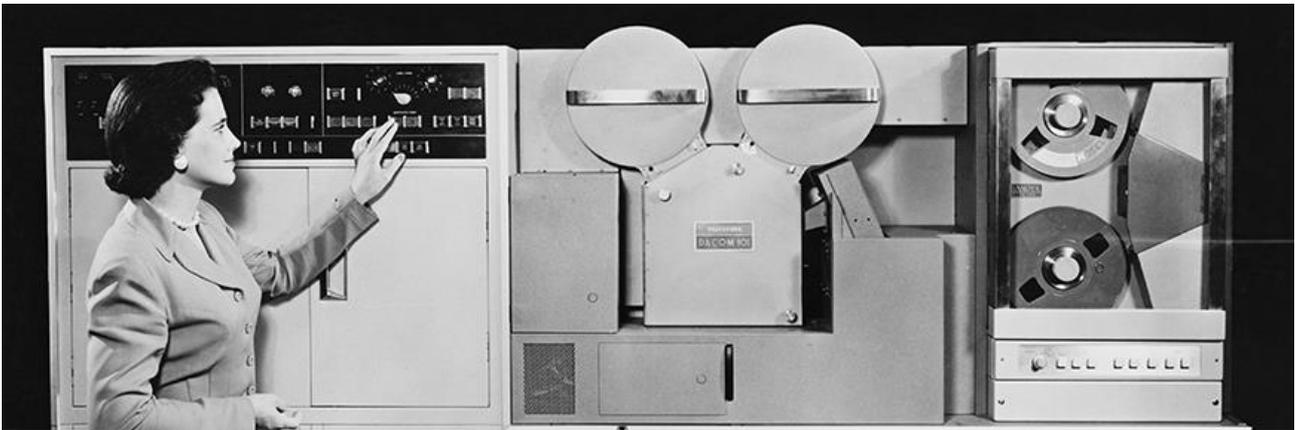


## Histoire de l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle (IA) est une discipline jeune d'une soixante d'années, qui est un ensemble de sciences, théories et techniques (notamment logique mathématique, statistiques, probabilités, neurobiologie computationnelle, informatique) qui ambitionne d'imiter les capacités cognitives d'un être humain. Initiés dans le souffle de la seconde guerre mondiale, ses développements sont intimement liés à ceux de l'informatique et ont conduit les ordinateurs à réaliser des tâches de plus en plus complexes, qui ne pouvaient être auparavant que déléguées à un humain.

Cette automatisation demeure toutefois loin d'une intelligence humaine au sens strict, ce qui rend la dénomination critiquable pour certains experts. Le stade ultime de leurs recherches (une IA « forte », c'est-à-dire en capacité de contextualiser des problèmes spécialisés très différents de manière totalement autonome) n'est absolument pas comparable aux réalisations actuelles (des IA « faibles » ou « modérées », extrêmement performantes dans leur domaine d'entraînement). L'IA « forte », qui ne s'est encore matérialisée qu'en science-fiction, nécessiterait des progrès en recherche fondamentale (et non de simples améliorations de performance) pour être en capacité de modéliser le monde dans son ensemble.



Depuis 2010, la discipline connaît toutefois un nouvel essor du fait, principalement, de l'amélioration considérable de la puissance de calcul des ordinateurs et d'un accès à des quantités massives de données.

Les promesses, renouvelées, et les inquiétudes, parfois fantasmées, complexifient une compréhension objective du phénomène. De brefs rappels historiques peuvent contribuer à situer la discipline et éclairer les débats actuels.

---

### 1940-1960 : Naissance de l'IA dans le sillage de la cybernétique

L'époque entre 1940 et 1960 a été fortement marquée par la conjonction de développements technologiques (dont la seconde guerre mondiale a été un accélérateur) et la volonté de comprendre comment faire se rejoindre le fonctionnement des machines et des êtres organiques. Ainsi pour Norbert Wiener, pionnier de la cybernétique, l'objectif était d'unifier la théorie mathématique, l'électronique et l'automatisation en tant que « théorie entière de la commande et de la communication, aussi bien chez l'animal que dans la machine ». Juste auparavant, un premier modèle mathématique et informatique du neurone biologique (neurone formel) avait été mis au point par Warren McCulloch et Walter Pitts dès 1943.

