



Chapitre 1 : Introduction à l'Intelligence Artificielle

Sidi Ahmed Mahmoudi

Université de Mons

sidi.mahmoudi@umons.ac.be
www.deepilia.com

February 9, 2025





Table des matières

- 1 Introduction**
- 2 Prérequis de l'IA**
 - Algorithmes
 - Big Data
 - Cloud computing
- 3 Définitions de l'IA**
 - Systèmes qui pensent comme les humains
 - Systèmes qui agissent comme des humains
 - Systèmes rationnels
 - Systèmes qui agissent rationnellement
- 4 Histoire de l'IA**
- 5 Approches de l'IA**
 - Programmation symbolique
 - Machine Learning (Apprentissage Machine)
- 6 Applications de l'IA**
 - Paradoxe de Moravec
- 7 Conclusion**



Introduction

- Quelle définition donnerez-vous pour l'intelligence artificielle ?
- Quelles sont les applications de l'intelligence artificielle ?
- Connaissez-vous des domaines ou techniques de l'intelligence artificielle ?
- Avez-vous déjà utilisé l'intelligence artificielle ?



Introduction

- L'Intelligence Artificielle (*Artificial Intelligence, AI*) consiste à développer des techniques permettant aux machines d'imiter une forme d'intelligence réelle. L'IA se retrouve utilisée et implémentée dans un grand nombre d'applications.
- L'Intelligence Artificielle est l'idée que les machines (ou les ordinateurs) peuvent être construites avec une intelligence parallèle (ou supérieure) à celle d'un humain, leur donnant la capacité d'effectuer des tâches qui nécessitent généralement une intelligence humaine



Introduction



(a)



(b)



(c)

Figure: (a) Voiture autonome, (b) Assistant Alexa, (c) Robocup 2018



Introduction

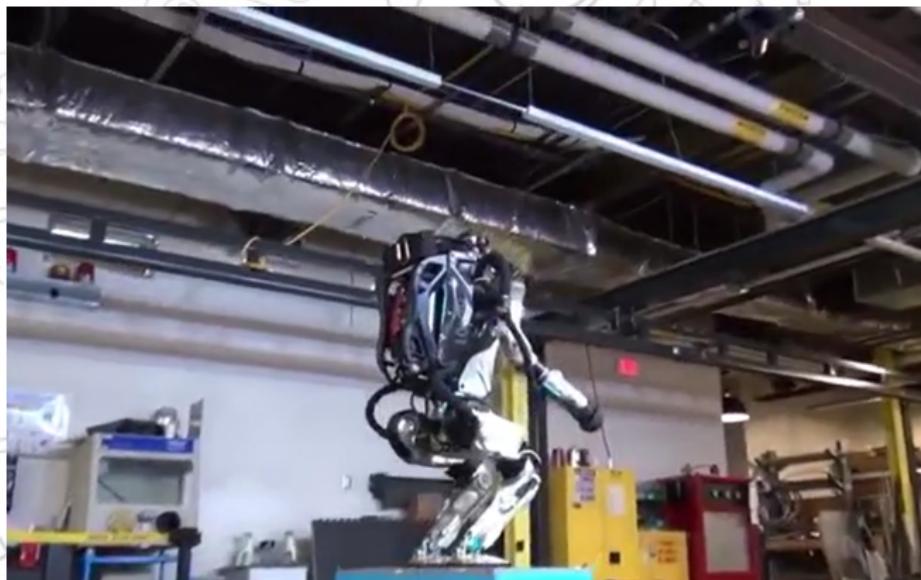


Figure: Introduction de l'IA



Prérequis pour l'intelligence artificielle



Figure: Concepts fondamentaux de l'Intelligence Artificielle



Prérequis pour l'intelligence artificielle

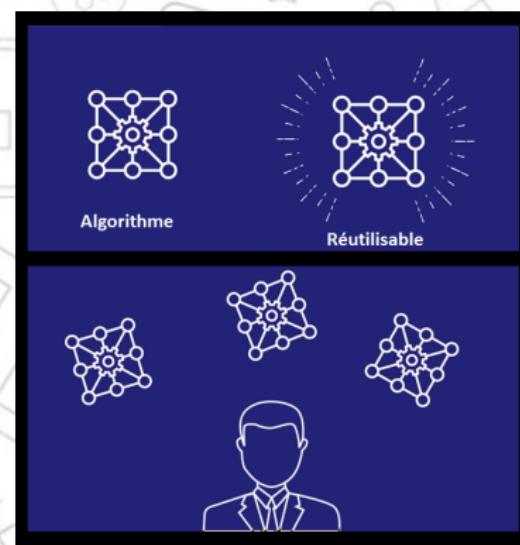


Figure: Concepts de l'Intelligence Artificielle [Courseraacademy]



Algorithmes

Prérequis pour l'intelligence artificielle : Algorithmes





Big Data

Prérequis pour l'intelligence artificielle : Big Data

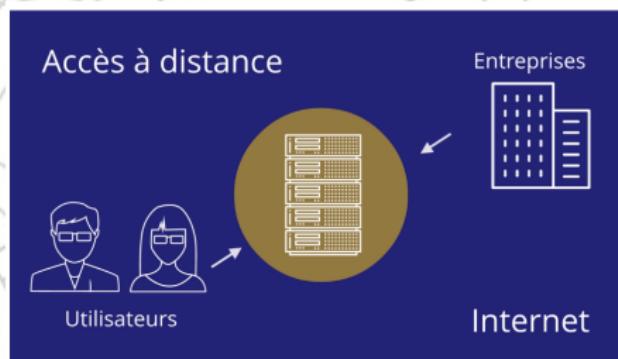




Cloud computing

Prérequis pour l'intelligence artificielle : Cloud computing

- Le volume de données devient colossal
- Nécessité de les stocker dans des Datacenters
- Possibilité d'accès à distance via différents utilisateurs





