

# Une brève introduction à l'Intelligence Artificielle

Céline Hudelot, Professeur en Informatique, MICS, CentraleSupélec  
Jean Philippe Poli, Chercheur, CEA LIST

September 1, 2023



CentraleSupélec

# Avant-propos

# Qui sommes nous ?



Prof. Céline Hudelot, Computer Science  
MICS Laboratory

<https://scholar.google.fr/citations?user=gFlAh6MAAAAJ&hl=fr>



Dr. Jean-Philippe Poli, Computer Science  
CEA LADICS

[https://scholar.google.com/citations?user=Ce3Ew\\_YAAAAJ&hl=fr](https://scholar.google.com/citations?user=Ce3Ew_YAAAAJ&hl=fr)

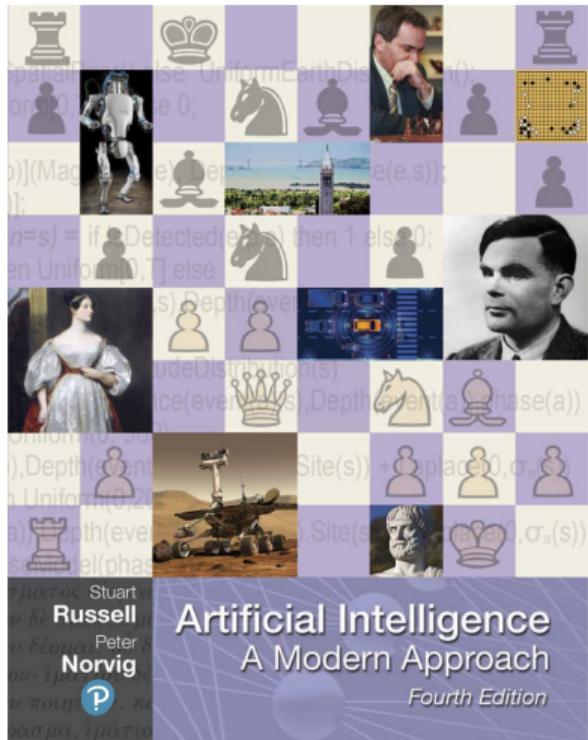
# Qui êtes vous ?

# Lectures conseillées - Références

- L'ouvrage de référence

*Artificial Intelligence: a modern approach. Russel and Norvig*

<http://aima.cs.berkeley.edu/index.html>



# Lectures conseillées - Références

- Panorama de l'Intelligence Artificielle

<http://www.cepadeus.com/collections/panorama-intelligence-artificielle-27.html>



# Lectures conseillées - Références

## Quelques cours d'acculturation à l'IA:

- Institut Montaigne - Fondation Abeona - OpenClassRoom : *Objectif IA : initiez-vous à l'intelligence artificielle*  
<https://openclassrooms.com/fr/courses/6417031-objectif-ia-initiez-vous-a-lintelligence-artificielle>
- FUN MOOC : *L'Intelligence Artificielle pour TOUS !*  
<https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/lintelligence-artificielle-pour-les-managers-et-leurs-equipes/>

# Lectures conseillées - Références

Quelques cours d'introduction aux fondements de l'IA:

- Stanford CS 221 Course: Artificial Intelligence : Principles and Techniques  
<http://cs221.stanford.edu/>
- Berkeley CS 188 : Intro to AI  
<http://ai.berkeley.edu/home.html>

# Lectures conseillées - Références

## Autres lectures intéressantes

- AI 100 : One Hundred Year Study on Artificial Intelligence  
<https://ai100.stanford.edu/>
- Rapport de Cédric Villani : donner un sens à l'intelligence artificielle (IA)  
[https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/9782111457089\\_Rapport\\_Villani\\_accessible.pdf](https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/9782111457089_Rapport_Villani_accessible.pdf)

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LIFE IN 2030

ONE HUNDRED YEAR STUDY ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE | REPORT OF THE 2015 STUDY PANEL | SEPTEMBER 2016

### PREFACE

The One Hundred Year Study on Artificial Intelligence, launched in the fall of 2014, is a long-term investigation of the field of Artificial Intelligence (AI) and its influences on people, their communities, and society. It considers the science, engineering, and deployment of AI-enabled computing systems. As its core activity, the Standing Committee that oversees the One Hundred Year Study forms a Study Panel every five years to assess the



SEPTEMBER 2021

## Gathering Strength, Gathering Storms:

The One Hundred Year Study on Artificial Intelligence (AI100)  
2021 Study Panel Report



## Une communauté - Conferences

- IJCAI : International Joint Conference on Artificial Intelligence  
<https://ijcai-21.org/>
- ECAI : European Conference on Artificial Intelligence  
<http://ecai2020.eu/>
- AAAI : Association for the Advancement of Artificial Intelligence  
<http://www.aaai.org/>
- AFIA : Association Française pour l'Intelligence Artificielle  
<http://afia.asso.fr/>

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

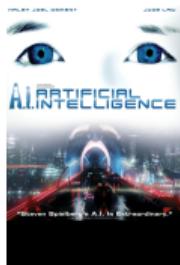
Petit sondage

Quelle fiction représente le plus l'intelligence artificielle pour vous ?

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

## Petit sondage

Quelle fiction représente le plus l'intelligence artificielle pour vous ?



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

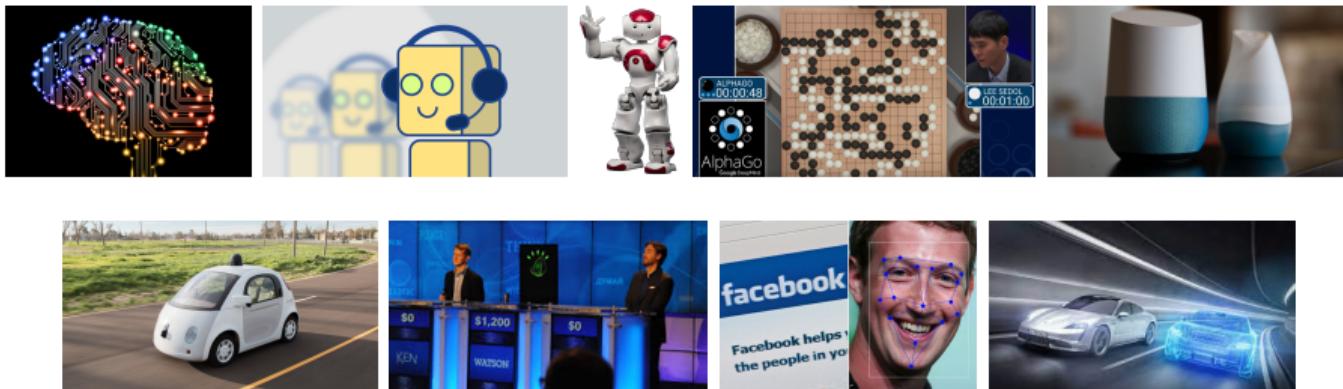
Petit sondage

Quelle image représente le plus l'intelligence artificielle pour vous ?

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

Petit sondage

Quelle image représente le plus l'intelligence artificielle pour vous ?



# Objectifs de la formation

- Initiation au domaine de l'intelligence artificielle, son histoire et ses courants.
- Familiarisation aux principales méthodes et modèles de l'IA et à quelques outils.
- Sensibilisation aux enjeux de l'intelligence artificielle.

# Sommaire

# Tentative de définition

L'intelligence artificielle est:

Une discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes ou des systèmes intelligents.

# Tentative de définition

L'intelligence artificielle est:

Une discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes ou des systèmes intelligents.

# Tentative de définition

L'intelligence artificielle est:

Une discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes ou des systèmes intelligents.

- Qu'est ce qu'un **programme** ou un **système** ?

# Tentative de définition

L'intelligence artificielle est:

Une discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes ou des systèmes intelligents.

- Qu'est ce qu'un **programme** ou un **système** ?
- Qu'est ce que l'**intelligence** ?

# Tentative de définition

L'intelligence artificielle est:

Une discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes ou des systèmes intelligents.

- Qu'est ce qu'un **programme** ou un **système** ?
- Qu'est ce que l'**intelligence** ?

Plutôt que définir **ce qu'est l'IA**, on peut s'intéresser à **ce que l'IA peut faire pour nous** !

# Un ensemble de tâches nécessitant de l'intelligence

Exemple : Jeux



Prise de décision stratégique, action.

# Un ensemble de tâches nécessitant de l'intelligence

## Humains contre machines

Une des réussites les plus marquantes de l'IA : quand les machines battent les humains à leurs propres jeux. [Les jeux = la drosophile de l'IA.](#)



1997: Deep Blue (chess)



2011: IBM Watson (Jeopardy!)



2016 : AlphaGo (Go)

# Un ensemble de tâches nécessitant de l'intelligence

Exemple : Robotique



Projet Cog MIT (<http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/cog/>)

# Un ensemble de tâches nécessitant de l'intelligence

Exemple : Robotique



Projet Cog MIT (<http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/cog/>)

Perception, compréhension, prise de décision, action, communication, apprentissage

# Un ensemble de tâches nécessitant de l'intelligence

Exemple : Conduire un véhicule



# Un ensemble de tâches nécessitant de l'intelligence

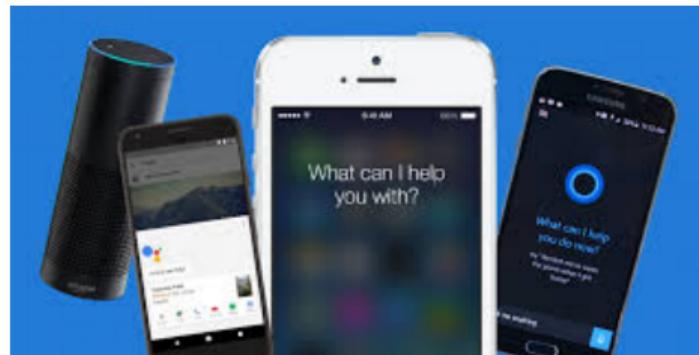
Exemple : Conduire un véhicule



Perception, compréhension, reconnaissance, prise de décision, action, apprentissage

# Un ensemble de tâches nécessitant de l'intelligence

Exemple : Assistant virtuel - NLP - Traduction automatique - Compléction d'emails ... <sup>1</sup>