Début 1950, John Von Neumann et Alan Turing ne vont pas créer le terme d'IA mais vont être les pères fondateurs de la technologie qui la sous-tend : ils ont opéré la transition entre les calculateurs à la logique décimale du XIXème siècle (qui traitaient donc des valeurs de 0 à 9) et des machines à la logique binaire (qui s'appuient sur l'algèbre booléenne, traitant des chaînes plus ou moins importantes de 0 ou de 1). Les deux chercheurs ont ainsi formalisé l'architecture de nos ordinateurs contemporains et ont démontré qu'il s'agissait là d'une machine universelle, capable d'exécuter ce qu'on lui programme. Turing posera bien en revanche pour la première fois la question de l'éventuelle intelligence d'une machine dans son célèbre article de 1950 « Computing Machinery and Intelligence » et a décrit un « jeu de l'imitation », où un humain devrait arriver à distinguer lors d'un dialogue par téléscripneur s'il converse avec un homme ou une machine. Pour polémique que soit cet article (ce « test de Turing » n'apparaît pas qualifiant pour nombre d'experts), il sera souvent cité comme étant à la source du questionnement de la limite entre l'humain et la machine.

La paternité du terme « IA » pourrait être attribué à John McCarthy du MIT (Massachusetts Institute of Technology), terme que Marvin Minsky (université de Carnegie-Mellon) définit comme « la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisante par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que : l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique ». La conférence durant l'été 1956 au Dartmouth College (financée par le Rockefeller Institute) est considérée comme fondatrice de la discipline. De manière anecdotique, il convient de relever le grand succès d'estime de ce qui n'était pas une conférence mais plutôt un atelier de travail. Seulement six personnes, dont McCarthy et Minsky, étaient restées présentes de manière constante tout au long de ces travaux (qui s'appuyaient essentiellement sur des développements basés sur de la logique formelle).

Si la technologie demeurait fascinante et remplie de promesse (voir notamment dans le domaine judiciaire l'article de Reed C. Lawlor, avocat au barreau de Californie, de 1963 « What Computers Can Do : Analysis and Prediction of Judicial Decisions »), l'engouement est retombé au début des années 1960. Les machines disposaient en effet de très peu de mémoire, rendant malaisé l'utilisation d'un langage informatique. On y retrouvait toutefois déjà certains fondements encore présents aujourd'hui comme les arbres de recherche de solution pour résoudre des problèmes : l'IPL, information processing language, avait permis ainsi d'écrire dès 1956 le programme LTM (logic theorist machine) qui visait à démontrer des théorèmes mathématiques.

Herbert Simon, économiste et sociologue, a eu beau prophétiser en 1957 que l'IA arriverait à battre un humain aux échecs dans les 10 années qui suivraient, l'IA est entrée alors dans un premier hiver. La vision de Simon s'avérera pourtant juste... 30 années plus tard.

---

## 1980-1990 : Les systèmes experts

En 1968 Stanley Kubrick réalisera le film « 2001 l'Odyssée de l'espace » où un ordinateur – HAL 9000 (distant que d'une seule lettre de celles d'IBM) résume en lui-même toute la somme de questions éthiques posées par l'IA : arrivée à un haut niveau de sophistication, celle-ci représentera-t-elle un bien pour l'humanité ou un danger ? L'impact du film ne sera naturellement pas scientifique mais il contribuera à vulgariser le thème, tout comme l'auteur de science-fiction Philip K. Dick, qui ne cessera de s'interroger si, un jour, les machines éprouveront des émotions.

C'est avec l'avènement des premiers microprocesseurs fin 1970 que l'IA reprend un nouvel essor et entre dans l'âge d'or des systèmes experts.

La voie avait été en réalité ouverte au MIT dès 1965 avec DENDRAL (système expert spécialisé dans la chimie moléculaire) et à l'université de Stanford en 1972 avec MYCIN (système spécialisé dans le diagnostic des maladies du sang et la prescription de médicaments). Ces systèmes s'appuyaient sur un « moteur d'inférence », qui était programmé pour être un miroir logique d'un raisonnement humain. En entrant des données, le moteur fournissait ainsi des réponses d'un haut niveau d'expertise.

Les promesses laissaient envisager un développement massif mais l'engouement retombera à nouveau fin 1980, début 1990. La programmation de telles connaissances demandait en réalité beaucoup d'efforts et à partir de 200 à 300 règles, il y avait un effet « boîte noire » où l'on ne savait plus bien comment la machine raisonnait. La mise au point et la maintenance devenaient ainsi extrêmement problématiques et – surtout – on arrivait à faire plus vite et aussi bien d'autres manières moins complexes, moins chères. Il faut rappeler que dans les années 1990, le terme d'intelligence artificielle était presque devenu tabou et des déclinaisons plus pudiques étaient même entrées dans le langage universitaire, comme « informatique avancée ».