Cloud computing

Principales étapes du parcours de l'IA

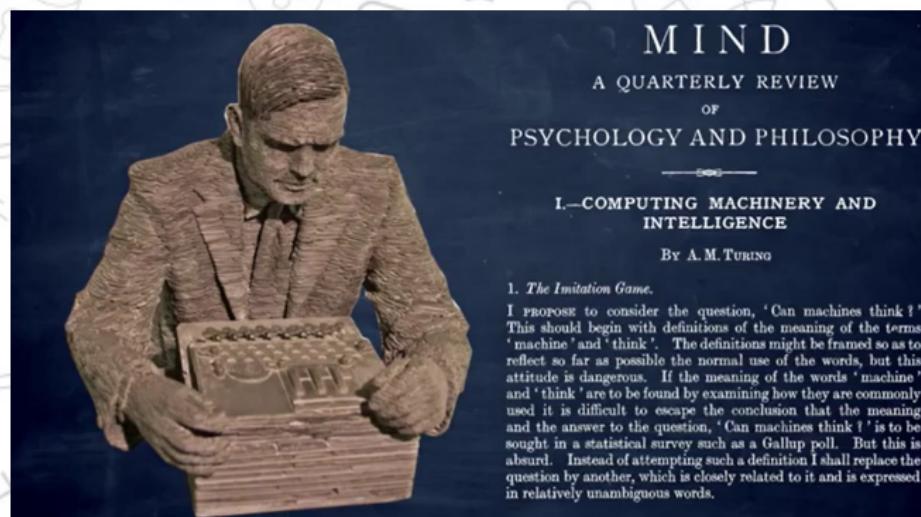


Figure: Parcours de de l'IA Suite



Définitions de l'Intelligence Artificielle

Systèmes qui pensent comme les humains

«La tentative nouvelle et passionnante d'amener les ordinateurs à faire des machines dotées d'un esprit littéral.» (Haugeland, 1985)

«Automatisation d'activités de pensée humaine : prise de décision, résolution de problèmes, apprentissage...» (Bellman, 1978)

Systèmes rationnels

«L'étude des facultés mentales grâce à des modèles informatiques.» (Charniak et McDermott, 1985)

«L'étude des moyens informatiques qui rendent possible la perception, le raisonnement et l'action.» (Winston, 1992)



Définitions de l'Intelligence Artificielle

Systèmes qui agissent comme les humains

«Créer des machines capables de prendre en charge des fonctions exigeant de l'intelligence des gens.» (Kurzweil, 1990)

«Etude des moyens permettant aux ordinateurs d'accomplir des tâches requérant l'intelligence humaine » (Rich et Knight, 1991)

Systèmes qui agissent rationnellement

«L'intelligence artificielle (*computational intelligence*) est l'étude de la conception d'agents intelligents.» (Pool et al., 1998)

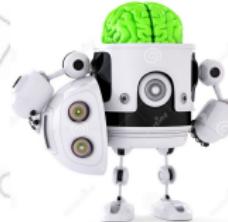
«L'IA étudie le comportement intelligent dans des artefacts.» (Nilsson, 1998)



Systèmes qui pensent comme les humains

Systèmes qui pensent comme les humains

- L'intelligence concerne la pensée (cerveau) de l'humain
- Besoins : analyse de l'activité interne du cerveau
 - 1 Sciences cognitives : prédire et tester le comportement humain
 - 2 Neurosciences cognitives : pour identifier le comportement à partir des données neurologiques
- But : résoudre les problèmes suivant le processus l'humain





Systèmes qui agissent comme des humains

Systèmes qui agissent comme des humains

- Agir comme l'homme, sans s'inquiéter du mode de raisonnement
- But : avoir un comportement similaire à celui de l'homme
- **Test de Turing (1950)** : «Une machine est considérée comme intelligente si elle peut mener une conversation de telle manière que les interrogateurs humains ne peuvent la distinguer d'un être humain (Loebner Prize, 1990)»
- Le test de Turing demeure valide Jusqu'à présent



Systèmes qui agissent comme des humains

Test de Turing (1950)

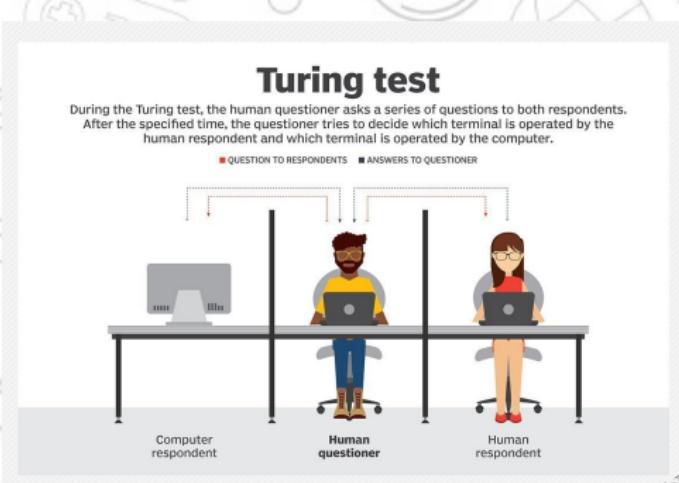
Capacités requises pour l'ordinateur :

