



**Institut Supérieur d'Informatique
et de Mathématiques de Monastir**



SUPPORT DE COURS

Fondements IA

Année Universitaire 2025-2026

Enseignant
Nafaa Haffar

Chapitre 1 : Introduction

- ✓ Définitions
- ✓ Historique
- ✓ Sous-domaines d'application

Objectifs

- Connaître les fondements de l'intelligence artificielle.
- Comprendre les caractéristiques et propriétés des techniques de base utilisées en intelligence artificielle.
- Savoir appliquer les différentes approches en fonction du problème à résoudre.

Pré-réquis:

✓ Algorithmique et structures de données

✓ Statistique et probabilités

Plan

- ❑ **Chapitre 1** : Introduction à L'Intelligence Artificielle
- ❑ **Chapitre 2** : Algorithmes de Recherche pour la Résolution de Problèmes
- ❑ **Chapitre 3** : Planification & Jeux
- ❑ **Chapitre 4** : Systèmes experts
- ❑ **Chapitre 5** : Raisonnement Automatique
- ❑ **Chapitre 6**: Apprentissage Automatique

Motivation

- Pendant des années, nous avons essayé de comprendre le processus de la pensée humaine, à savoir comment percevoir, comprendre , prévoir et manipuler un monde complexe.
- Le domaine de l'intelligence artificielle, ou IA, tente non seulement de comprendre des entités intelligentes, mais aussi d'en construire.

Algorithmique: Problématique

1 Résoudre l'équation : $a*x + b = 0$, (Algorithme?, Problème?)

2 Le Problème du Voyageur de commerce

- un voyageur de commerce doit visiter n villes, il doit débiter et terminer son parcours au même endroit, il doit visiter chaque ville une seule fois,
- le nombre de routes possibles est $(n!)/2$, (Algorithme?, Problème?)

1- Problème de prêts bancaires, (Algorithme?, Problème?)

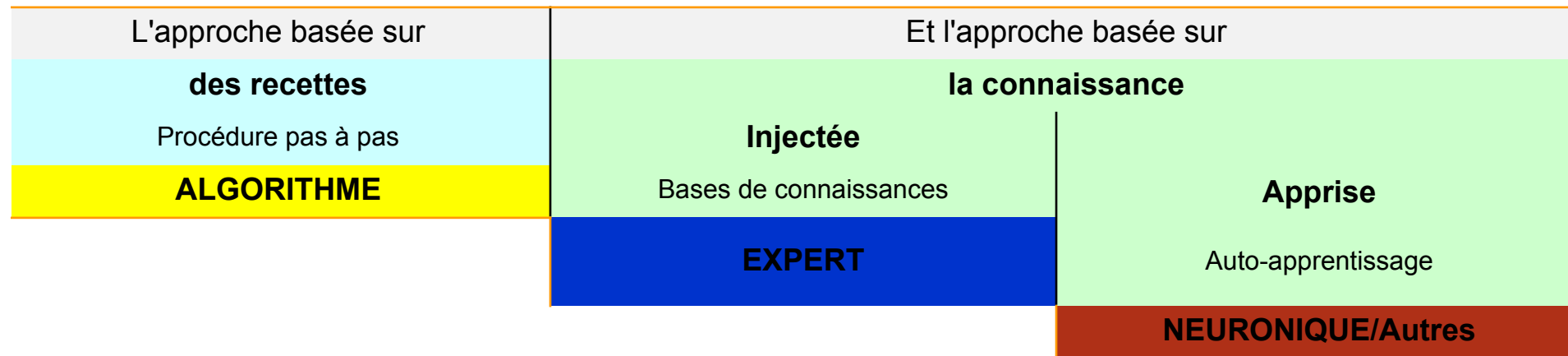
Pas de règle générale et stricte

❑ TROIS MANIERES pour aborder les problèmes

Les ordinateurs sont devenus de plus en plus puissants, mais ils ne permettent pas de toujours résoudre tous les problèmes.

La matériel n'est peut être pas en cause. C'est le logiciel qu'il faut améliorer

La construction de logiciels s'appuie sur plusieurs approches:



Les trois manières de trouver une solution sont très différentes et s'appliquent à des cas d'application différents. Elles sont complémentaires.