Google translate

From: German To: German Translate

pv zk pv zk pv zk kz zk pv pv zk pv zk zk pz k  
pz k [pvzkpkzvpvk](#) kkkkkk bsch

Did you mean: [pv zk pv zk av zk ns zk av](#)  
[pv zk pv zk zk pz k pz k pkzpkzvpvk](#) kkkkkk  
bsch

German to German translation

pv zk pv zk pv zk kz zk pv pv zk pv zk zk pz k  
pz k [pvzkpkzvpvk](#) kkkkkk bsch

Beatbox

Autres exemples : Grammarly<sup>2</sup>, DeepL<sup>3</sup>

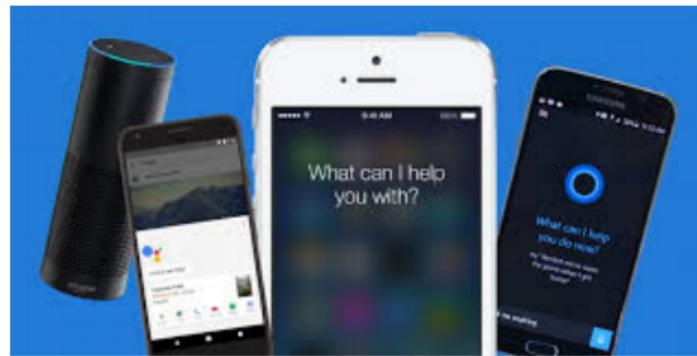
<sup>1</sup>e.g. Google Translate supporte 90 langues et 200 millions d'utilisateurs

<sup>2</sup><https://www.grammarly.com/blog/how-grammarly-uses-ai/>

<sup>3</sup><https://www.deepl.com/en/blog/20200206>

# Un ensemble de tâches nécessitant de l'intelligence

Exemple : Assistant virtuel - NLP - Traduction automatique - CompléTION d'emails ... <sup>1</sup>



Google translate

From: German To: German Translate

pv zk pv zk pv zk kz zk pv pv zk pv zk zk pz k  
pz k pv zk pv zk kz zk pv pv zk pv zk zk pz k  
pz k pv zk pv zk kz zk pz k pz k pz k  
Did you mean: pv zk pv zk av zk ns zk av  
pv zk pv zk kz zk pz k pz k pz k  
Beatbox

German to German translation

pv zk pv zk pv zk kz zk pv pv zk pv zk zk pz k  
pz k pv zk pv zk kz zk pv zk pv zk kz zk pz k  
pz k pv zk pv zk kz zk pz k pz k pz k  
Beatbox

Autres exemples : Grammarly<sup>2</sup>, DeepL<sup>3</sup>

Perception, compréhension, reconnaissance, prise de décision, action, apprentissage

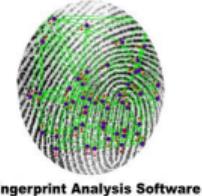
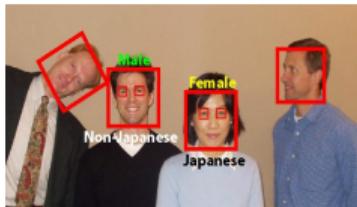
<sup>1</sup>e.g. Google Translate supporte 90 langues et 200 millions d'utilisateurs

<sup>2</sup><https://www.grammarly.com/blog/how-grammarly-uses-ai/>

<sup>3</sup><https://www.deepl.com/en/blog/20200206>

# Un ensemble de tâches nécessitant de l'intelligence

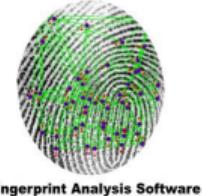
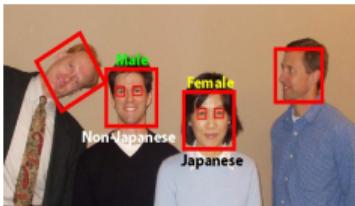
## Reconnaissance visuelle<sup>4</sup> - Interprétation d'images



<sup>4</sup>Reconnaissance d'écritures manuscrites : *opérationnel dans le secteur postal depuis les années 2000 (Papier Y. LeCun, CNN en 1989)*.

# Un ensemble de tâches nécessitant de l'intelligence

## Reconnaissance visuelle<sup>4</sup> - Interprétation d'images

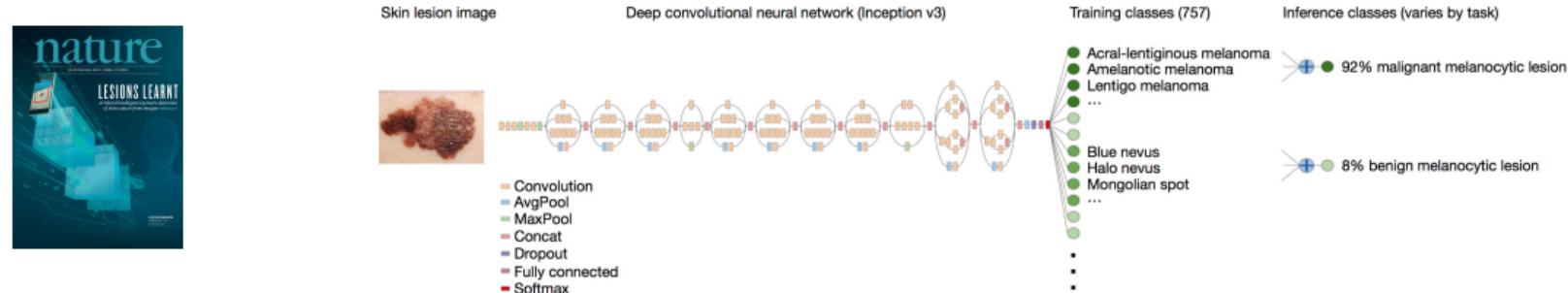


Prise de décision, perception, compréhension, reconnaissance, apprentissage

<sup>4</sup>Reconnaissance d'écritures manuscrites : *opérationnel dans le secteur postal depuis les années 2000 (Papier Y. LeCun, CNN en 1989)*.

# Un ensemble de tâches nécessitant de l'intelligence

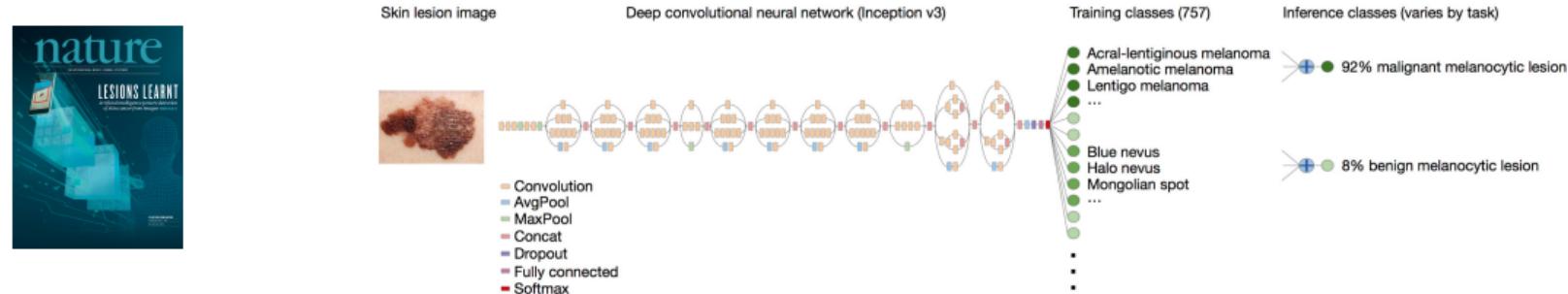
## Reconnaissance visuelle - Détection de pathologies



Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks - Esteva et al [Nature, 2017]

# Un ensemble de tâches nécessitant de l'intelligence

## Reconnaissance visuelle - Détection de pathologies



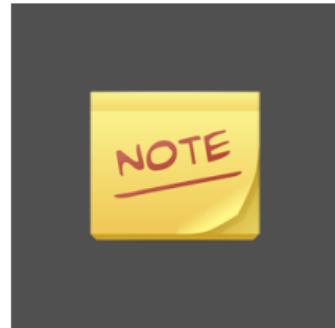
Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks - Esteva et al [Nature, 2017]

Prise de décision, perception, compréhension, reconnaissance, apprentissage

# Un ensemble de tâches nécessitant de l'intelligence

Un agent intelligent doit donc :

- **Percevoir et Agir** dans son environnement
- **Interpréter, Comprendre, Reconnaître** : assimiler et traiter une information
- **Prendre une décision**



# Intelligence artificielle : définition d'un père fondateur

**Marvin Minsky:**

"Science qui consiste à faire faire aux machines ce que l'homme ferait moyennant une certaine intelligence"

**Cédric Villani:**

"L'intelligence artificielle, c'est toute technologie informatique qui permet de résoudre des problèmes complexes qu'on aurait cru réservés à l'intelligence humaine"

Définition relative à ce que savent faire les hommes

# Intelligence artificielle : définition d'un père fondateur

**Marvin Minsky:**

"Science qui consiste à faire faire aux machines ce que l'homme ferait moyennant une certaine intelligence"

**Cédric Villani:**

"L'intelligence artificielle, c'est toute technologie informatique qui permet de résoudre des problèmes complexes qu'on aurait cru réservés à l'intelligence humaine"



Définition relative à ce que savent faire les hommes

- Une certaine intelligence ?
- Quelle est la portée de faire faire ?

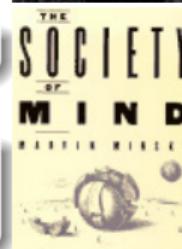
# Intelligence artificielle : définition d'un père fondateur

**Marvin Minsky:**

"Science qui consiste à faire faire aux machines ce que l'homme ferait moyennant une certaine intelligence"

**Cédric Villani:**

"L'intelligence artificielle, c'est toute technologie informatique qui permet de résoudre des problèmes complexes qu'on aurait cru réservés à l'intelligence humaine"



Définition relative à ce que savent faire les hommes

- Une certaine intelligence ?
- Quelle est la portée de faire faire ?