- 1 Traitement du langage naturel : pour la communication
- 2 Représentation des connaissances : pour stocker ce qu'il entend
- 3 Raisonnement automatisé : tirer des conclusions à partir d'informations mémorisées
- 4 Apprentissage : pour s'adapter à de nouvelles circonstances
- 5 Vision artificielle : pour percevoir des objets
- 6 Robotique : Pour manipuler des objets et se déplacer.



Systèmes qui agissent comme des humains

Test de Turing (1950)

Figure: Test de Turing¹



Systèmes rationnels

Systèmes rationnels : les «lois de la pensée»

- Repose sur la pensée logique
- Aristote : l'un des premiers à essayer de codifier « le bien penser »
- Exemple : « Socrate est un homme, tous les hommes sont mortels Donc Socrate est mortel »
- Au 19^{ième} siècle : La logique formelle permettant d'écrire des énoncés sur les objets du monde et leurs relations
- En 1965, premiers programmes capables de résoudre un problème résoluble décrit en notation logique





Systèmes rationnels

Systèmes rationnels : les «lois de la pensée»

■ Problèmes des systèmes rationnels:

-
- 1 certaines capacités (ex : la perception) ne sont pas facilement exprimables en logique
 - 2 Tout comportement intelligent n'est pas véhiculé par le raisonnement
 - La réalité ne reflète pas toujours la théorie



Systèmes qui agissent rationnellement

Systèmes qui agissent rationnellement

- Un agent est une entité qui agit (« agent » vient latin *agere*)
- Un agent doit :
 - 1 fonctionner de manière autonome
 - 2 percevoir l'environnement
 - 3 persister pendant une période prolongée
 - 4 s'adapter aux changements
 - 5 créer et poursuivre des objectifs
- Agent rationnel : agit pour atteindre la meilleure solution, en fonction de ses capacités, connaissances et croyances
- Certains actes rationnels ne reposent pas sur des inférences (exemple de la poêle brûlante)



Systèmes qui agissent rationnellement

Systèmes qui agissent rationnellement

- **Exemple :** s'écartez d'une poêle brûlante est une décision réflexe qui se montre généralement plus efficace d'une action décidée après mûre réflexion, donc plus lente
- **Avantages :** plus générale et générique que l'approche des « lois de pensée »
- **Prise de décisions rationnelles**
 - 1 réaliser le maximum d'objectifs prédéfinis
 - 2 la rationalité concerne quelle décision prendre
 - 3 les objectifs sont exprimés en terme d'utilité du résultat
 - 4 **être rationnel:** maximiser le résultat utile attendu.





Histoire de l'IA

- Gestation de l'IA (1943 - 1955)
- Naissance de l'IA (1956)
- Enthousiasme des débuts : grandes espérances (1952 - 1969)
- Epreuve de la réalité (1966 - 1973)
- Systèmes fondés sur les connaissances (1969 - 1979)
- L'IA devient une industrie (1980 - présent)
- Retour des réseaux de neurones (1986 - présent)
- L'IA devient une science (1987 - présent)
- Agents intelligents (1995 - présent)
- Disponibilités de vastes ensemble de données (2001 - présent)





Dates clés de l'IA moderne

- **Assitants vocaux, 2010** : lancés par les GAFA utilisant l'IA.
- **GAN, 2014** : générer des images avec un grand réalisme.
- **AlphaGo, 2016** : le programme DeepMind (Google) bat le champion du monde de jeu de Go.
- **Transformers, 2017** : découverte du mécanisme d'attention.
- **ChatGPT, 2018** : premier modèle OpenAI capable de générer du texte à partir de données internet.
- **ChatGPT, 2022** : première intelligence artificielle générative accessible au grand public.
- **AI Act, 2023** : réguler l'usage de l'IA en Europe : éthique, explicabilité, traçabilité, protection des données, etc.