Les deux dernières relèvent de ce qu'on appelle **Intelligence Artificielle**

Qu'est est-ce que l'Intelligence Artificielle ?

Intelligence... Artificielle

Qu'est ce qu'être intelligent ?

- Apprendre
 - élaborer un système de connaissances et pouvoir intégrer de nouvelles connaissances
- Raisonner, déduire, anticiper
 - à partir du système de connaissances et des données de l'expérience pouvoir produire de nouvelles connaissances
- Posséder une histoire
- Posséder une conscience
- Posséder des sentiments

Intelligence... Artificielle

- Référence à l'intelligence humaine ([Intelligence \(Dictionnaire\)](#))
 - ✓ Intelligence = décisions rationnelles (cf. sciences cognitives).
 - ✓ Décisions rationnelles = décisions permettant de bien performer son environnement
- Capacités :
 - ✓ de mémorisation,
 - ✓ de structuration de la connaissance, de perception,
 - ✓ de raisonnement,
 - ✓ de prise de décision,
 - ✓ de communication et de dialogue...

Introduction

Question: Qu'est ce que l'intelligence artificielle ?

- La réponse dépend de celui à qui on pose la question
 - ✓ **Turing**: Ce qui rend difficile la distinction entre une tâche réalisée par un être humain ou par une machine
 - ✓ **Darwin**: Ce qui permet la survie de l'individu le plus apte, parfaitement adapté à son environnement.
 - ✓ **Edison**: Tout ce qui fait que cela fonctionne et produit le plus de revenus pour l'entreprise

Définition de l'IA

- IA: une branche de l'informatique qui étudie l'intelligence humaine par sa modélisation et sa simulation au moyen de programmes informatiques.
- IA: la capacité d'une machine à imiter le comportement intelligent de l'homme
- « L'intelligence artificielle est la science qui consiste à faire à des machines ce que l'homme fait moyennant une certaine intelligence » (M. Minsky)
- « L'IA est l'étude des idées qui permettent aux ordinateurs d'être intelligents » (P. H. Winston)
- « L'IA est l'étude des facultés mentales à l'aide de modèles de type calculatoire » (McDermott & Charniak)
- « L'IA a pour but de faire exécuter par l'ordinateur des tâches pour lesquelles l'homme dans un contexte donné est aujourd'hui meilleur que la machine » (Alliot & Schiex 1994)

Définition

Intelligence artificielle

Définie par Marvin Minsky comme étant **une science** dont l'objectif est de **faire réaliser** par **une machine** des tâches que l'homme accomplit en utilisant **son intelligence**.

Pour y arriver, on a besoin de faire recours à des **algorithmes** conçus à partir de **modèles statistiques** pour faire apprendre à une machine comment réaliser les tâches désirées.

Objectifs de l'IA

Créer des systèmes (logiciels ou machines) intelligents qui:

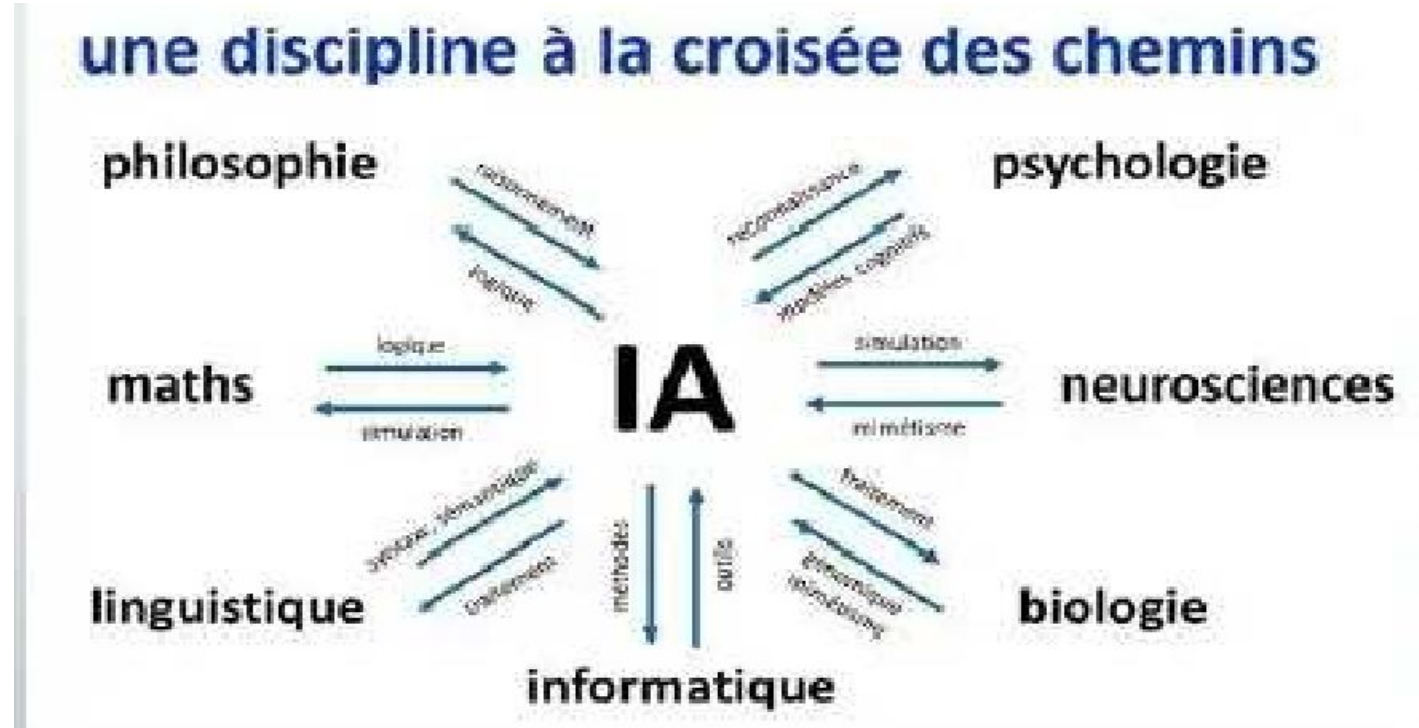
- Pensent/réfléchissent/raisonnent comme des humains et/ou
- Pensent/réfléchissent/raisonnent rationnellement et/ou
- Se comportent/agissent/réagissent comme les humains et/ou
- Se comportent/agissent/réagissent rationnellement

Nature de la discipline

- L'intelligence artificielle est à la fois une science et un ensemble de technologies inspirées—mais typiquement opérant différemment— de la façon dont les humains utilisent leur cerveau et leur corps pour percevoir/sentir, apprendre, raisonner et agir.
- L'IA est une science: elle cherche à découvrir le réel, les mécanismes de raisonnement et de compréhension (Interpréter, déduire, généraliser, apprendre...)
- L'IA est une technique, elle exploite les possibilités du réel
 - ❖ Démontrer un théorème
 - ❖ Diagnostiquer une maladie ou une défaillance dans un équipement
 - ❖ Planifier la réalisation d'une tâche complexe
 - ❖ Analyser une image et identifier son contenu
 - ❖ Piloter un robot dans un univers inconnu

Nature de la discipline

- Le domaine de l'IA est influencé par plusieurs disciplines :



L'intelligence artificielle, de quoi s'agit-il ?

- A travers ces définitions on peut décliner quatre façons de voir l'intelligence artificielle :
 1. **Créer des systèmes qui se comportent comme les êtres humains** : fut promue par Alan Turing, qui introduisit son fameux "test de Turing" selon lequel une machine est considérée comme intelligente.
 2. **Créer des systèmes qui pensent comme des êtres humains** : l'IA devient une science expérimentale qui exige de comprendre le raisonnement humain pour évaluer les machines en fonction de leur similitude avec celui-ci.
 3. **Créer des systèmes qui pensent rationnellement** : les systèmes doivent raisonner selon les lois de la logique, bien que cela soit critiqué en raison des limites de la logique pour exprimer certaines capacités comme la perception et des contraintes technologiques actuelles rendant ce standard inatteignable.
 4. **Créer des systèmes qui possèdent des comportements rationnels** : l'IA ne se limite pas à "penser logiquement". Elle inclut aussi des actions intelligentes qui ne passent pas par un raisonnement.

Qu'est est-ce que l'IA ?