"Les choses les plus simples à faire par un humain (par exemple adapter son geste lorsqu'il saisit un objet) se sont avérées extrêmement complexes à reproduire sur une machine, tandis que des choses difficiles pour un humain (comme résoudre un problème d'échec) se sont avérées très simples "

# Qu'est ce que l'*intelligence* ?

Plusieurs réponses

- Selon **Turing**

*C'est ce qui rend difficile la distinction entre une tâche réalisée par un humain ou par une machine*



# Qu'est ce que l'*intelligence* ?

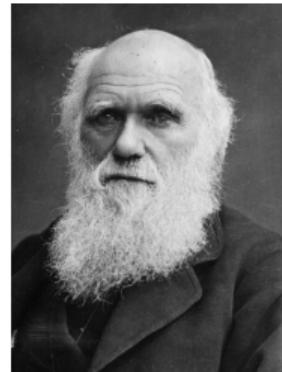
## Plusieurs réponses

- Selon **Turing**

*C'est ce qui rend difficile la distinction entre une tâche réalisée par un humain ou par une machine*

- Selon **Darwin**

*C'est ce qui permet la survie de l'individu le plus apte*



# Qu'est ce que l'*intelligence* ?

## Plusieurs réponses

- Selon **Turing**

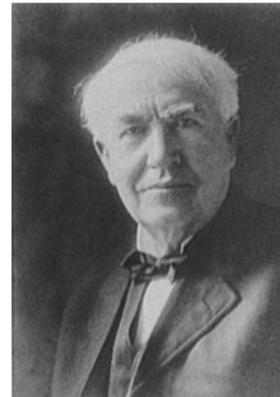
*C'est ce qui rend difficile la distinction entre une tâche réalisée par un humain ou par une machine*

- Selon **Darwin**

*C'est ce qui permet la survie de l'individu le plus apte*

- Selon **Edison**

*C'est ce qui fait que cela fonctionne*



# Qu'est ce que l'*intelligence* ?

## Plusieurs réponses

- Selon **Turing**

*C'est ce qui rend difficile la distinction entre une tâche réalisée par un humain ou par une machine*

- Selon **Darwin**

*C'est ce qui permet la survie de l'individu le plus apte*

- Selon **Edison**

*C'est ce qui fait que cela fonctionne*

- Selon **Lorenz**

*C'est collectif et cela émerge du comportement collectif*



# Intelligence artificielle: plusieurs définitions

Penser comme des humains	Penser rationnellement
<p><i>The exciting new effort to make computers think... machine with minds, in the full and literal sense.</i>(Haugeland,1985)</p> <p><i>The automation of activities that we associate with human thinking, activities such as decision-making, problem solving, learning.</i>(Bellman, 1978)</p>	<p><i>The study of mental faculties through the use of computational models</i> (Charniak and Mc Dermott, 1985)</p> <p><i>The study of the computation that make it possible to perceive, reason and act</i>(Winston, 1992)</p>
Agir comme des humains	Agir rationnellement

# Penser comme un humain : l'approche cognitive

Le cerveau = une machine traitant de l'information.

# Penser comme un humain : l'approche cognitive

Le cerveau = une machine traitant de l'information.

- Comment fonctionne notre cerveau ?

# Penser comme un humain : l'approche cognitive

Le cerveau = une machine traitant de l'information.

- Comment fonctionne notre cerveau ?
- Besoin des théories scientifiques sur les activités internes du cerveau.

# Penser comme un humain : l'approche cognitive

Le cerveau = une machine traitant de l'information.

- Comment fonctionne notre cerveau ?
- Besoin des théories scientifiques sur les activités internes du cerveau.
- Implémenter ces théories et comparer avec les humains.

# Penser comme un humain : l'approche cognitive

Le cerveau = une machine traitant de l'information.

- Comment fonctionne notre cerveau ?
- Besoin des théories scientifiques sur les activités internes du cerveau.
- Implémenter ces théories et comparer avec les humains.
- Validation:

# Penser comme un humain : l'approche cognitive

Le cerveau = une machine traitant de l'information.

- Comment fonctionne notre cerveau ?
- Besoin des théories scientifiques sur les activités internes du cerveau.
- Implémenter ces théories et comparer avec les humains.
- Validation:
  - Etude et analyse du comportement humain (approche top-down : sciences cognitives).

# Penser comme un humain : l'approche cognitive

Le cerveau = une machine traitant de l'information.

- Comment fonctionne notre cerveau ?
- Besoin des théories scientifiques sur les activités internes du cerveau.
- Implémenter ces théories et comparer avec les humains.
- Validation:
  - Etude et analyse du comportement humain (approche top-down : sciences cognitives).
  - Déduction à partir de neurologiques (approche bottom-up : neurosciences cognitives).

# Penser comme un humain : l'approche cognitive

Le cerveau = une machine traitant de l'information.

- Comment fonctionne notre cerveau ?
- Besoin des théories scientifiques sur les activités internes du cerveau.
- Implémenter ces théories et comparer avec les humains.
- Validation:
  - Etude et analyse du comportement humain (approche top-down : sciences cognitives).
  - Déduction à partir de neurologiques (approche bottom-up : neurosciences cognitives).

## Exemple

General Problem Solver (Newell and Simon,1967) : modèle du traitement humain de l'information.

# Agir comme un humain : l'approche du test de Turing (1950)

## Idée

Ne pas définir l'IA mais la tester

# Agir comme un humain : l'approche du test de Turing (1950)

## Idée

Ne pas définir l'IA mais la tester

## Protocole

Un individu communique avec un interlocuteur invisible à l'aide d'un terminal d'ordinateur. Il doit décider si l'interlocuteur est un humain ou un système d'IA imitant un humain.



# Agir comme un humain : l'approche du test de Turing (1950)

## Idée

Ne pas définir l'IA mais la tester

## Protocole

Un individu communique avec un interlocuteur invisible à l'aide d'un terminal d'ordinateur. Il doit décider si l'interlocuteur est un humain ou un système d'IA imitant un humain.

## Capacités requises

Traitements du langage naturel, représentation de la connaissance, raisonnement automatique, apprentissage, interaction physique avec l'individu



# Agir comme un humain : l'approche du test de Turing (1950)

## Idée

Ne pas définir l'IA mais la tester

## Protocole

Un individu communique avec un interlocuteur invisible à l'aide d'un terminal d'ordinateur. Il doit décider si l'interlocuteur est un humain ou un système d'IA imitant un humain.

## Capacités requises

Traitements du langage naturel, représentation de la connaissance, raisonnement automatique, apprentissage, interaction physique avec l'individu

**Idée intéressante :** peu importe comment (approche logique, apprentissage...), on teste le comportement !



# Le test de Turing

- Une compétition annuelle depuis 1991 : "le loebner prize<sup>a</sup>"
- D'autres applications:
  - Concours de bots : AWS Chatbot Challenge
  - The Visual Turing Challenge : VQA, Visual Dialog, TQA
    - <http://demo.visualdialog.org/>
    - <https://arxiv.org/abs/1410.8027>
    - <http://vuchallenge.org/>
  - Utilisation dans des services commerciaux (de plus en plus de chatbots dans les applications et les sites)

---

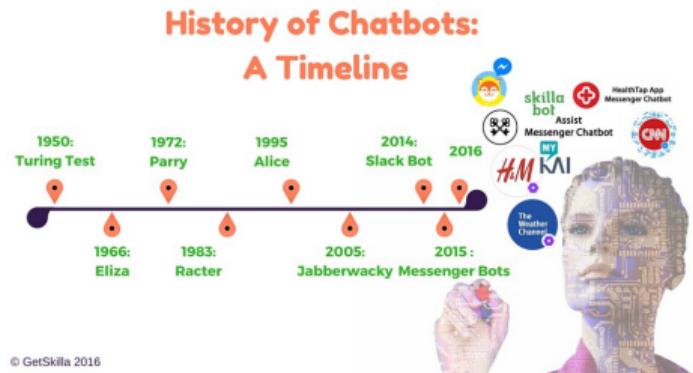
<sup>a</sup><http://www.loebner.net/Prizef/loebner-prize.html>,  
<http://www.aisb.org.uk/events/loebner-prize>

# D'Eliza, le chatterbot psychologue (Joseph Weizenbaum, 1966) à aujourd'hui

<http://psych.fullerton.edu/mbirnbaum/psych101/eliza.htm>

Talk to Eliza by typing your questions and answers in the input box.

```
> Hello, I am Eliza. I'll be your therapist today.  
* hello Eliza  
> What would you like to discuss in this session?  
  
TYPE HERE 
```



# Penser rationnellement : l'approche des lois de la pensée

- Aristote et le raisonnement *juste* : la logique.

# Penser rationnellement : l'approche des lois de la pensée

- Aristote et le raisonnement juste : **la logique**.
  - ex : *Tous les hommes sont mortels, Socrate est un homme, donc Socrate est mortel.* (sillogisme)

# Penser rationnellement : l'approche des lois de la pensée

- Aristote et le raisonnement *juste* : **la logique**.
  - ex : *Tous les hommes sont mortels, Socrate est un homme, donc Socrate est mortel.* (sillogisme)
- 19ème siècle : la logique devient mathématique.
  - Ecriture d'énoncés sur les objets dans le monde et leurs relations.

# Penser rationnellement : l'approche des lois de la pensée

- Aristote et le raisonnement juste : **la logique**.
  - ex : *Tous les hommes sont mortels, Socrate est un homme, donc Socrate est mortel.* (sillogisme)
- 19ème siècle : la logique devient mathématique.
  - Ecriture d'énoncés sur les objets dans le monde et leurs relations.
- Modèles formels pour la représentation des connaissances et du raisonnement.

# Penser rationnellement : l'approche des lois de la pensée

- Aristote et le raisonnement juste : **la logique**.
  - ex : *Tous les hommes sont mortels, Socrate est un homme, donc Socrate est mortel.* (sillogisme)
- 19ème siècle : la logique devient mathématique.
  - Ecriture d'énoncés sur les objets dans le monde et leurs relations.
- Modèles formels pour la représentation des connaissances et du raisonnement.
- Principales difficultés :

# Penser rationnellement : l'approche des lois de la pensée

- Aristote et le raisonnement juste : **la logique**.
  - ex : *Tous les hommes sont mortels, Socrate est un homme, donc Socrate est mortel.* (sillogisme)
- 19ème siècle : la logique devient mathématique.
  - Ecriture d'énoncés sur les objets dans le monde et leurs relations.
- Modèles formels pour la représentation des connaissances et du raisonnement.
- Principales difficultés :
  - Difficile de traduire les connaissances et les états du monde réel en équations logiques (**incertitude**).