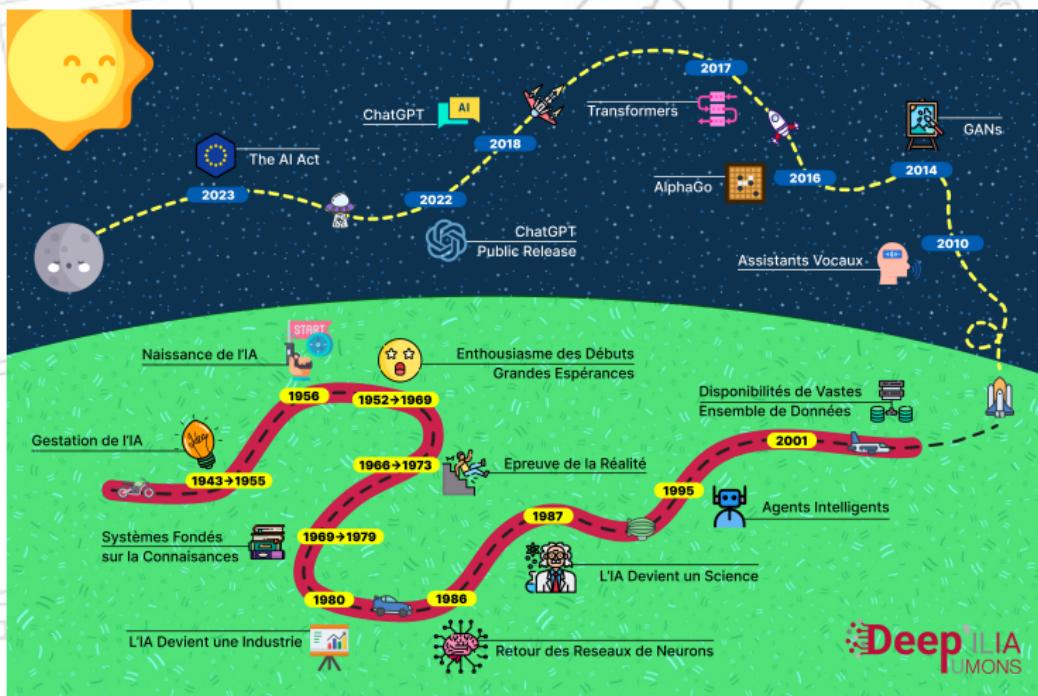


Figure: Ligne de temps et évolution de l'IA



Gestation de l'IA (1943 - 1955)

- Premier modèle de neurones artificiels (McCulloch et Pitts, 1943) : chaque neurone est caractérisé par un état : marche ou arrêt
- Toute fonction est calculée par un réseau de neurones connectés
- Les connecteurs logiques (et, ou, non, etc.) peuvent être implémentés par des structures simples



Gestation de l'IA (1943 - 1955)

- Premier ordinateur (SNARC) à réseau de (40) neurones (Minsky et Edmonds, 1950)
- Plusieurs conférences données par Alan Turing (dès 1947) dégageant une feuille de route dans son article de 1950 « Computing Machinery and Intelligence ». Il introduit ensuite le test de Turing, l'apprentissage artificiel, les algorithmes génétiques ainsi que l'apprentissage par renforcement.



Naissance de l'IA (1956)

- En 1956, le Professeur John McCarthy décide d'organiser un séminaire de deux mois réunissant dix chercheurs américains
- Etude de l'intelligence artificielle via les domaines de théorie des automates, réseaux de neurones et formalisation des concepts
- Newell et Simon ont présenté un programme capable de raisonner, le Logic Theorist (LT).



Naissance de l'IA (1956)

- Peu après, le programme était en mesure de démontrer la majorité des théorèmes du chapitre 2 des Principia Mathematica de Russel Whitehead
- Même si le workshop n'a pas conduit à de nouvelles avancées (article rejeté), il a quand même permis de faire connaître le domaine de l'IA.



Enthousiasme des débuts : grandes espérances (1952 - 1969)

- Premiers succès de l'IA en termes d'outils de programmation et ordinateurs
- Après la théorie LT, Newell et Simon ont proposé le GPS « General Problem Solver », qui a la différence de LT, permet d'imiter les humains dans la résolution des problèmes.
- GPS : premier programme à intégrer l'approche de la pensée humaine
- Herbert Gelernter (1959) a construit le Geometry Theorem



Enthousiasme des débuts : grandes espérances (1952 - 1969)

- Plusieurs travaux avant d'arriver à un problème très connu, monde des blocs (Fig. 12):
 - 1 Un ensemble de blocs placés sur une table
 - 2 Une tâche typique consiste à la disposition des blocs à l'aide d'un robot pouvant saisir un bloc à la fois
- Ce problème est à l'origine du projet de vision de David Huffman (1975) portant sur la vision et propagation des contraintes, théorie d'apprentissage, planification, etc.



Enthousiasme des débuts : monde des blocs

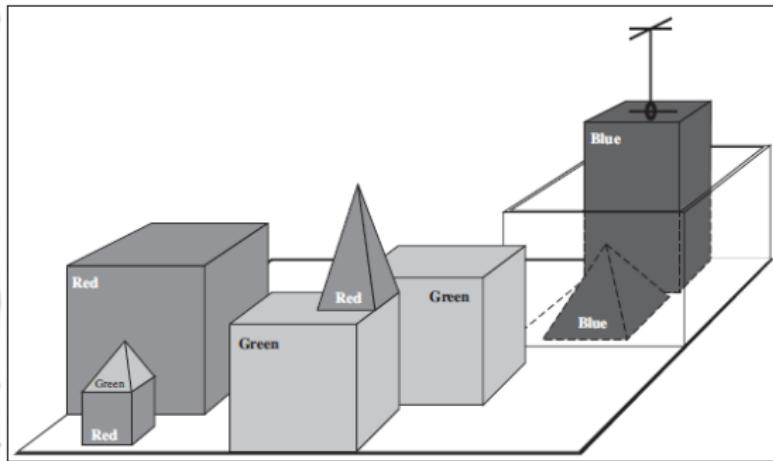


Figure: Une scène du monde des blocs. SHRDLU (Winograd, 1972) vient de réaliser la commande "Trouver un bolc plus grand que celui que tu



Epreuve de la réalité (1966 - 1973)

- Excès de confiance suite aux premiers succès de l'IA
- Simon prédisait q'un ordinateur serait champions d'échecs dans dix, or il a fallu 40 ans pour voir cela
- En 1966, suspension du financement du programme de traduction automatique Russe/Anglais par le National Research Council US suite au manque des résultats (programme lancé en 1957)
- Difficultés de porter les programmes fonctionnant sur des problèmes simples vers des problèmes plus complexes.