Deux types d'IA

- IA Forte (approche cognitive)
 - La machine doit raisonner à la manière de l'homme (utiliser les mêmes mécanismes de fonctionnement)
- IA Faible (approche pragmatiste)
 - La machine doit aboutir aux mêmes solutions que l'homme (peu importe la méthode employée)
 - En fait l'IA reste difficile à définir car on ne sait pas vraiment définir la notion d'Intelligence (Qu'est ce qu'être intelligent ?)

Qu'est est-ce que l'IA ?

	Fidélité aux performances humaines	Concept idéalisé de l'intelligence
Pensée et raisonnement	Penser comme des humains « The exciting new effort to make computers think ... <i>machines with minds</i> , in the full and litteral sense » (Haugeland, 1985) « [The automation of] activities that we associate with human thinking, activities sush as decision-making, problem solving, learning ... » (Bellman, 1978)	Penser rationnellement « The study of mental faculties through the use of computational models » (Charniak and McDermott, 1985) « The study of computations that make it possible to perceive, reason, and act » (Winston, 1992)
	Agir comme des humains « The art of creating machines that perform functions that require intelligence when performed by people » (Kurzweil, 1990) « The study of how to make computers do things at witch, at the moment, people are better » (Rich and Knight, 1991)	Agir rationnellement « Computational Intelligence is the study of the design of intelligent agents » (Poole et al., 1998) « AI ... is concerned with intelligent behavior in artifacts » (Nilsson, 1998)
Comportement	Empirique (Hypothèses et expérimentations)	Théorique (Mathématique et ingénierie)

Penser comme des humains

Approche cognitive de l'IA : réaliser des programmes imitant dans leur fonctionnement l'esprit humain.

→ sciences cognitives

Sciences cognitives : ont pour but de « décrire, expliquer et le cas échéant, simuler les principales dispositions de l'esprit humain

- langage, raisonnement, perception, coordination motrice, planification.» *Encyclopedia Universalis*

Comment fonctionne notre cerveau ?

- Requier des théories scientifiques de l'activité interne du cerveau par introspection ou expériences psychologiques.
- Implémenter les théories et comparer avec les humains.
- Comment valider ces systèmes:
 - Il faut prédire et tester le comportement de sujets humains (sciences cognitives)
 - ou il faut identifier directement à partir de données neurologiques (neurosciences cognitives)

Agir comme des humains

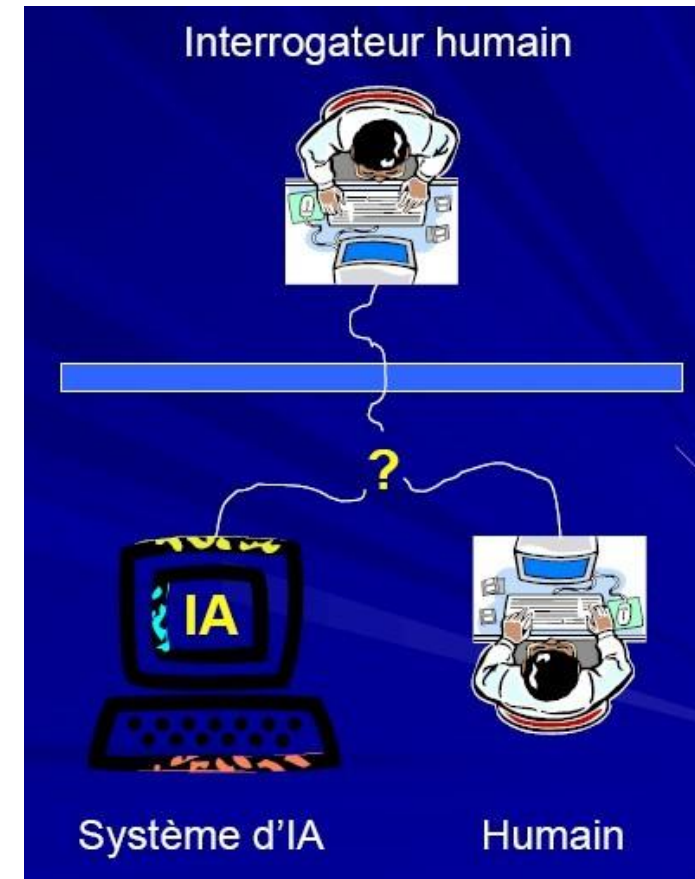
« Test de Turing »

Approche pragmatiste de l'IA : développer des théories permettant d'améliorer notre capacité à programmer efficacement un ordinateur. Si possible, cherche à obtenir de meilleurs résultats que ceux que pourraient obtenir un être humain.