# Penser rationnellement : l'approche des lois de la pensée

- Aristote et le raisonnement juste : **la logique**.
  - ex : *Tous les hommes sont mortels, Socrate est un homme, donc Socrate est mortel.* (sillogisme)
- 19ème siècle : la logique devient mathématique.
  - Ecriture d'énoncés sur les objets dans le monde et leurs relations.
- Modèles formels pour la représentation des connaissances et du raisonnement.
- Principales difficultés :
  - Difficile de traduire les connaissances et les états du monde réel en équations logiques (**incertitude**).
  - Différence entre résoudre un problème en principe et le résoudre réellement (**complexité**).

# Agir rationnellement : l'approche de l'agent rationnel

- Comportement rationnel :
  - effectuer l'action correcte : celle qui est supposée optimiser la **réalisation d'un but** étant donnée l'information disponible.

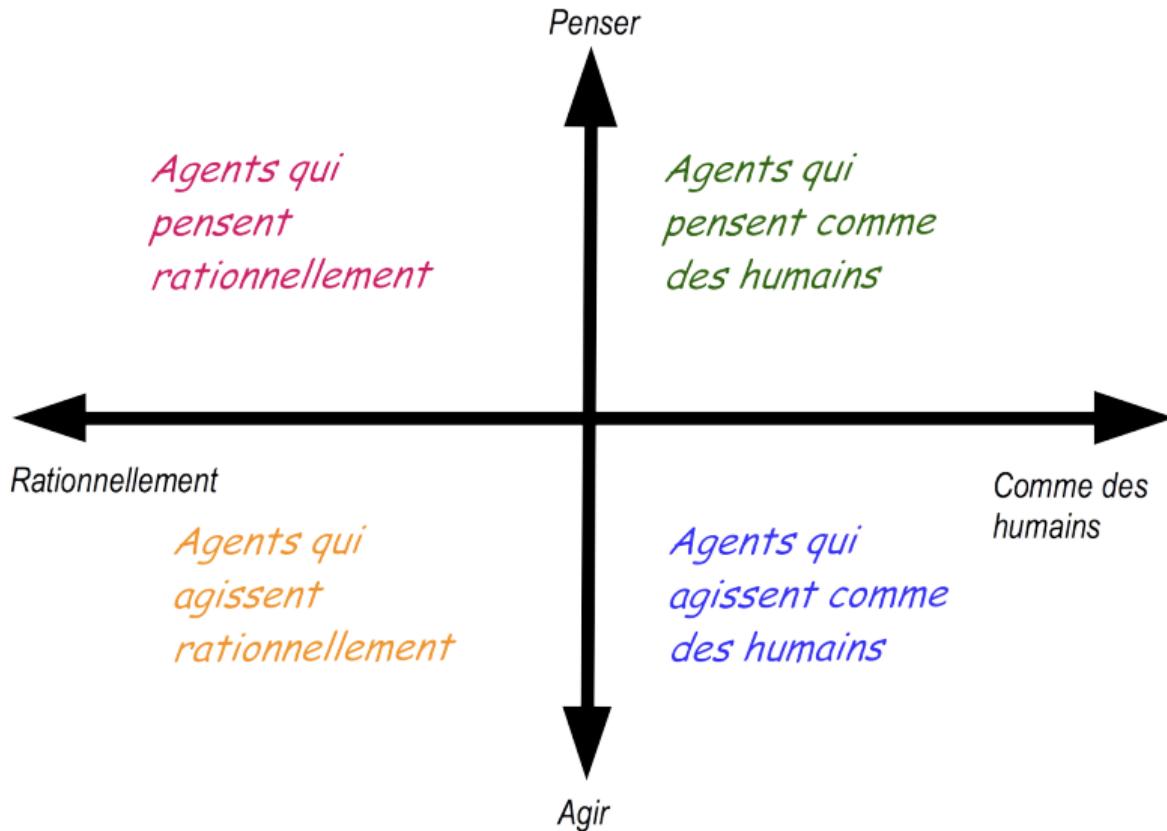
# Agir rationnellement : l'approche de l'agent rationnel

- Comportement rationnel :
  - effectuer l'action correcte : celle qui est supposée optimiser la **réalisation d'un but** étant donnée l'information disponible.
- N'implique pas nécessairement un raisonnement (ex: réflexe de cligner les yeux) mais au service **d'une action rationnelle, d'un but.**

# Agir rationnellement : l'approche de l'agent rationnel

- Comportement rationnel :
  - effectuer l'action correcte : celle qui est supposée optimiser la **réalisation d'un but** étant donnée l'information disponible.
- N'implique pas nécessairement un raisonnement (ex: réflexe de cligner les yeux) mais au service **d'une action rationnelle, d'un but.**
- Notion d'utilité et de maximisation de son utilité.

# Les approches de l'IA



# Deux grandes approches antagonistes<sup>5</sup>

Deux hypothèses différentes

<sup>5</sup> D. Cardon et al - La Revanche des neurones - <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02005537/document>

# Deux grandes approches antagonistes<sup>5</sup>

## Deux hypothèses différentes

- Le raisonnement humain et la connaissance sont complexes : connaissances **implicitement** dans les données.

<sup>5</sup> D. Cardon et al - La Revanche des neurones - <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02005537/document>

# Deux grandes approches antagonistes<sup>5</sup>

## Deux hypothèses différentes

- Le raisonnement humain et la connaissance sont complexes : connaissances **implicitement** dans les données.
  - IA numérique ou centrée données - Approches connexionnistes - Apprentissage à partir de données.

<sup>5</sup> D. Cardon et al - La Revanche des neurones - <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02005537/document>

# Deux grandes approches antagonistes<sup>5</sup>

## Deux hypothèses différentes

- Le raisonnement humain et la connaissance sont complexes : connaissances **implicitement** dans les données.
  - IA numérique ou centrée données - Approches connexionnistes - Apprentissage à partir de données.
  - Exploitation de l'**expérience passée** représentée par des données annotées, en construisant des modèles prédictifs calibrés à partir de celles-ci.

<sup>5</sup> D. Cardon et al - La Revanche des neurones - <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02005537/document>

# Deux grandes approches antagonistes<sup>5</sup>

## Deux hypothèses différentes

- Le raisonnement humain et la connaissance sont complexes : connaissances **implicitement** dans les données.
  - IA numérique ou centrée données - Approches connexionnistes - Apprentissage à partir de données.
  - Exploitation de l'**expérience passée** représentée par des données annotées, en construisant des modèles prédictifs calibrés à partir de celles-ci.
- Le raisonnement humain peut être capturé, même si partiellement incomplet : représentation **explicite** de la connaissance.

<sup>5</sup>D. Cardon et al - La Revanche des neurones - <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02005537/document>

# Deux grandes approches antagonistes<sup>5</sup>

## Deux hypothèses différentes

- Le raisonnement humain et la connaissance sont complexes : connaissances **implicitement** dans les données.
  - IA numérique ou centrée données - Approches connexionnistes - Apprentissage à partir de données.
  - Exploitation de l'**expérience passée** représentée par des données annotées, en construisant des modèles prédictifs calibrés à partir de celles-ci.
- Le raisonnement humain peut être capturé, même si partiellement incomplet : représentation **explicite** de la connaissance.
  - IA symbolique ou centrée connaissance formelle - Basée sur la modélisation du raisonnement logique, sur les **formalismes de représentation de la connaissance et du raisonnement**.

<sup>5</sup>D. Cardon et al - La Revanche des neurones - <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02005537/document>

# Deux grandes approches antagonistes<sup>5</sup>

## Deux hypothèses différentes

- Le raisonnement humain et la connaissance sont complexes : connaissances **implicitement** dans les données.
  - IA numérique ou centrée données - Approches connexionnistes - Apprentissage à partir de données.
  - Exploitation de l'**expérience passée** représentée par des données annotées, en construisant des modèles prédictifs calibrés à partir de celles-ci.
- Le raisonnement humain peut être capturé, même si partiellement incomplet : représentation **explicite** de la connaissance.
  - IA symbolique ou centrée connaissance formelle - Basée sur la modélisation du raisonnement logique, sur les **formalismes de représentation de la connaissance et du raisonnement**.

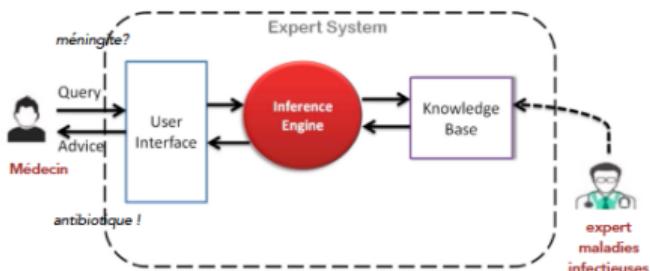


<sup>5</sup>D. Cardon et al - La Revanche des neurones - <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02005537/document>

# Intelligence Artificielle Symbolique

## Système expert MYCIN et autres

Le système expert MYCIN (1970)



Watson for Oncology (2013)

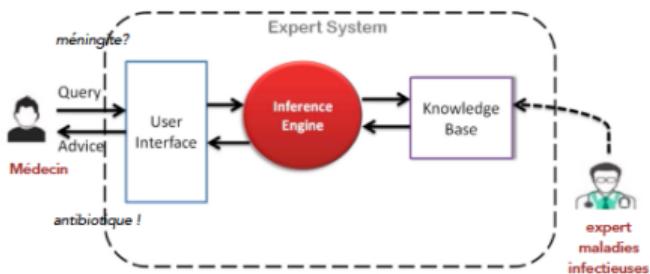


<https://www.youtube.com/watch?v=UpFHNQF4F8o&pbjreload=10>

# Intelligence Artificielle Symbolique

## Système expert MYCIN et autres

Le système expert MYCIN (1970)



Watson for Oncology (2013)