Systèmes fondés sur les connaissances (1969 - 1979)

- Méthodes faibles : ne supportant pas le changement d'échelles
- Alternative : recourir à des connaissances plus puissantes
- Pour résoudre un problème difficile, il est presque obligatoire d'en connaître la solution à l'avance.



Systèmes fondés sur les connaissances (1969 - 1979)

- Buchanan et al. (1969) : programme DENDRAL qui représente l'un des premiers exemples de cette approche (en chimie).
- Plus efficace que les approches précédentes étant donné qu'il se base sur des connaissances spécifiques (consultation d'experts).
- Premier "système expert" utilisant de manière intense une connaissance spécifique
- Plusieurs langages de représentation de connaissances et de raisonnements : OWL, SKOS, W3C, etc.





Langages de représentation des connaissances



Figure: Langages de représentation des connaissances



L'IA devient une industrie (1980 - présent)

- R1 : Premier système expert commercial réussi, chez Digital Equipment Corporation (McDermont, 1982)
- R1 permet de configurer les ordinateurs en fonction des commandes clients
- En 1988, le département IA du groupe DEC a déployé 40 systèmes experts



L'IA devient une industrie (1980 - présent)

- La majorité des entreprises aux états unis possèdent un département IA
- En 1981, les japonais lançaient le projet 5ème génération pour construire des ordinateurs intelligent programmés en Prolog
- Le chiffre d'affaires des projets en lien avec l'IA passant de quelques millions de dollars en 1980 à plusieurs milliards de dollars en 1988.



Retour des réseaux de neurones (1986 - présent)

- Lors des 1980, 04 groupes de chercheurs réinventèrent l'apprentissage par rétro-propagation, introduit en 1969
- Algorithme appliqué à de nombreux problèmes d'apprentissage
- La recherche moderne sur les réseaux de neurones scindée en deux domaines :
 - 1 Construction d'architectures et d'algorithmes neuronaux
 - 2 Modélisation des propriétés empiriques des neurones



L'IA devient une science (1987 - présent)

- Révolution au niveau des thèmes de recherche et méthodologies adoptées en IA
- Possibilité de reproduire des expérimentations grâce aux dépôts de code et de données de test
- Améliorer l'existant au lieu de tous refaire
- Plusieurs domaines concernés : reconnaissance de la parole, traduction automatique, réseau de neurones, data mining, etc.





Agents intelligents (1995 - présent)

- Place centrale d'agents rationnels pour l'intelligence artificielle
- Possibilité d'appliquer le concept de rationalité à une vaste gamme d'agents opérants dans des environnements imaginables
- Agents intelligents apparaissant partout (surtout sur Internet) : moteurs de recherches, etc.

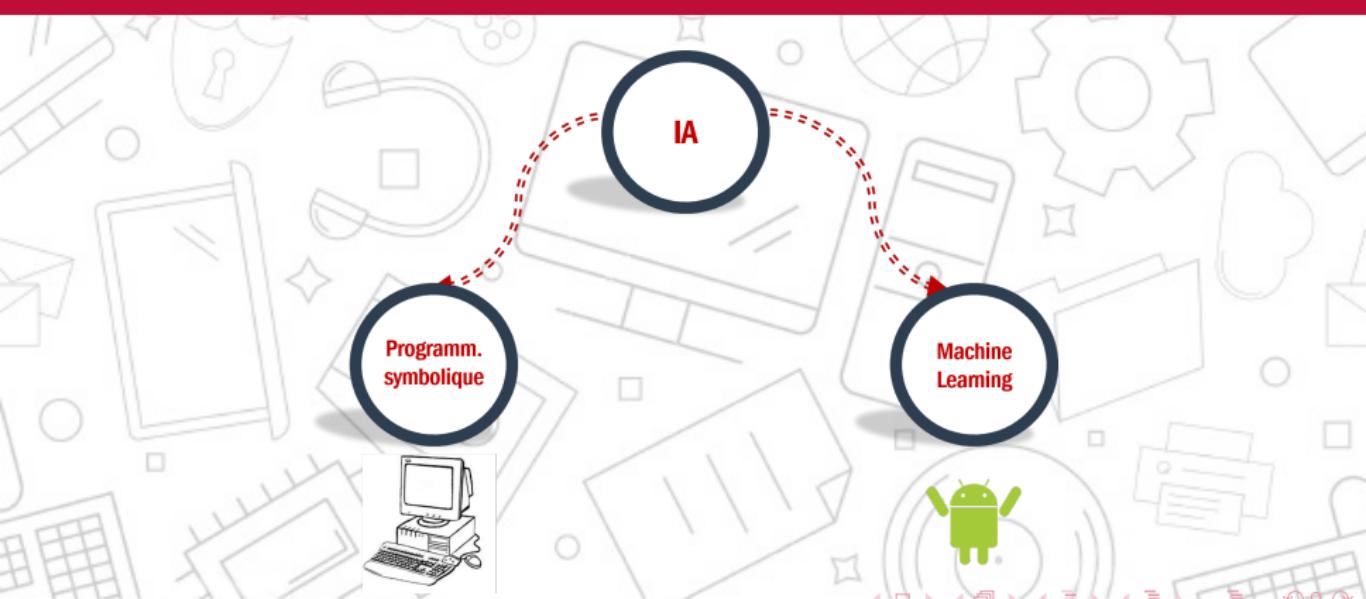


Disponibilités de vastes ensembles de données (2001 - présent)

- Pendant les 60 dernières années de l'histoire de l'informatique, l'accent a été mis sur l'algorithme
- Des travaux récents proposant de s'intéresser au données et d'être moins exigeant sur le choix de l'algorithme
- Les performances d'algorithmes seront largement améliorées en utilisant des plus grands ensembles de données
- L'hiver de l'IA pourrait donner lieu au printemps de l'IA.