Le succès en mai 1997 de Deep Blue (système expert d'IBM) au jeu d'échec contre Garry Kasparov concrétisera 30 ans plus tard la prophétie de 1957 d'Herbert Simon mais ne permettra pas de soutenir les financements et les développements de cette forme d'IA. Le fonctionnement de Deep Blue s'appuyait en effet sur un algorithme systématique de force brute, où tous les coups envisageables étaient évalués et pondérés. La défaite de l'humain est restée très symbolique dans l'histoire mais Deep Blue n'était en réalité parvenu à ne traiter qu'un périmètre très limité (celui des règles du jeu d'échec), très loin de la capacité à modéliser la complexité du monde.

---

Depuis 2010 : un nouvel essor à partir des données massives et d'une nouvelle puissance de calcul

Deux facteurs expliquent le nouvel essor de la discipline aux alentours de 2010.

- L'accès tout d'abord à des volumes massifs des données. Pour pouvoir utiliser des algorithmes de classification d'image et de reconnaissance d'un chat par exemple, il fallait auparavant réaliser soi-même un échantillonnage. Aujourd'hui, une simple recherche sur Google permet d'en trouver des millions.

- Ensuite la découverte de la très grande efficacité des processeurs de cartes graphiques des ordinateurs pour accélérer le calcul des algorithmes d'apprentissage. Le processus étant très itératif, cela pouvait prendre des semaines avant 2010 pour traiter l'intégralité d'un échantillonnage. La puissance de calcul de ces cartes, (capables de plus de mille milliards d'opérations par seconde) a permis un progrès considérable pour un coût financier restreint (moins de 1000 euros la carte).

Ce nouvel attirail technologique a permis quelques succès publics significatifs et a relancé les financements : en 2011, Watson, l'IA d'IBM, remportera les parties contre 2 champions du « Jeopardy ! ». En 2012, Google X (laboratoire de recherche de Google) arrivera à faire reconnaître à une IA des chats sur une vidéo. Plus de 16 000 processeurs ont été utilisés pour cette dernière tâche, mais le potentiel est alors extraordinaire : une machine arrive à apprendre à distinguer quelque chose. En 2016, AlphaGO (IA de Google spécialisée dans le jeu de Go) battra le champion d'Europe (Fan Hui) et le champion du monde (Lee Sedol) puis elle-même (AlphaGo Zero). Précisons que le jeu de Go a une combinatoire bien plus importante que les échecs (plus que le nombre de particules dans l'univers) et qu'il n'est pas possible d'avoir des résultats aussi significatifs en force brute (comme pour Deep Blue en 1997).

D'où vient ce miracle ? D'un changement complet de paradigme par rapport aux systèmes experts. L'approche est devenue inductive : il ne s'agit plus de coder les règles comme pour les systèmes experts, mais de laisser les ordinateurs les découvrir seuls par corrélation et classification, sur la base d'une quantité massive de données.

Parmi les techniques d'apprentissage machine (machine learning), c'est celle de l'apprentissage profond (deep learning) qui paraît la plus prometteuse pour un certain nombre d'applications (dont la reconnaissance de voix ou d'images). Dès 2003, Geoffrey Hinton (de l'Université de Toronto), Yoshua Bengio (de l'Université de Montréal) et Yann LeCun (de l'Université de New York) avaient décidé de démarrer un programme de recherche pour remettre au goût du jour les réseaux neuronaux. Des expériences menées simultanément à Microsoft, Google et IBM avec l'aide du laboratoire de Toronto de Hinton ont alors démontré que ce type d'apprentissage parvenait à diminuer de moitié les taux d'erreurs pour la reconnaissance vocale. Des résultats similaires ont été atteints par l'équipe de Hinton pour la reconnaissance d'image.

Du jour au lendemain, une grande majorité des équipes de recherche se sont tournées vers cette technologie aux apports incontestables. Ce type d'apprentissage a aussi permis des progrès considérables pour la reconnaissance de texte, mais, d'après les experts comme Yann LeCun, il y a encore beaucoup de chemin à parcourir pour produire des systèmes de compréhension de texte. Les agents conversationnels illustrent bien ce défi : nos smartphones savent déjà retranscrire une instruction mais ne parviennent pas à la contextualiser pleinement et à analyser nos intentions.

Source : <https://www.coe.int/fr/web/artificial-intelligence/history-of-ai>