

# **Chapitre 1**

## **Introduction à l'intelligence Artificielle**

### **PLAN**

- **Définitions de l'IA**
- **L'histoire de l'IA**
- **Types d'IA**
- **Les domaines influant l'IA**
- **Domaines applicatifs de l'IA**
- **Comment fonctionne l'intelligence artificielle ?**

## Qu'est-ce que l'IA ?

### Définitions de l' IA

- Les définitions de l'Intelligence Artificielle (IA) sont diverses et variées, mais s'accordent toutes néanmoins sur le fait que l'objectif de l'IA est de **créer des systèmes intelligents**.
- Une première distinction peut être faite entre celles qui définissent l'intelligence à partir de l'être *humain* et celles qui ne font pas référence aux humains mais à un standard de *rationalité* plus général.
- La deuxième différence réside dans leur façon de définir l'intelligence. Certaines se focalisent sur le *comportement du système*, tandis que d'autres considèrent que c'est le *fonctionnement interne* (le raisonnement) du système qui importe.

On peut donc décliner quatre façons de voir l'intelligence artificielle.

### Définitions de l'IA

#### Des systèmes qui agissent comme les humains :

« L'étude des moyens à mettre en œuvre pour faire en sorte que des ordinateurs accomplissent des choses pour lesquelles il est préférable de recourir à des humains (exigeant de l'intelligence quand elles sont réalisées) » (Rich et Knight, 1991)

#### Des systèmes qui pensent comme les humains :

« L'automatisation d'activités que nous associons à la pensée humaine, des activités telles que la prise de décision, la résolution de problèmes, l'apprentissage, etc. » (Bellman, 1978)

#### Des systèmes qui agissent rationnellement :

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

#### Des systèmes qui pensent rationnellement :

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

Les systèmes doivent raisonner d'une manière rationnelle, c'est à dire en suivant les lois de la *logique*.

### Définition Générale

L'intelligence artificielle (IA) désigne la capacité d'un système informatique à effectuer des tâches qui, normalement, nécessitent l'intelligence humaine.

Cela inclut la compréhension du langage, la reconnaissance d'images, la prise de décision, etc.

## Qu'est ce que l'intelligence ?

L'intelligence artificielle (IA) est une nouvelle science technique qui étudie et développe des **théories**, des **méthodes**, des **techniques** et des **systèmes** d'application pour **simuler** et **étendre l'intelligence humaine**.

En 1956, le concept d'IA a été proposé pour la première fois par John McCarthy, qui a défini le sujet comme « **la science et l'ingénierie de la fabrication de machines intelligentes, en particulier de programmes informatiques intelligents** ».



Une science dont le but est d'analyser et de modéliser des processus cognitifs tels que la représentation des connaissances et le raisonnement



Une branche de l'informatique qui concerne la conception et la réalisation de systèmes informatiques montrant des caractéristiques qui sont du ressort de l'intelligence humaine : comprendre le langage naturel, apprendre, raisonner, ...

### Définition de Marvin Minsky (1968):

L'IA a pour but la construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisantes 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.

15

### L'intelligence Artificielle ?

- L'IA est une méthodologie qui doit permettre de rendre les ordinateurs plus intelligents de façon à ce qu'ils montrent des caractéristiques normalement associées à l'intelligence dans les comportements humains, c'est-à-dire la **compréhension du langage**, **l'apprentissage**, **la résolution de problèmes** et **le raisonnement** (*E. Feigenbaum*)
- L'Intelligence Artificielle concerne la conception d'un **être artificiel**(machine) capable de posséder ou d'exhiber les capacités et caractéristiques propres à un cerveau humain.

**Apprendre aux machines à penser**

### Exemple 1

L'IA s'invite déjà dans notre quotidien par exemple :

lorsque vous naviguez peut-être sur un réseau social tel que **Facebook**, **Instagram**, **LinkedIn** ou **X**. Vous faites défiler votre fil d'actualité pour découvrir les nouvelles du jour et les contributions de votre réseau.