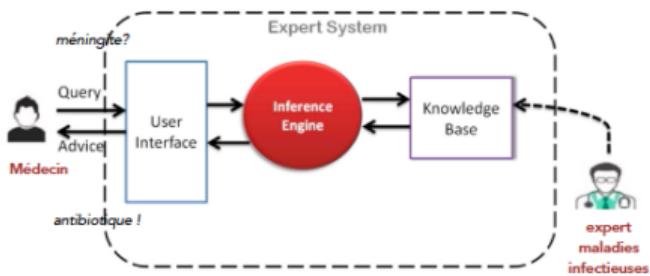


- Méthodes fortement développées dans les années 1980-2000

# Intelligence Artificielle Symbolique

## Système expert MYCIN et autres

Le système expert MYCIN (1970)



Watson for Oncology (2013)



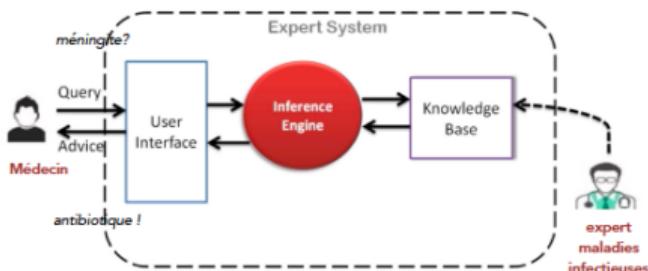
<https://www.youtube.com/watch?v=UpFHNQF4F8o&pbjreload=10>

- Méthodes fortement développées dans les années 1980-2000
- (+) Principal avantage: explications claires de la prévision / de la décision

# Intelligence Artificielle Symbolique

## Système expert MYCIN et autres

Le système expert MYCIN (1970)



Watson for Oncology (2013)



- Méthodes fortement développées dans les années 1980-2000
- (+) Principal avantage: explications claires de la prévision / de la décision
- (-) Difficulté du passage à l'échelle: nécessité de données d'entrée de relativement haut niveau.

# Intelligence Artificielle à base de Données

Exploite l'[expérience passée](#) représentée par des données labellisées, en construisant des modèles prédictifs calibrés à partir de celles-ci.

# Intelligence Artificielle à base de Données

Exploite l'[expérience passée](#) représentée par des données labellisées, en construisant des modèles prédictifs calibrés à partir de celles-ci.

⇒ à l'origine de l'explosion récente de l'IA, grâce à:

- une disponibilité accrue des [données](#), 'big data'
- l'amélioration des méthodes et [algorithmes](#) de traitement
- l'augmentation des capacités de [calcul](#)

# Intelligence Artificielle à base de Données

Exploite l'**expérience passée** représentée par des données labellisées, en construisant des modèles prédictifs calibrés à partir de celles-ci.

⇒ à l'origine de l'explosion récente de l'IA, grâce à:

- une disponibilité accrue des **données**, 'big data'
- l'amélioration des méthodes et **algorithmes** de traitement
- l'augmentation des capacités de **calcul**

## Principe

On cherche à prédire  $Y$  à partir de  $X$ , par exemple:

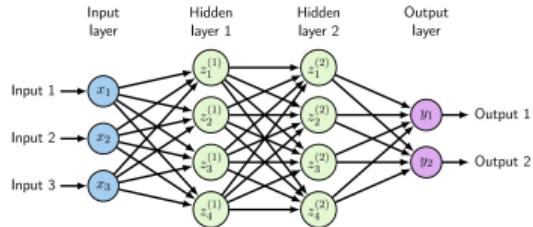
- $X$ : image de radiologie ⇒  $Y$ : présence d'une tumeur ?
  - $X$ : données d'observation d'un système ⇒  $Y$ : durée de vie restante du système ?
- ⇒ Détermination d'une fonction  $\psi$  (modèle) telle que  $Y = \psi(X)$ , et  $\psi$  est déterminée à partir de **données labellisées**:

$N$  situations dans lesquelles on connaît à la fois  $X$  et  $Y$ :  $(X_i, Y_i)_{1 \leq i \leq N}$

# Intelligence Artificielle à base de Données

## Réseau de Neurones Profonds

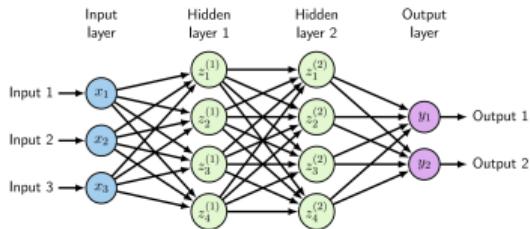
$\Rightarrow Y = \psi(X)$ , avec  $\psi(X) = h_M \circ g_M \circ \dots \circ h_1 \circ g_1(X)$  où  $h_i$  des transformations non-linéaires et  $g_i$  des transformations affines.



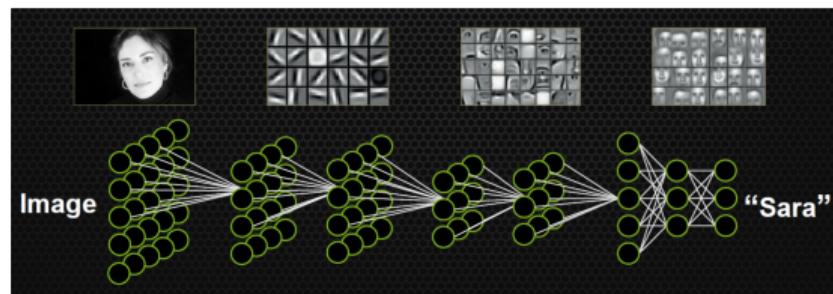
# Intelligence Artificielle à base de Données

## Réseau de Neurones Profonds

⇒  $Y = \psi(X)$ , avec  $\psi(X) = h_M \circ g_M \circ \dots \circ h_1 \circ g_1(X)$  où  $h_i$  des transformations non-linéaires et  $g_i$  des transformations affines.



## Apprentissage de représentations



⇒ Les couches profondes capturent des caractères complexes dans l'image permettant d'extraire l'information la plus pertinente pour la tâche de prédiction [Lee et al., 2009]

# Sommaire

# Comment traiter un problème d'IA ?

## Deux paradigmes

- Le paradigme Modéliser-Inférer-Apprendre.
- L'IA comme la conception d'agents rationnels.

## Paradigme Modéliser-Inférer-Apprendre

# Comment traiter un problème d'IA ?

Le paradigme Modéliser-Inférer-Apprendre comme fil conducteur [Liang et al]<sup>6</sup>

Modeling

Inference

Learning

Figure: Source : cs221 course Stanford - Liang

<sup>6</sup><https://stanford-cs221.github.io/>

# Comment traiter un problème d'IA ?

## Modéliser

D'un problème du monde réel à sa représentation en objets mathématiques **formels<sup>a</sup>** : les modèles.

<sup>a</sup>peuvent être soumis à une analyse rigoureuse et exploités par des ordinateurs

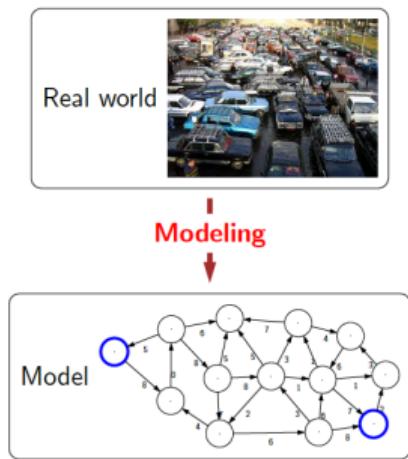


Figure: Source : cs221 course Stanford - Liang

# Comment traiter un problème d'IA ?

## Inférer

Répondre aux questions relatives au modèle, i.e. trouver des algorithmes efficaces.

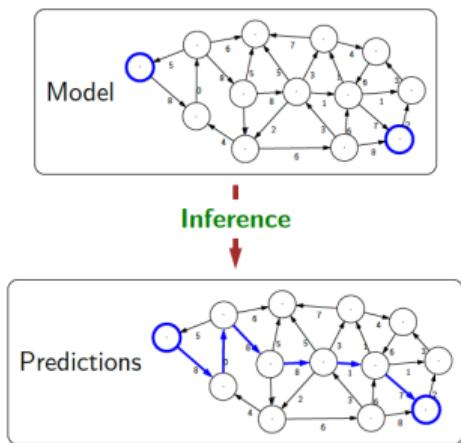


Figure: Source : cs221 course Stanford - Liang

# Comment traiter un problème d'IA ?

## Apprendre

Au lieu de construire un modèle, on construit un squelette de modèle et on ajuste les paramètres du modèle par apprentissage à partir de données.

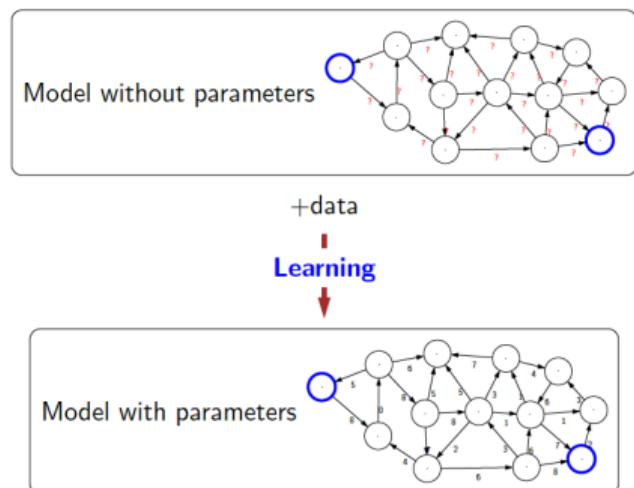


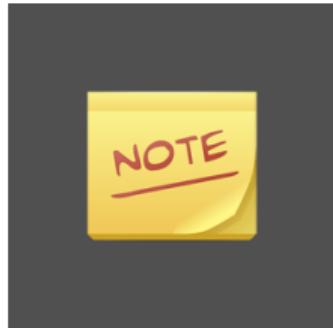
Figure: Source : cs221 course Stanford - Liang

