°1 p.14]

Complétez les trous du texte suivant :

- L'intelligence artificielle (IA) est [ ] mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence.
- Souvent classée dans le groupe des [ ], elle fait appel à la neurobiologie computationnelle (particulièrement aux [ ]), à la logique mathématique (partie des mathématiques et de la philosophie) et à l'informatique.
- Si les progrès de l'intelligence artificielle sont récents, ce thème de réflexion est tout à fait ancien, et il apparaît régulièrement au cours de l'histoire. Les premiers signes d'intérêt pour une intelligence artificielle et le principal précurseur de cette discipline est [ ] .

# Conclusion



Ce premier chapitre vous a présenté une introduction générale sur les principes et les applications de l'intelligence artificielle où une définition et un peu d'histoire sont données.



# Solutions des exercices



## > Solution n°1

Exercice p. 12

Complétez les trous du texte suivant :

- L'intelligence artificielle (IA) est l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence.
- Souvent classée dans le groupe des sciences cognitives, elle fait appel à la neurobiologie computationnelle (particulièrement aux réseaux neuronaux), à la logique mathématique (partie des mathématiques et de la philosophie) et à l'informatique.
- Si les progrès de l'intelligence artificielle sont récents, ce thème de réflexion est tout à fait ancien, et il apparaît régulièrement au cours de l'histoire. Les premiers signes d'intérêt pour une intelligence artificielle et le principal précurseur de cette discipline est l'automate .