Approches de l'Intelligence Artificielle





Approches de l'Intelligence Artificielle

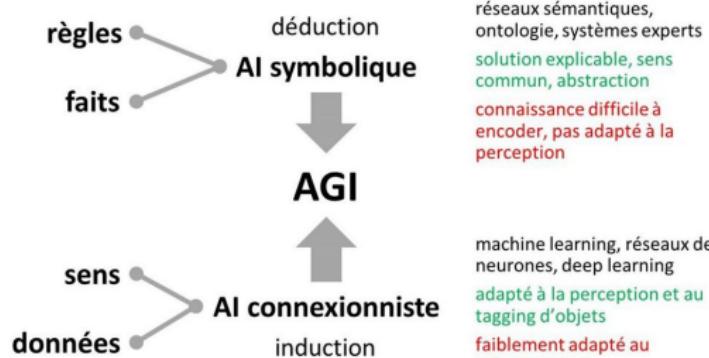


Figure: Approches de l'IA: IA symbolique vs. IA connexionniste



Approches de l'IA : Programmation symbolique

- Coder pour résoudre un problème (suite de relations)
- « si-alors + si-alors + si-alor s» = solution





Approches de l'IA : Programmation symbolique

- Difficulté de s'adapter à toutes les situations
- Besoin d'envisager toutes les situations possibles

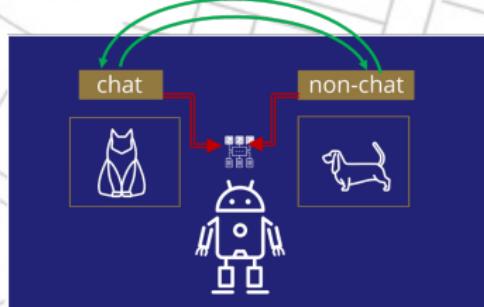


Figure: Limites de la programmation symbolique



Approches de l'IA : Machine Learning

- Partir de l'existant plutôt que partir de rien
- Entrainement et apprentissage des données
- Identification des caractéristiques les plus pertinentes.





Approches de l'IA : Deep Learning

- Une branche du Machine Learning
- S'inspire du fonctionnement de nos cerveaux.