Une I.A. = boîte noire manipulant les données d'entrée pour obtenir des résultats en sortie.

Capacités requises:

- Traitement du langage naturel
- Représentation des connaissances
- Raisonnement automatique
- Apprentissage



Agir comme des humains

Test de Turing

- En 1950 Alan Turing publie son papier "*Computing Machinery and Intelligence*" dans lequel il décrit une méthode pour tester un système d'intelligence artificielle
 - prédit qu'avant l'an 2000, une machine aurait 30% de chance de tromper une personne non avertie pendant 5 minutes
 - principales composantes d'un système d'IA: connaissances, raisonnement, compréhension du langage naturel, apprentissage
- Test de Turing: un individu communique à l'aide d'un terminal d'ordinateur avec un interlocuteur invisible. Il doit décider si l'interlocuteur est un être humain ou un système d'IA imitant un être humain.
- <http://www.turing.org.uk/turing/>
- <http://www.infoscience.fr/histoire/portrait/turing.html>
- <http://www.loebner.net/Prizef/loebner-prize.html>



ELIZA est un célèbre programme informatique écrit par [Joseph Weizenbaum](#), qui simulait un psychothérapeute en reformulant la plupart des affirmations du « patient » en questions, et en les lui posant.

CHATTERBOT (ex: **ALICE : Artificial Linguistic Internet Computer Entity**) (**Artificial Intelligence Markup Language (AIML)** <http://www.alicebot.org>)

Un **agent conversationnel** est un **agent (informatique)** qui dialogue avec un utilisateur. La recherche sur cette [Interface Homme/machine](#) est influencée par la compétition sur le [test de Turing](#) (1950)

Penser rationnellement

- Aristote et le processus de raisonnement correct, la logique:
 - ✓ Ex: Socrate est un homme; tous les hommes sont mortels; donc Socrate est mortel.
- Au 19e siècle, la logique formelle permet d'écrire des énoncés sur les objets dans le monde et leurs interrelations.
- Lien direct entre les mathématiques et la philosophie vers l'IA moderne. Problèmes:
 - ✓ Il est difficile de traduire les connaissances et les états du monde réel en des équations logiques (incertitude)
 - ✓ Il y a une différence entre résoudre un problème en principe et le résoudre réellement (complexité)

Agir rationnellement

- Comportement rationnel: Faire la bonne chose, c'est-à-dire celle qui devrait, selon les informations disponibles, maximiser l'accomplissement d'un but.
- N'implique pas nécessairement un raisonnement, ex. réflexe de cligner des yeux, mais le raisonnement devrait être au service d'une action rationnelle.

Agents

- . Un agent est n'importe quel entité qui perçoit son environnement par des capteurs et agit sur cet environnement par des actionneurs,
- . Un agent humain a:
 - des yeux, des oreilles, et d'autres senseurs
 - des mains, des jambes, une bouche et d'autres actionneurs
- . Un agent robot a:
 - des caméras, des capteurs infra rouges et autres capteurs
 - des roues, des jambes, des bras-articulés, et d'autres actionneurs
- . Un agent logiciel a:
 - un clavier, un accès lecture à un disque dur et autres capteurs
 - un écran, un accès écriture à un disque dur comme actionneurs

Agents et environnements

- Le processus agent f prend en entrée une séquence d'observations (percepts) et retourne une action $f : P^* \rightarrow A$
- En pratique le processus est un implémenté par un programme sur une architecture matérielle particulière



Aspirateur robotisé



- Observations (données sensorielles): position et état des lieux Par exemple:
 - ❖ [A,Clean],
 - ❖ [A,Dirty],
 - ❖ [B,Clean],
- Actions : Left, Right, Suck, NoOp

Agents rationnels

- Un agent rationnel doit agir «correctement» en fonction de ce qu'il perçoit et de ses capacités d'action: l'action correcte est celle permettant à l'agent de réussir le mieux.

Mesure de performance: une fonction objective mesurant la qualité d'un comportement de l'agent.