## L'IA vue comme la conception d'agents rationnels

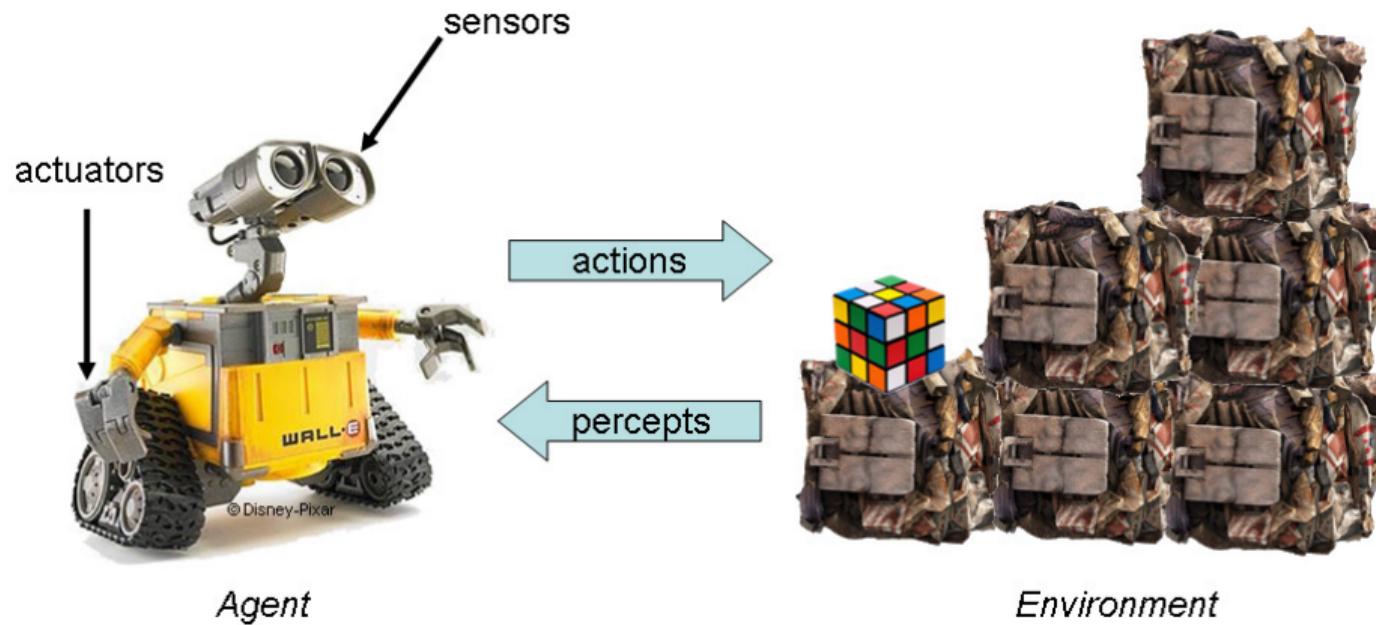
# Repreneons nos notes !

Un agent intelligent doit:

- **Percevoir et Agir** dans son environnement
- **Interpréter, Comprendre, Reconnaître** : assimiler et traiter une information
- **Prendre une décision**

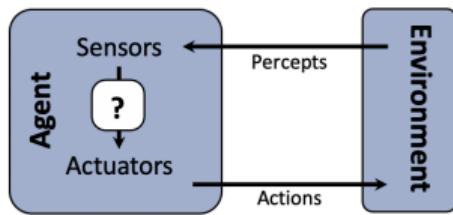


# Qu'est ce qu'un agent intelligent ?



Un agent intelligent est une entité qui **perçoit** son environnement au travers de **capteurs** et **agit** sur son environnement au travers d'**effecteurs**.

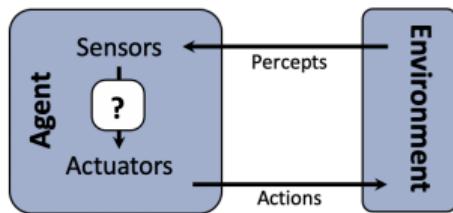
# Agent rationnel



## Agent intelligent

Une entité qui **perçoit** et **agit** dans son environnement pour accomplir ses buts en fonction de ses capacités ou de ses croyances (ou de ses connaissances).

# Agent rationnel



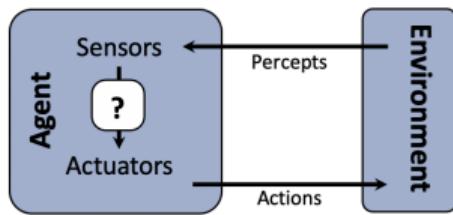
## Agent intelligent

Une entité qui **perçoit** et **agit** dans son environnement pour accomplir ses buts en fonction de ses capacités ou de ses croyances (ou de ses connaissances).

## Agent rationnel

Un agent rationnel est celui qui effectue la bonne action, i.e. l'action qui **maximise sa mesure de performance** en fonction de sa perception du monde et de ses connaissances.

# Agent rationnel



## Agent intelligent

Une entité qui **perçoit** et **agit** dans son environnement pour accomplir ses buts en fonction de ses capacités ou de ses croyances (ou de ses connaissances).

## Agent rationnel

Un agent rationnel est celui qui effectue la bonne action, i.e. l'action qui **maximise sa mesure de performance** en fonction de sa perception du monde et de ses connaissances.

Les caractéristiques des **capteurs**, **effecteurs** et de l'**environnement** dictent les techniques pour sélectionner les actions rationnelles.

# Qu'est ce qu'un agent intelligent ?

- Pour un humain :
  - Capteurs : oreille, yeux, nez, peau, ...
  - Effecteurs : bras, jambes, mains, bouche, ...
- Pour un robot :
  - Capteurs : caméra vidéo, laser, capteur infra-rouge, capteur tactile, capteur audio ...
  - Effecteurs : bras ou jambes robotisés, roues, pinces ...
- Pour un agent logiciel (softbot) :
  - Capteurs : données, chaines de caractères,...
  - Effecteurs : opérateurs,...

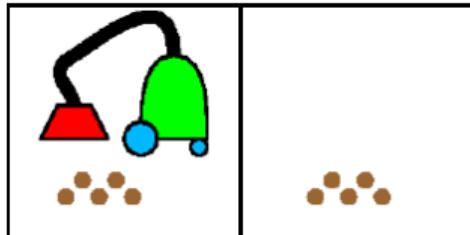
# Définitions

- Perception (**percepts**): entrée perçue par l'agent à un moment donné.
- Séquences de perceptions : historique complet de toutes les perceptions.
- Comportement d'un agent = **fonction d'agent  $f$**  qui met en correspondance des séquences perceptives  $\mathcal{P}^*$  et des actions  $\mathcal{A}$ .

$$f : \mathcal{P}^* \rightarrow \mathcal{A}.$$

- Implémentation concrète : **programme d'agent**.  
Il est exécuté sur une architecture concrète pour réaliser (calculer)  $f$ .

# Exemple classique : l'agent aspirateur



$\mathcal{AS} = (\mathcal{P}_1, \mathcal{A}_1, f)$  où :

- $\mathcal{P}_1 = Loc \times Etat$  avec  $Loc = \{A, B\}$  et  $Etat = \{propre, sale\}$   
 $\mathcal{P}_1$  est un ensemble de couples (Location, Etat de propreté).
- $\mathcal{A}_1 = \{droite, gauche, aspire, rien\}$

## Exemple classique : l'agent aspirateur

Séquence de perceptions	Action
$(A, propre)$	<i>droite</i>
$(A, sale)$	<i>aspirer</i>
$(B, propre)$	<i>gauche</i>
$(B, sale)$	<i>aspirer</i>
$(A, propre)(A, propre)$	<i>droite</i>
$(A, propre)(A, sale)$	<i>aspirer</i>
:	:

Figure: Tabulation partielle de la fonction d'agent aspirateur

# Agent rationnel

## Définition

Un agent rationnel est celui qui effectue la bonne action, i.e. l'action qui **maximise sa mesure de performance** en fonction de sa perception du monde et de ses connaissances.

# Agent rationnel

## Définition

Un agent rationnel est celui qui effectue la bonne action, i.e. l'action qui **maximise sa mesure de performance** en fonction de sa perception du monde et de ses connaissances.

## Comment mesurer la performance ?

- Avec des critères externes (ex : quantité de poussière aspirée, surface nettoyée, bruit, consommation d'énergie,...)
- Fixée par le concepteur.
- Propre à la tâche.

# Agent rationnel

## Rationalité

La rationalité dépend de :

- La mesure de performance (critère de succès).
- La connaissance de l'environnement.
- Les actions possibles de l'agent.
- Les séquences de perceptions de l'agent.

# Environnement de la tâche

## PEAS

La première étape lors de la conception d'un agent est de spécifier l'environnement de la tâche (task environment) qui contient les quatres éléments suivants (**PEAS**) :

- Mesure de performance (**P**erformance measure).
- Environnement (**E**nvironment).
- Effecteurs (**A**ctuators).
- Capteurs (**S**ensors).

# Exemple : Conducteur de taxi automatique

- Mesure de performance:
  - sécurité, vitesse, légalité, confort, profits,...
- Environnement:
  - routes, autos, piétons,...
- Effecteurs:
  - volant, accélérateur, freins, clignotant,...
- Capteurs:
  - caméras, son, odomètre, indicateur de vitesse, capteur du moteur, ...



# Propriétés de l'environnement

## Complètement vs partiellement observable:

- Est ce que les capteurs de l'agent donne un état complet de l'environnement à tout moment ?

## Deterministe vs stochastique:

- L'état de l'environnement dépend t-il de l'état courant et de l'action de l'agent ?

## Episodique vs séquentiel:

- Peut-on évaluer la qualité d'une action à l'intérieur d'un épisode (perception-action) ? Ou le développement futur est pertinent pour l'évaluation ?

## Statique vs dynamique:

- Est ce que l'environnement peut changer pendant que l'agent délibère ?

## Discret vs continu:

- Est ce que les changements d'états sont discrets (ex : jouer aux échecs) ou continus (ex: se promener) ?