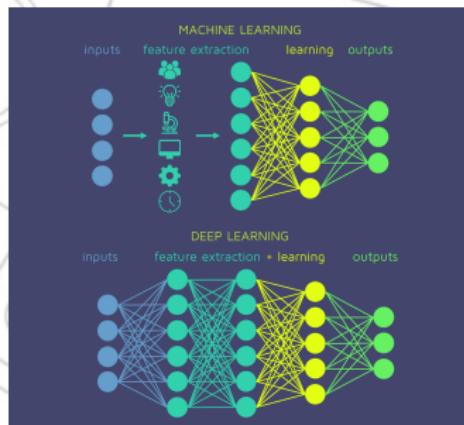


Figure: Machine Learning vs. Deep Learning



Approches de l'IA : Deep Learning

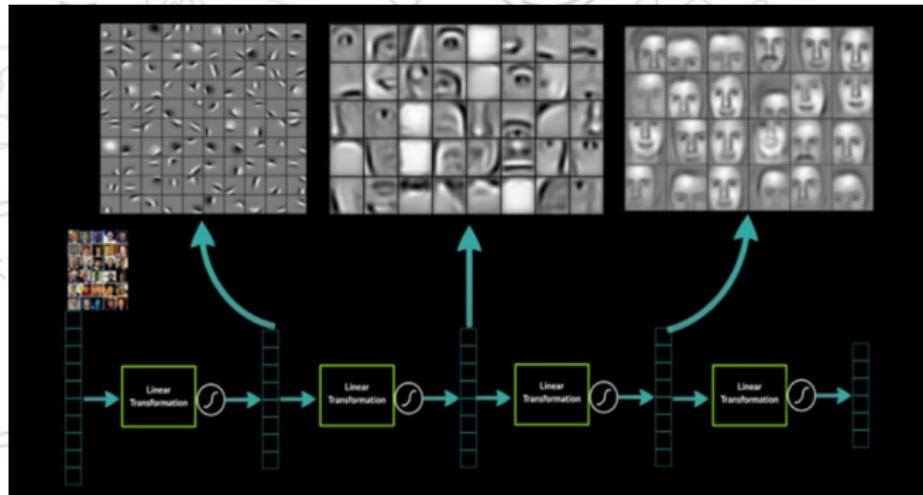


Figure: Deep Learning and features extraction



Formes d'Intelligence Artificielle

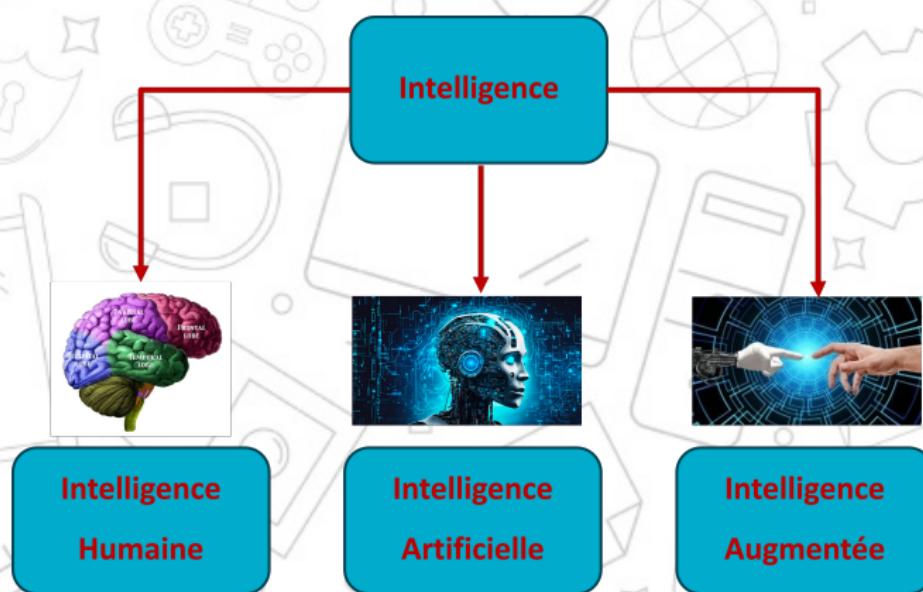


Figure: Formes d'Intelligence Artificielle



Intelligence Artificielle Générative

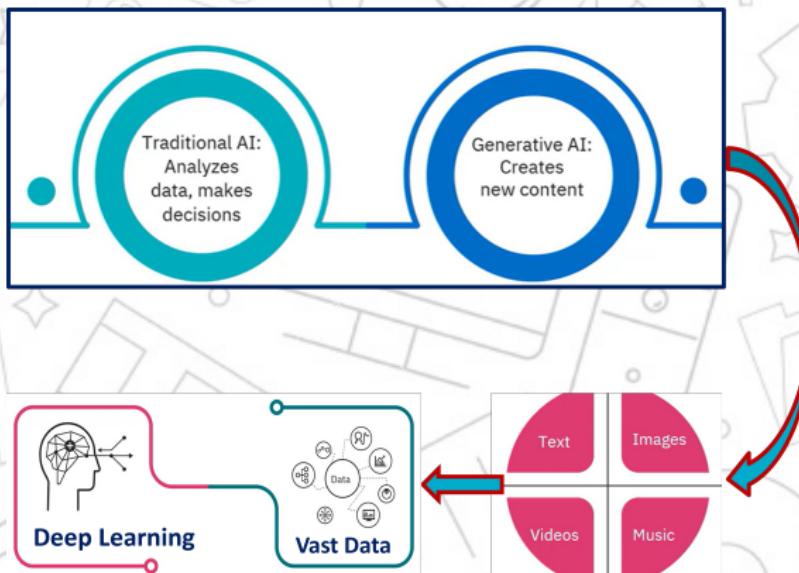


Figure: Processus d'IA Générative



Formes d'IA Générative

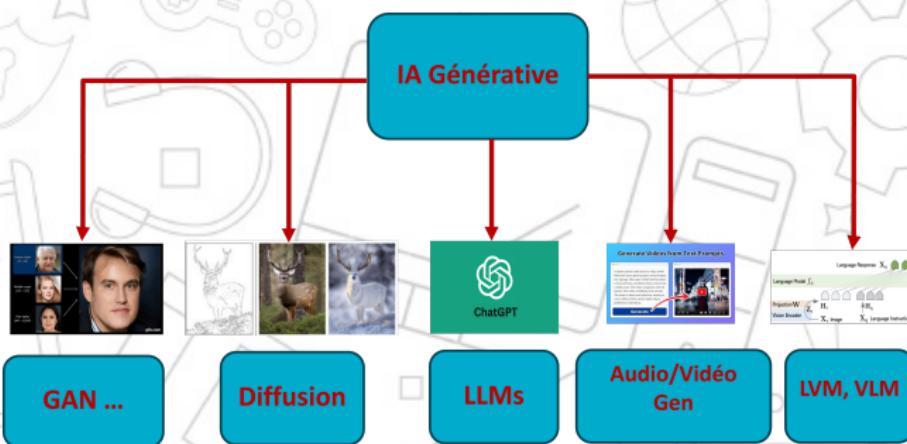


Figure: Formes d'IA Générative



Applications de l'IA

- Nombre quasi-infini d'applications potentielles de l'IA
- La révolution de l'IA ces dernières années a augmenté considérablement ces applications
- Intervention du chirurgien Laurent Alexandre au Sénat le 19 janvier 2017: *il va falloir que l'homme monte grandement en compétences pour accompagner l'IA afin que l'équation « IA+homme » ne devienne pas égale à « IA seule » auquel cas l'apport du travail humain serait absolument nul. Et, soyez-en sûrs, tous les secteurs seront concernés par l'émergence de l'Intelligence Artificielle dans les décennies qui viennent*



Applications de l'IA

Les principales applications de l'IA sont :

- Vision par ordinateur
- Reconnaissance et synthèse vocale
- Traitement du langage naturel
- Raisonnement
- Robotique
- Jeux vidéo
- Etc.