#### Savez-vous que votre fil d'actualité est unique ?

Il est complètement construit et affiché pour vous en fonction de nombreux paramètres (par exemple : vos intérêts, les personnes que vous suivez, les posts que vous avez "likés").

Ainsi, lorsque vous faites défiler ce fil d'actualité, il ne s'agit pas d'un contenu fixe mais bien d'un contenu personnalisé.

Des techniques sont mises en œuvre afin de vous fournir l'information la plus pertinente, à travers des contenus ciblés selon votre profil : des articles, des vidéos, des posts de votre réseau, et aussi des publicités.

### Exemple 2

Les **véhicules autonomes** sont une prochaine révolution permise par l'IA qui promet de transformer le monde des transports.



Équipés de capteurs et d'un ordinateur très puissant, ces véhicules sont capables d'arpenter les routes de façon autonome. Dans un futur pas si lointain, nous pourrions nous faire conduire par une voiture autonome. Plus besoin de conduire, nous pourrions consacrer ce temps à lire ou à consulter nos emails. Au-delà d'un confort individuel, cela pourrait permettre de fluidifier la circulation et de réduire les accidents.

### D'autres exemples

- Assistants vocaux (ex. Siri, Alexa) qui comprennent et répondent à des commandes vocales.
- Systèmes de recommandation sur des plateformes comme Youtube, Netflix ou Amazon.

En bref, L'intelligence artificielle est déjà présente dans nos quotidiens.

### Objectifs de l'IA

Créer des systèmes (logiciels ou machines) intelligents c-a-d:

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

### Quel est le but de l'intelligence artificielle ?

- Aujourd'hui, l'IA est présente dans de nombreux systèmes et est utilisée pour développer et faire progresser de nombreux domaines et industries, y compris la finance, la santé, l'éducation, le transport, et plus encore.
- Le but de l'intelligence artificielle est d'améliorer les performances et la productivité des entreprises en automatisant des processus ou des tâches qui nécessitent normalement des ressources humaines. La technologie de l'IA permet aussi d'exploiter des données, qu'aucun humain ne serait en mesure d'exploiter. Planifier, fixer des objectifs, les réaliser, résoudre des problèmes, exécuter des tâches complexes ou répétitives à faible valeur ajoutée et réduire des erreurs humaines.

### L'histoire de l'IA

L'évolution de l'IA a connu des hauts et des bas dans la recherche, rythmée principalement par les financements des gouvernements et leur enthousiasme vis à vis de l'IA.



### Période 1: Naissance de l'IA (1940-1956)- Les 3 lois de la robotique

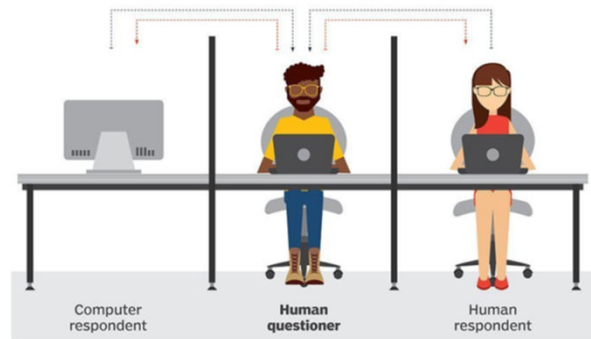
Difficile à cerner, mais la naissance de l'IA remonte probablement aux années 1940. Plus précisément, en 1942, quand l'auteur de science-fiction *Isaac Asimov* publia une nouvelle intitulée:« *Runaround* ». Cette nouvelle décrit l'histoire d'un robot développé sur la base de trois lois :

1. un robot ne peut pas blesser un être humain ou, par inaction, nuire à un être humain ;
2. un robot doit obéir aux ordres qui lui sont donnés par des êtres humains, sauf si ces ordres entreraient en conflit avec la première loi ;
3. un robot doit protéger sa propre existence tant que cette protection n'entre pas en conflit avec la première ou la deuxième loi.