- Par exemple, une mesure de performance pour le robot aspirateur pourrait être:

- la quantité de déchets aspirés
- la propreté des lieux
- la durée de la tâche
- le bruit généré

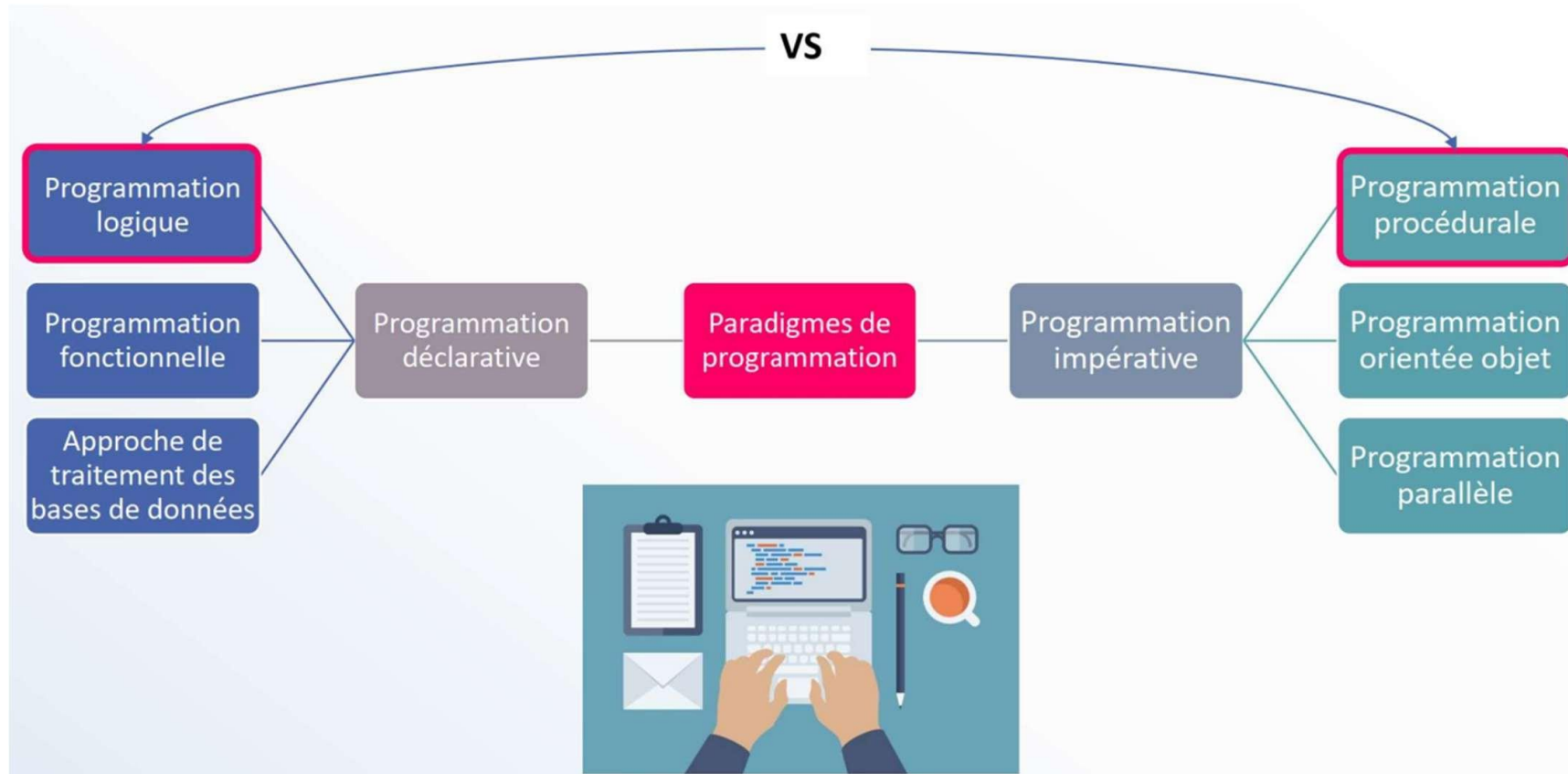
- Agent rationnel: étant donné une séquence d'observations et des connaissances propres, un agent rationnel devrait choisir une action qui maximise la mesure de performance

Agents rationnels

- Rationalité ne veut pas dire «qui sait tout» (par exemple, connaît tous les effets de ses actions)!
- Rationnel ne veut pas dire «parfait»
 - ✓ la rationalité maximise la performance espérée
 - ✓ la perfection maximise la performance réelle/actuelle
 - ✓ mais souvent on ne peut pas connaître la performance réelle avant l'action
- Un agent peut effectuer des actions d'observation pour cueillir des informations nécessaires à sa tâche
- Un agent est autonome s'il est capable d'adapter son comportement aux changements dans l'environnement (capable d'apprendre, de planifier, etc.)