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés						

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui					

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui				

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non			

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui		

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge						

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui					

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui				

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non			

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi		

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge						

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui					

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui				

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non			

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui		

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker						

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non					

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non				

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non			

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui		

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi						

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non					

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non				

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non			

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non		

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non	non	

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non	non	multi
Diagnostic médical						

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non	non	multi
Diagnostic médical	non					

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non	non	multi
Diagnostic médical	non	non				

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non	non	multi
Diagnostic médical	non	non	non			

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non	non	multi
Diagnostic médical	non	non	non	non		

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non	non	multi
Diagnostic médical	non	non	non	non	non	

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non	non	multi
Diagnostic médical	non	non	non	non	non	un
Robot aspirateur						

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non	non	multi
Diagnostic médical	non	non	non	non	non	un
Robot aspirateur	non					

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non	non	multi
Diagnostic médical	non	non	non	non	non	un
Robot aspirateur	non	non				

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non	non	multi
Diagnostic médical	non	non	non	non	non	un
Robot aspirateur	non	non	oui			

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non	non	multi
Diagnostic médical	non	non	non	non	non	un
Robot aspirateur	non	non	oui	non		

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non	non	multi
Diagnostic médical	non	non	non	non	non	un
Robot aspirateur	non	non	oui	non	non	

# Exemples d'environnements

Environnement	Observable	Déterministe	Episodique	Statique	Discret	Multi
Mots croisés	oui	oui	non	oui	oui	un
Echec avec horloge	oui	oui	non	semi	oui	multi
Echec sans horloge	oui	oui	non	oui	oui	multi
Poker	non	non	non	oui	oui	multi
Conduire un taxi	non	non	non	non	non	multi
Diagnostic médical	non	non	non	non	non	un
Robot aspirateur	non	non	oui	non	non	un

# Conception d'agents

Le type de l'environnement a un impact important sur la conception de l'agent.

- **Partiellement observable** : l'agent nécessite d'avoir une mémoire.
- **Stochastique** : l'agent peut à avoir à se préparer à des éventualités.
- **Multi-agent** : l'agent peut avoir besoin de se comporter de manière aléatoire.
- **Statique** : l'agent a le temps de prendre une décision rationnelle.
- **Temps continu** : l'agent doit avoir un fonctionnement continu.
- **Physique inconnue** : l'agent a besoin d'exploration.
- **Mesure de performance inconnue** : l'agent a besoin d'interagir et d'observer

## Les différents types d'agent

# Les agents reflexes

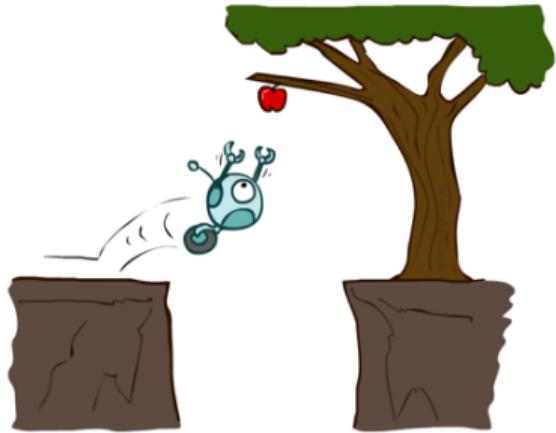


Figure: Source : CS188 Intro to AI - Berkeley

# Les agents reflexes

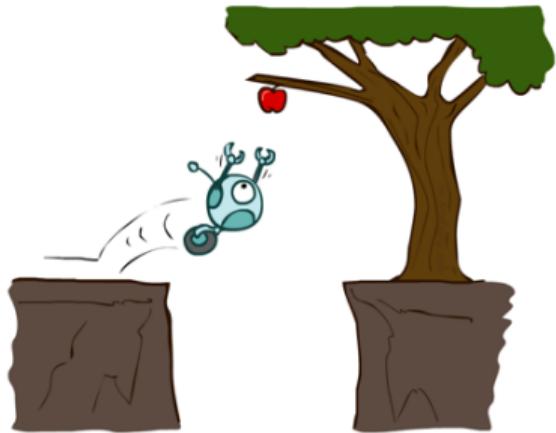


Figure: Source : CS188 Intro to AI - Berkeley

- Choix de l'action à faire (la décision) en se basant sur la perception courante.

# Les agents reflexes

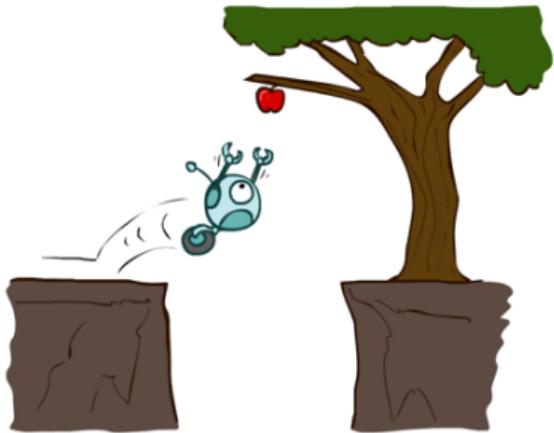


Figure: Source : CS188 Intro to AI - Berkeley

- Choix de l'action à faire (la décision) en se basant sur la perception courante.
- Considère **le monde comme il est** sans prendre en compte les conséquences de ses actions sur le monde.

# Les agents reflexes

Modèles par apprentissage

# Les agents reflexes

## Modèles par apprentissage

- Point de départ : un ensemble d'exemples décrivant partiellement le comportement attendu du système et un programme simple dont on ne connaît pas les paramètres.

# Les agents reflexes

## Modèles par apprentissage

- Point de départ : un ensemble d'exemples décrivant partiellement le comportement attendu du système et un programme simple dont on ne connaît pas les paramètres.
- L'algorithme d'apprentissage apprend les paramètres du programme à partir des exemples de manière à reproduire au mieux le comportement du système.

# Les agents reflexes

## Modèles par apprentissage

- Point de départ : un ensemble d'exemples décrivant partiellement le comportement attendu du système et un programme simple dont on ne connaît pas les paramètres.
- L'algorithme d'apprentissage apprend les paramètres du programme à partir des exemples de manière à reproduire au mieux le comportement du système.
- La complexité n'est pas dans le programme en lui-même.

# Les agents reflexes

## Modèles par apprentissage

- Point de départ : un ensemble d'exemples décrivant partiellement le comportement attendu du système et un programme simple dont on ne connaît pas les paramètres.
- L'algorithme d'apprentissage apprend les paramètres du programme à partir des exemples de manière à reproduire au mieux le comportement du système.
- La complexité n'est pas dans le programme en lui-même.
- Point important : généralisation.

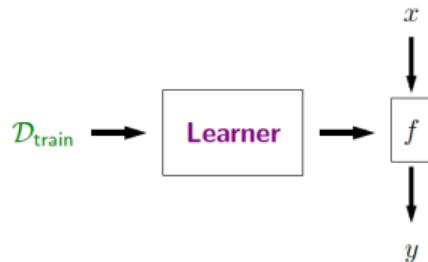
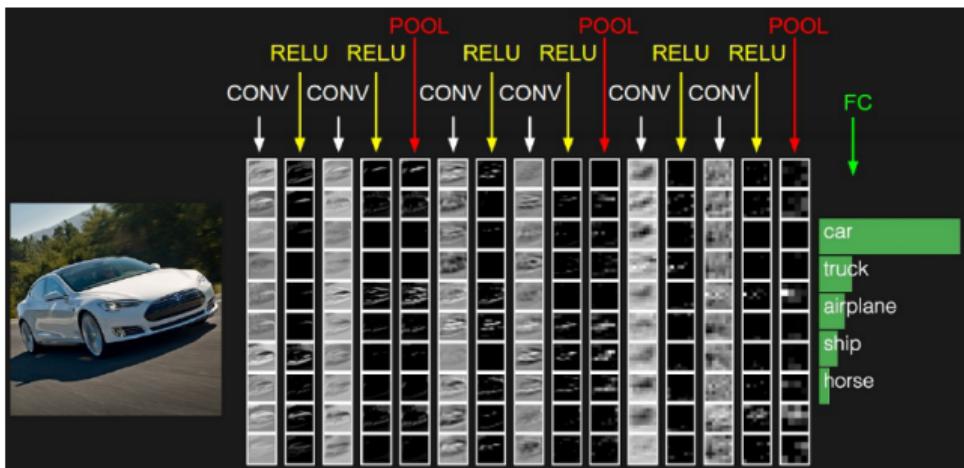


Figure: Source : cs221 course Stanford - Liang

# Les agents reflexes : exemple

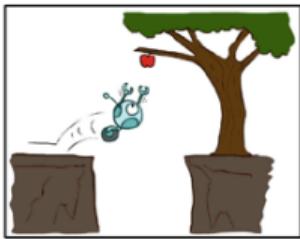


## Paradigme Modéliser-Inférer-Apprendre

- Modéliser = choix des caractéristiques et de l'architecture du réseau
- Inférer = Propagation d'une observation dans le réseau
- Apprentissage = apprentissage des paramètres - Descente de gradient - Backpropagation.

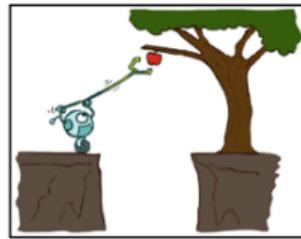
# Modèles à base d'états

Reflex agent



- Consider how the world IS

Planning agent

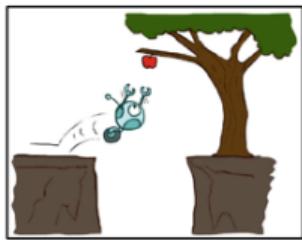


- Consider how the world WOULD BE

Agent basé sur des buts - Agent planificateur

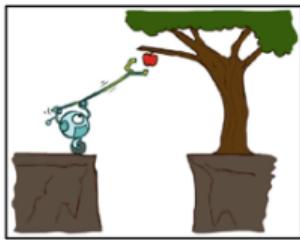
# Modèles à base d'états

Reflex agent



- Consider how the world IS

Planning agent



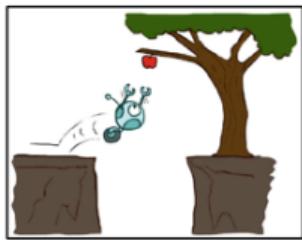
- Consider how the world WOULD BE

## Agent basé sur des buts - Agent planificateur

- Considère comment le monde pourrait être.

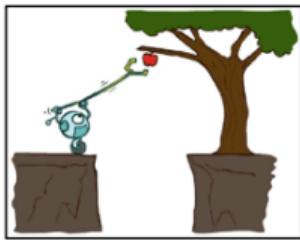
# Modèles à base d'états

Reflex agent



- Consider how the world IS

Planning agent



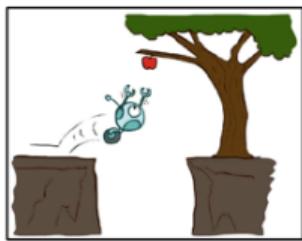
- Consider how the world WOULD BE

## Agent basé sur des buts - Agent planificateur

- Considère comment le monde pourrait être.
- Les décisions sont basées sur les conséquences hypothétiques des actions.