D'autres avancées ont marqué les années 1940, notamment lorsque des recherches en neurologie ont montré que le cerveau était un réseau électrique de neurones qui envoient des impulsions de type tout-ou-rien. Ce qui permit, plus tard, de formuler les réseaux de neurones artificiels.

### Période 1: Naissance de l'IA (1940- 1956) - Test de Turing

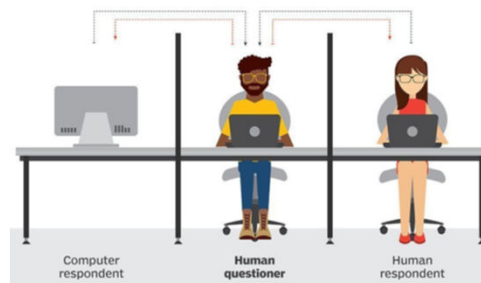
En 1950, *Alan Turing* publie un article dans lequel il spéculé sur la possibilité de créer des machines dotées d'une véritable intelligence, et formule notamment un test d'intelligence: **test de Turing**.



### Période 1: Naissance de l'IA (1940- 1956) - Test de Turing

Ce test consiste à mettre un humain en confrontation verbale à l'aveugle avec un ordinateur et un autre humain. Chaque terminal est physiquement séparé des deux autres. Une personne est l'interrogateur, tandis que l'autre personne et l'ordinateur lui répondent. L'interrogateur pose des questions à la personne et à l'ordinateur selon une forme préétablie, dans un domaine et un contexte donnés, et pendant une durée prédéfinie (par exemple 10 minutes).

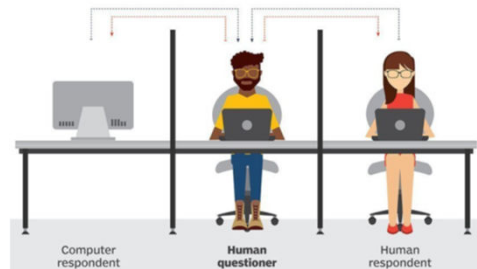
Si cette personne n'est pas capable de dire lequel de ses interlocuteurs est un ordinateur, alors l'ordinateur a passé avec succès le test.



### Période 1: Naissance de l'IA (1940- 1956) - Test de Turing

Pour passer ce test, un ordinateur devrait posséder les fonctionnalités suivantes :

- **le traitement du langage naturel**, pour pouvoir communiquer ;
- **la représentation des connaissances**, pour stocker les informations qu'on lui communique ;
- **le raisonnement automatisé**, pour répondre aux questions en tirant des conclusions depuis les informations mémorisées ;
- **l'apprentissage**, pour s'adapter à de nouvelles circonstances, détecter des invariants et les extrapoler.



### Période 1: Naissance de l'IA (1940- 1956) - Test de Turing

Il existe une variante du test de Turing, appelée test de **Turing complet**. Ce test inclut un signal vidéo pour permettre au questionneur de tester les capacités perceptives du sujet. Il inclut aussi la possibilité pour le questionneur de passer des objets physiques « par un guichet » au sujet.

Afin de réussir le test de Turing complet, l'ordinateur doit être doté :

- **d'un dispositif de vision artificielle** pour percevoir les objets ;
- **d'une capacité robotique** pour manipuler des objets et se déplacer.

### Période 1: Naissance de l'IA (1940- 1956) - Premier programme d'IA

Quand l'accès aux ordinateurs est devenu possible au milieu des années 1950, des scientifiques, ont compris qu'une machine qui pouvait manipuler des nombres pouvait aussi manipuler des **symboles** et que cette manipulation de symboles pouvait potentiellement être l'essence-même de la **pensée humaine**.