Les approches de l'intelligence artificielle

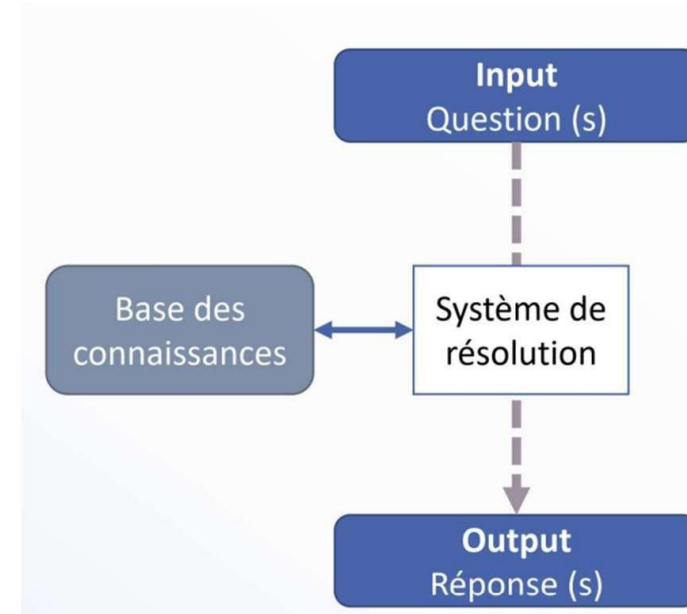
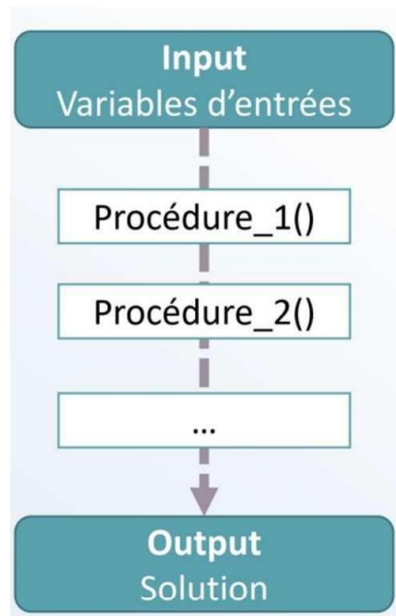
Paradigmes de programmation



Paradigmes de programmation

Programmation procédurale

Programmation logique



Les approches de l'intelligence artificielle

Making a mind

McCarthy - Minsky -
Newell...

IA symbolique

Modelling the brain

McCulloch - Pitts -
Rosenblatt...

IA connexionniste



« Systèmes à bases de connaissances »



« Réseaux neuronaux »

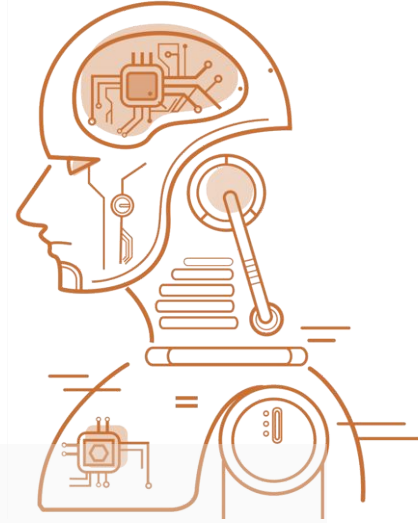
Modèles statistiques

90's
Convergence
(Modèles hybrides)