Applications de l'IA : Vision par ordinateur

- Détection d'objets
- Reconnaissance de formes (objets, visages, etc.)
- Segmentation d'objets
- Classification d'images



Tesla automatic car driving



Figure: Tesla- Autonomous self-driving²





Applications de l'IA : Reconnaissance et synthèse vocale

- Reconnaître et transformer des mots en texte et vice versa
- Alexa : assistant personnel intelligent capable d'intéragir de manière vocale, lire de la musique, faire des listes de tâches, lire des livres audio, donner la météo, le trafic, etc.
- Autres exemples : SIRI, Google assistant



Applications de l'IA : Reconnaissance et synthèse vocale





Applications de l'IA : Traitement du langage naturel

- Comprendre le sens des phrases
- Etre capable d'en construire des phrases correctes





Applications de l'IA : Raisonnement

- Utiliser et combiner diverse informations
- Tirer des conclusions utiles
- Démonstration automatique de théorèmes
- Vérification des preuves



Applications de l'IA : Robotique

- Intéraction entre une machine et le monde physique
- Exemple : match de foot entre robots Nao



Figure: Robocup 2018 SPL Finals



Applications de l'IA : Jeux vidéos

- l'IA représente les algorithmes (programmes de calcul complexes) inclus dans une console de jeu
- répondre à une action des joueurs
- Interagir en lui fournissant une réponse adaptée et rationnelle.
- Gérer l'univers dans le but d'accroître le sentiment d'immersion de l'utilisateur



Applications de l'IA : Jeux vidéos

- Programme Deep Blue d'IBM : premier programme ayant battu le champion du monde des échecs (Kasparov, 1997)
- Plusieurs victoires de machines (contre des champions) ont eu lieu après
- Pour d'autres jeux, l'homme domine encore jusqu'à l'arrivée de AlphaGo.



Applications de l'IA : Jeux vidéos

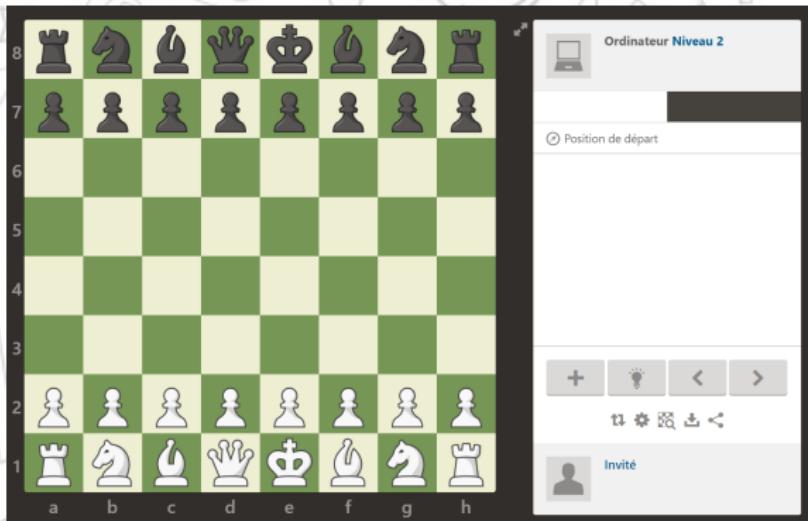


Figure: Jeu d'échecs en ligne



Paradoxe de Moravec

Paradoxe de Moravec

- Applications multiples de l'IA présentant des limites car les tâches les plus simples pour l'humain sont les plus complexes à résoudre pour une machine : paradoxe de Moravec (roboticien) l'ayant défini en 1980



Figure: Moravec



Paradoxe de Moravec

Paradoxe de Moravec

- Exemple : plus simple d'apprendre une machine à devenir championne d'échecs que lui faire attraper un objet
- De la pure abstraction mathématique à l'interaction avec le monde réel.



Figure: Paradoxe de Moravec



Conclusion

- Différentes définitions de l'IA : ?
- prérequis de l'IA : ?
- Deux approches principales de l'IA : ?
- Longue histoire de l'IA : ?
- Plusieurs domaines d'applications de l'IA : ?



Conclusion

- Différentes définitions de l'IA : penser (ou agir) comme l'humain (ou rationnellement)
- prérequis de l'IA : Algorithmes, Big Data, Cloud computing
- Deux approches principales de l'IA : Programmation symbolique, Machine learning
- Longue histoire de l'IA : depuis 1956
- plusieurs domaines d'applications de l'IA : Vision par ordinateur, traitement du langage, Robotique, etc.



Références



Coorpacademy, (2018)

Introduction à l'Intelligence Artificielle

Formation en ligne, <https://up.coorpacademy.com>.



Russel, S. Et Norvig, P., (2010)

Artificial Intelligence : A Modern Approach

3rd edition, Pearson.



Virginie Mathivet, (2015)

L'Intelligence Artificielle pour les développeurs - Concepts et implémentations en Java

Editions ENI (Décembre 2015).



Andreas C.Mueller, (2018)

Machine learning avec Python

First Interactive (Février 2018).



Quiz de test d'apprentissage