Cela a conduit à l'élaboration des premières machines pensantes.

En 1955, *Allen Newell* et *Herbert Simon*, ont créé le « *Théoricien logique* » pour reproduire les compétences de résolution de problèmes d'un être humain. Le programme finira par démontrer 38 des 52 premiers théorèmes présentés dans *Principia Mathematica* de *Russell*. Il est considéré comme le premier programme d'intelligence artificielle.

## Période 2: Conférence de Dartmouth 1956

La conférence de Dartmouth de 1956 a été organisée par *Marvin Minsky*, *John McCarthy* et deux scientifiques seniors : *Claude Shannon* et *Nathan Rochester* d'IBM.

Beaucoup considèrent que l'IA est née avec cette conférence. Les organisateurs de cette conférence sont considérés par beaucoup comme les pères fondateurs de l'IA.

## Période 3: L'âge d'OR (1956 - 1974)

Ce fut une période très active pour le jeune domaine de l'IA. Un grand nombre de programmes furent développés pour résoudre des problèmes d'une grande diversité. Exemples :

- **Logic Theorist (1956)** et **Geometry Theorem Prover (1959)**: permettent de prouver certains théorèmes mathématiques (tous déjà connus, mais en trouvant parfois des preuves plus élégantes).
- Le **General Problem Solver (1959)**: permet, en principe, de résoudre n'importe quel problème formalisé, notamment des puzzles simples avec un raisonnement semblable au raisonnement humain.
- **ELIZA (1964 - 1966)**: permet de traiter le langage naturel et de simuler une discussion avec un humain.
- Le robot **Shakey (1966 - 1972)**: il s'agit du premier robot à être capable de raisonner sur ses propres actions.

### Période 4: Hibernation de l' intelligence artificielle (1974 - 1980)

Dans les années 1970, l'IA subit critiques et revers budgétaires, car les chercheurs n'avaient pas une vision claire des difficultés des problèmes auxquels ils sont confrontés. Parmi ces problèmes :

- **Limites en mémoire et en puissance de calcul** : une puissance de calcul et des quantités de données colossales sont nécessaires dans certains domaines de l'IA. Ce n'était pas envisageable à l'époque. Par exemple, le travail de Ross Quillian sur le langage naturel s'était limité à un vocabulaire de *vingt* mots.
- **La fin des investissements**: les agences et les gouvernements qui ont investi dans la recherche en IA n'ont pas renouvelé leurs investissements par manque de progrès, en particulier :
  - Les travaux en traduction automatisée ont été critiqués
  - La publication du livre « *Perceptrons* » a sévèrement critiqué le potentiel des modèles d'IA connexionnistes. Elle eu un effet dévastateur sur les recherches dans ce domaine.

### Période 4: Hibernation de l' intelligence artificielle (19 74 -1980 ) -Suite

- Malgré l'image négative de l'intelligence artificielle dans le grand public à la fin des années 1970, de nouvelles idées sont explorées en programmation logique et en raisonnement.
- La logique en IA a été introduite dès 1958, mais les recherches ne se sont pas avérées utiles à ce moment là.
- La logique en IA a pris plus d'ampleur dans les années 1970, en créant le langage **Prolog** (qui utilise un sous-ensemble du calcul des prédicats, qui permet des calculs plus efficaces).

#### Période 4: Hibernation de l' intelligence artificielle (19 74 -1980 ) -Suite

- D'autres chercheurs ont utilisé des **règles de production** pour créer ce qu'on appelle un **système expert**
- Les systèmes experts sont basés sur un grand nombre de règles heuristiques/logiques élaborées par des experts humains, ce qui en fait un outil capable de reproduire les mécanismes cognitifs d'un expert, dans un domaine particulier.