Définition

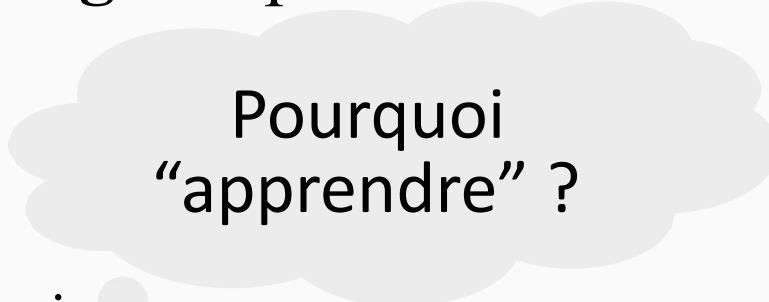
- Apprentissage Automatique

•Contrairement à la programmation où une machine se contente d'exécuter à la lettre des règles prédéterminées un programme écrit dans un but bien déterminé, **l'apprentissage automatique** permet aux machines d'apprendre, par elle-même, à comprendre (interpréter) des contextes et prendre des décisions.



Définition

- Les machines d'apprentissage sont des **programmes d'ordinateurs** qui performement une tâche suite à **un apprentissage** à partir **de données et d'expériences du passé.**
- L'apprentissage est utile dans les cas où:
 - ✓ L'expertise humaine n'existe pas dans certains domaines
 - ✓ L'humain n'arrive pas à expliquer comment il arrive à accomplir certaines tâches (reconnaissance automatique de la parole)
 - ✓ Une large quantité de données est à traiter
 - ✓ La solution change en court de route (routage sur un réseau Internet)
 - ✓ La solution doit s'adapter à son utilisateur (biométrie, filtrage: e-mail).



Pourquoi
“apprendre” ?

Historiques

- L'IA a connu ses premiers avancés en informatique avec **les systèmes automates, la récursivité** et des langages comme **Lisp** et **Prolog**.
- Au commencement, on parlait surtout **des règles logiques, de la récursivité, de l'analyse syntaxique, des graphes, et des systèmes experts**.
- Mais actuellement, ce sont **l'apprentissage automatique** et plus particulièrement **les réseaux de neurones** et **le Deep Learning** qui tirent ce domaine vers le haut.

Historiques

- En réalité, l'IA a connu **des échecs** à plusieurs reprises notamment dans les années 1970 et 1990.
- Elle a été longtemps limitée par les coûts et les performances des machines (vitesse, capacité mémoire, capacité de stockage)
- **reculs des investissements par les industriels.**
- Cependant, de nos jours, les superordinateurs et surtout le cloud ont réduit ces limites.
- À titre d'exemple, **AmazonAWS** et **Google cloud** sont désormais accessibles avec des budgets très raisonnables.

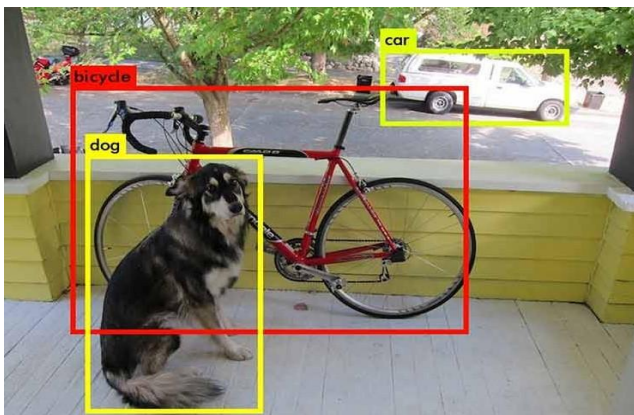
Historiques

- Ainsi, nous pouvons actuellement lancer des **calculs complexes** et analyser **des grandes quantités de données** pour **des coût acceptables**.
- Cela encourage **les travaux de recherche** et **les investisseurs** pour s'en servir dans tous les secteurs ce qui donne son envol à l'évolution de l'intelligence artificielle.

Domaines d'application



- ✓ **Robotique**
- ✓ **Conduite autonome:** outils d'aides à la conduite assistée et autonome.
- ✓ **Diagnostiques médical** (aide à la décision, analyse de radio, détection des tumeurs..)
- ✓ **Reconnaissance de texte** (manuscrit, immatriculation des voiture...)
- ✓ **Traduction en temps réel**
- ✓ **Reconnaissance d'objets sur une image**
- ✓ **Reconnaissance faciale ou vocale**
- ✓ **Marketing/ vente** (segmentation , prédiction...)



Domaines d'application