#### Période 5: Le Boom de l' IA (1980- 1987)

Cette période est caractérisé par:

- **La révolution de la connaissance**
- **L'argent est de retour**
- **La renaissance du connexionnisme**

### Période 5: Le Boom de l'IA (1980- 1987)

- Concernant **la révolution de la connaissance** :
  - Dans les années 1980, les systèmes experts donnent un nouveau souffle à l'IA et sont adoptés par les entreprises.
  - Les *systèmes à bases de connaissance* et l'ingénierie des connaissances sont devenus centraux dans la recherche en intelligence artificielle des années 1980, en vue de leur importance pour la construction de systèmes d'IA performants.

### Période 5: Le Boom de l'IA (1980- 1987)

- Concernant **L'argent** :
  - Le gouvernement japonais finance massivement l'IA à travers son initiative « ordinateurs de cinquième génération ». Il se fait suivre très rapidement par le Royaume-Uni et les USA.

### Période 5: Le Boom de l'IA (1980- 1987)

- Concernant **La renaissance du connexionnisme** :
  - En 1982, David Rumelhart a rendu populaire une nouvelle méthode de formation des réseaux de neurones appelée « *rétropropagation du gradient* ». Ce qui a fait renaître le champ du connexionnisme qui avait été largement abandonné depuis 1970.

### Période 5: Le second hiver de l'IA (1987-1993)

L'IA revit encore une chute économique, en se voyant coupées de fonds budgétaires.

Finalement, les premiers systèmes experts à succès ont un coût de maintenance trop élevé. Ils sont difficiles à mettre à jour, ils ne peuvent pas apprendre, ils sont trop « fragiles ».

En 1991, les objectifs listés par le Japon en 1981 étaient encore loin d'être atteints.



### Période 6: L'IA depuis 1993

Alors a Partir de 1993 le domane de l'IA a:

- Plus de rigueur
- Plus de puissance
- Plus de données.
- Plus de financement

### Période 6: L'IA depuis 1993

D'abord concernant **la rigueur** L'IA est devenue au fil du temps une matière scientifique de plus en plus rigoureuse et formelle. La plupart des approches étudiées aujourd'hui sont basées sur des *théories mathématiques* ou des *études expérimentales* plutôt que sur l'intuition.

### Période 6: L'IA depuis 1993

Concernant la **puissance**, Ce qui a aidé l'évolution de l'IA est la montée en puissances des *machines de calculs*, qui ont permis d'appliquer des méthodes plus performantes et gourmandes en puissance. C'est particulièrement vrai avec la disponibilité de processeurs, mémoires et cartes graphiques plus performantes.

### Période 6: L'IA depuis 1993

Concernant les **données**, L'évolution de l'*ingénierie des connaissances* et la *masse de données disponible* aujourd'hui grâce à l'avènement de l'Internet, ont également permis d'appliquer ces méthodes sur de larges volumes de données pour en extraire le maximum de connaissances, qui sont ensuite utilisées pour les études expérimentales.

### Période 6: L'IA depuis 1993

Concernant le **financement** : Entre 2010 et 2016, les investissements auraient été décuplés, atteignant une dizaine de milliards de dollars en 2016, contre 3 millions dans les années 1980.

### Période 6: L'IA depuis 1993

Cette période est caractérisée aussi par:

- Formulation de nouveaux algorithmes de recherches:  
Ceci a permis par exemple en mai 1997 à l'ordinateur **Deep Blue** de battre *Garry Kasparov* (champion du monde d'échec) au jeu d'échecs lors d'un match revanche de six parties.
- Regain d'intérêt (plus que jamais) pour le connexionnisme:  
Le connexionnisme (réseaux de neurones) est devenu une des méthodes les plus efficaces pour l'apprentissage automatique (l'ordinateur apprend en analysant seulement des données sans être explicitement programmé).

## Période 6: L' IA depuis 1993

En plus de:

- Formulation de nouveaux types d'apprentissage La machine peut non seulement apprendre à partir de données, : mais elle peut aussi « renforcer » ses connaissances, ou encore transférer ses connaissances.
  - Exemple 1: une machine ne connaissant pas les règles des jeux d'échecs peut les apprendre à force de jouer (à force de perdre ou de gagner).

## Types d'IA

Les experts ont divisé l'intelligence artificielle en deux catégories :

- l'intelligence artificielle forte
- et l'intelligence artificielle faible.

La différence entre ces IA réside en partie dans le niveau de la capacité intellectuelle d'un programme informatique. L'intelligence artificielle faible est aussi dite étroite.

## Types d'IA

- Concernant l'**IA faible**: Le point de vue faible de l'IA soutient que les machines intelligentes ne peuvent pas vraiment raisonner et résoudre les problèmes. Ces machines ont seulement l'air intelligentes, mais n'ont pas une réelle intelligence ou conscience de soi.
  - Elle est conçue pour réaliser une tâche spécifique (ex. reconnaissance faciale, recommandation de produits).
  - Elle est très répandue et utilisée dans la vie quotidienne.

## Types d'IA

- Concernant l'**IA Forte** : Le point de vue fort de l'IA soutient qu'il est possible de créer des machines intelligentes qui peuvent vraiment raisonner et résoudre des problèmes. De telles machines sont considérées comme conscientes, peuvent penser indépendamment aux problèmes et trouver des solutions optimales aux problèmes, ont leur propre système de valeurs et visions du monde, et ont tous les mêmes instincts que les êtres vivants, tels que la survie et la sécurité.
  - pour l'instant, elle viserait à reproduire l'ensemble des capacités intellectuelles humaines.
  - elle implique la compréhension, le raisonnement et l'apprentissage dans des domaines variés.

## Types d'IA

L'intelligence artificielle faible est capable d'agir d'une manière similaire au raisonnement humain. Elle peut réaliser des calculs, traiter un volume important de données, apprendre de manière automatisée, mais n'a pas de conscience propre. De son côté, l'intelligence artificielle forte ou IA générale, fait référence à un modèle conçu pour penser comme un humain et ne se limite pas à une seule tâche.

## Les domaines influant l'IA

- Le domaine de l'IA est influencé par plusieurs disciplines:
  - Génie informatique([comment programmer et implanter l'IA?](#))
  - Mathématiques, Statistique ([limites théoriques de l'IA?](#))
  - Neurosciences([comment le cerveau fonctionne?](#))
  - Psychologie cognitive ([comment l'humain réfléchit?](#))
  - Théorie de la décision ([comment prendre une décision rationnelle?](#))
  - Linguistique ([quelle est la relation entre le langage et la pensée?](#))
  - Philosophie ([quel est le lien entre le cerveau et l'esprit?](#))

## Domaines applicatifs de l'IA

Il est maintenant évident que créer des machines ou agents intelligents n'est pas si simple. Pour cette raison, l'IA s'est divisée en de nombreuses sous-disciplines qui essaient chacune de traiter une partie du problème.

## Domaines applicatifs de l'IA

Voici les principaux domaines d'application de l'IA : (liste non-exhaustive)

- **Résolution de problèmes généraux** : vise à créer des algorithmes généraux pour résoudre des problèmes concrets.
- **Traitement du langage naturel** : vise à comprendre, traduire, ou produire du langage écrit ou parlé. Par exemple, **la traduction en temps réel**

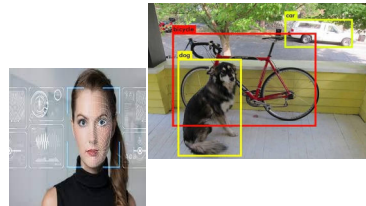


- **Vision artificielle**: permet aux ordinateurs de comprendre les images et la vidéo (par exemple, de reconnaître des visages ou des chiffres).
- **Robotique** : vise à réaliser des agents physiques qui peuvent agir et interagir dans le monde réel.

### Domaines applicatifs de l'IA

Voici les principaux domaines d'application de l'IA : (liste non-exhaustive)

- **Vision artificielle:** permet aux ordinateurs de comprendre les images et la video, par exemple:
  - reconnaître des visages ou des chiffres .
  - Reconnaissance d'objets sur une image
  - Reconnaissance de texte (manuscrit, immatriculation des voiture...)



### Domaines applicatifs de l'IA

Voici les principaux domaines d'application de l'IA : (liste non-exhaustive)

- **Conduite autonome:** vise à concevoir outils d'aides à la conduite assistée et autonome.



- **Reconnaissance de forme :**(reconnaissance de la parole, de l'image et de l'écriture)



### Domaines applicatifs de l'IA

Voici les principaux domaines d'application de l'IA :

- **L'émotion artificielle:** systèmes et d'appareils ayant les capacités de reconnaître, d'exprimer, de synthétiser et modéliser les émotions humaines.



### Domaines applicatifs de l'IA

Voici les principaux domaines d'application de l'IA : (liste non-exhaustive)

- **Diagnostic médical:** aide à la décision, analyse de radio, détection des tumeurs..)



### Domaines applicatifs de l'IA

Voici les principaux domaines d'application de l'IA :

- **Marketing/ vente:** permet par exemple de faire la prédiction...
- **La Robotique** : vise à réaliser des agents physiques qui peuvent agir et interagir dans le monde réel.

## La robotique

### BINA48:

- Créée en 2010, conçue pour tester l'hypothèse qu'il est **possible de télécharger la conscience d'un être humain dans une machine**
- Basé sur 100+ heures d'entretiens avec la femme sur laquelle il est basé
- Connectée à Internet, peut avoir des conversations sur une variété de sujets
- Exprime **64 émotions différentes**
- A un logiciel de reconnaissance des visages et reconnaissance vocale
- Opère au niveau d'un "enfant de trois ans"
- Regardez:

<https://youtu.be/G9uLnquaC84>



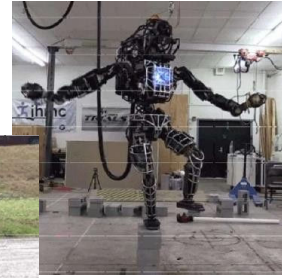
## La robotique

### Boston Dynamics

- Subventionné par l'armée américaine
- Racheté par Google en 2013
- A pour but de créer les robots les plus avancés en termes de mobilité
- Robots autonomes, adaptatifs, surtout pour aider les soldats sur le champ de bataille.
- Regardez: <https://youtu.be/M8YjvHYbZ9w>



Wild Cat court à 45 km/h



Atlas



Big Dog peut porter jusqu'à 150kg

## Comment fonctionne l'intelligence artificielle ?

L'intelligence artificielle (IA) fonctionne en imitant certaines capacités de l'intelligence humaine à l'aide d'algorithmes, de données et de calcul informatique.

## Comment fonctionne l'intelligence artificielle ?

L'intelligence artificielle (IA) fonctionne en imitant certaines capacités de l'intelligence humaine à l'aide d'algorithmes, de données et de calcul informatique.

Alors pour implémenter l'IA dans un domaine on a besoin de :



*Données*

## Comment fonctionne l'intelligence artificielle ?

L'intelligence artificielle (IA) fonctionne en imitant certaines capacités de l'intelligence humaine à l'aide d'algorithmes, de données et de calcul informatique.

Alors pour implémenter l'IA dans un domaine on a besoin de :



*Données*



*Puissance Informatique*

## Comment fonctionne l'intelligence artificielle ?

L'intelligence artificielle (IA) fonctionne en imitant certaines capacités de l'intelligence humaine à l'aide d'algorithmes, de données et de calcul informatique.

Alors pour implémenter l'IA dans un domaine on a besoin de :