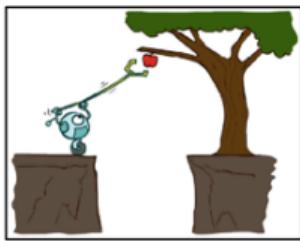
# Modèles à base d'états

Reflex agent



- Consider how the world IS

Planning agent



- Consider how the world WOULD BE

## Agent basé sur des buts - Agent planificateur

- Considère comment le monde pourrait être.
- Les décisions sont basées sur les conséquences hypothétiques des actions.
- Un modèle de comment le monde évolue en réponse aux actions est nécessaire = modèles à base d'états et de graphes d'états.

# Modèles à base d'états : les trois grands types

# Modèles à base d'états : les trois grands types

Problèmes de recherche

Tout est sous contrôle



# Modèles à base d'états : les trois grands types

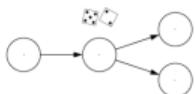
Problèmes de recherche

Tout est sous contrôle



Processus de Markov

Contre la nature, avec hasard



# Modèles à base d'états : les trois grands types

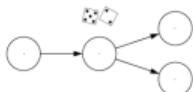
Problèmes de recherche

Tout est sous contrôle



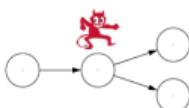
Processus de Markov

Contre la nature, avec hasard



Recherche adversariale

Contre un adversaire, avec opposition



# Modèles à base d'états

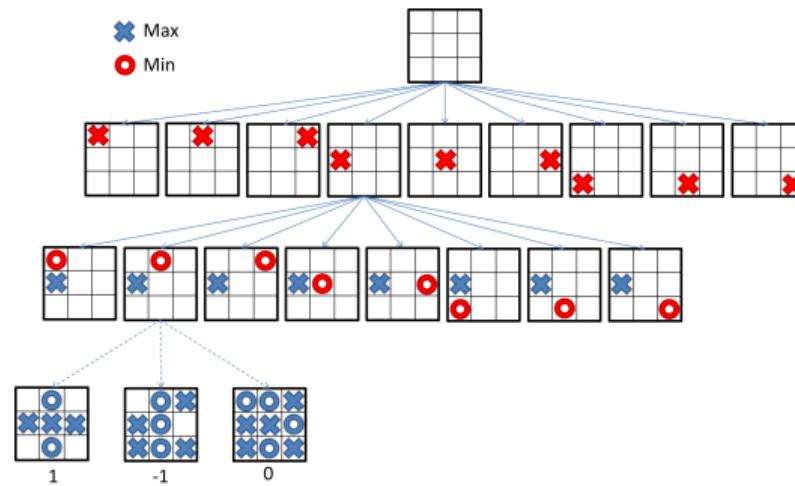


Figure: Source : cs221 course Stanford - Liang

## Paradigme Modéliser-Inférer-Apprendre

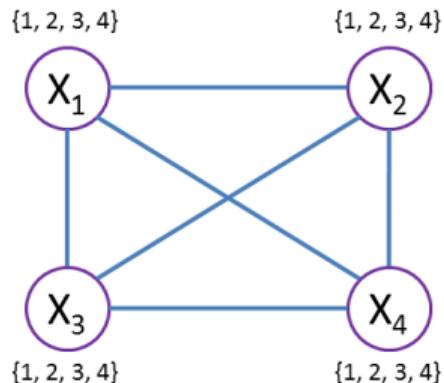
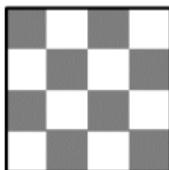
- Modéliser = modèles à base d'états. Notions d'actions, de coût. **Modélisation des interactions locales**
- Inférer = recherche de chemin optimal (de coût minimal), de stratégie optimale... **solutions optimales globales**
- Apprentissage = apprentissage des paramètres du modèles

# Modèles à base de variables

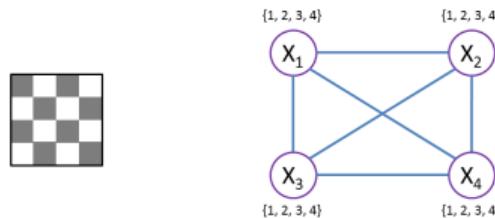
CSP, Réseaux bayésiens...

Idée principale : notion de variables

- Les solutions aux problèmes visés consistent à affecter des valeurs (les bonnes) à des variables. ([Modélisation](#))
- Comment affecter les valeurs = partie algorithmique.



# Modèles à base de variables



## Paradigme Modéliser-Inférer-Apprendre

- Modéliser = modèles à base de variables. Notions de variables, de facteurs **Modélisation des interactions locales**
- Inférer = recherche de la meilleure affectation, calcul de probabilités conditionnelles (diagnostic, planification)...  
**solutions optimales globales**
- Apprentissage = apprentissage des paramètres du modèles

Specify locally, optimize globally

# Modèles logiques

Modèles très expressifs.

- **Représentation explicite** de la connaissance sur le monde ou le domaine d'application.
- **Raisonnement** à partir de cette connaissance : déduction, abduction,....

# Histoire de l'IA

## Les pères fondateurs

# Histoire de l'IA : les pères fondateurs

Shannon (1916-2001)

- Connu pour la théorie de l'information
- Pionnier en IA : Ecrit la 1ère IA capable de jouer aux échecs :  
*Programming computer for playing chess*



# Histoire de l'IA : les pères fondateurs

Turing (1912-1954)

- Informaticien, Mathématicien, Physicien, Philosophe
- Machine de Turing



Il publie en 1950 le papier *Computing Machines and Intelligence* dans lequel il pose la question **Est-ce qu'une machine pense ?** Il répond en proposant le test de Turing.

# Histoire de l'IA : les pères fondateurs

Newell (1927-1992) et Simon (1917-2001)

- Auteurs de *Logic Theorist* dont sont issues les listes chaînées
- Programmation des jeux d'échecs
- Processus de décisions (Simon, prix Nobel d'économie en 1977)



# Histoire de l'IA : les pères fondateurs

MacCarthy (1927-2011)

- Inventeur du terme Intelligence Artificielle
- Inventeur de LISP
- Université de Stanford : <http://www-formal.stanford.edu/jmc/>

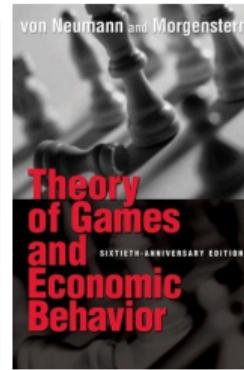
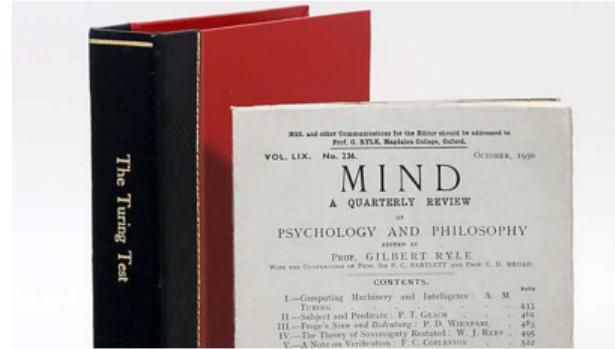
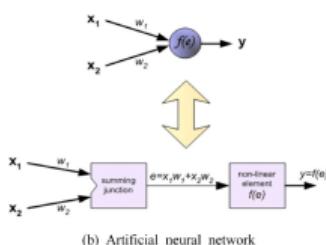
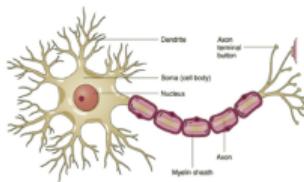


## Les différentes périodes

# Histoire de l'IA : la gestation

- 1936-1955 : la gestation de l'IA

- Neurones artificiels [McCulloch and Pitts, 1943] : premier modèle formel du neurone.
- Turing: *Computing Machinery and Intelligence* : les fonctions calculables sont définies par une machine.
- Von Neumann et Oskar Morgenstern : fondements de la théorie des jeux, stratégies lors de la prise de décision

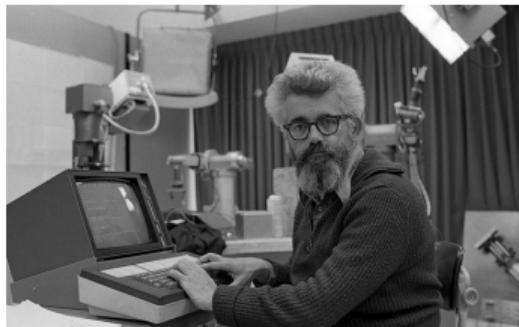


# Histoire de l'IA : la naissance

- 1956, la naissance : conférence de Dartmouth

Elle réunie 20 chercheurs en Informatique.

- Le terme “Intelligence artificielle” est proposé [McCarty]
- *Tout aspect de l'apprentissage et de n'importe quelle caractéristique de l'intelligence peut être si précisément décrit qu'en principe, une machine devrait pouvoir être fabriquée pour simuler l'intelligence.*



# Histoire de l'IA : les débuts (1956-1970)

## L'IA comme méthodes générales

- **1952-1969 : la période euphorique**

- méthodes générales de recherche : GPS (General Problem Solver) [Newell and Simon]
- LISP: langage de programmation de haut niveau [McCarty]
- Adalines [Widrow], Perceptron [Rosenblath]
- Programme qui joue aux dames (Samuel)
- Raisonnement symbolique (Logic Theorist) [McCulloch and Pitts] (démonstration de théorème)

# Histoire de l'IA : seconde période (1969-1979)

## Importance de la connaissance

- J.A. Robinson : systèmes de résolution automatique, PROLOG
- Systèmes à base de connaissances, règles d'inférences
- Représentation de la connaissance : représentations structurées, extensions de la logique
- L'IA se scinde en plusieurs branches : compréhension langage naturel, démonstration automatique, jeux, représentation de connaissances, perception, apprentissage, ...

# Histoire de l'IA :(1980-1990)

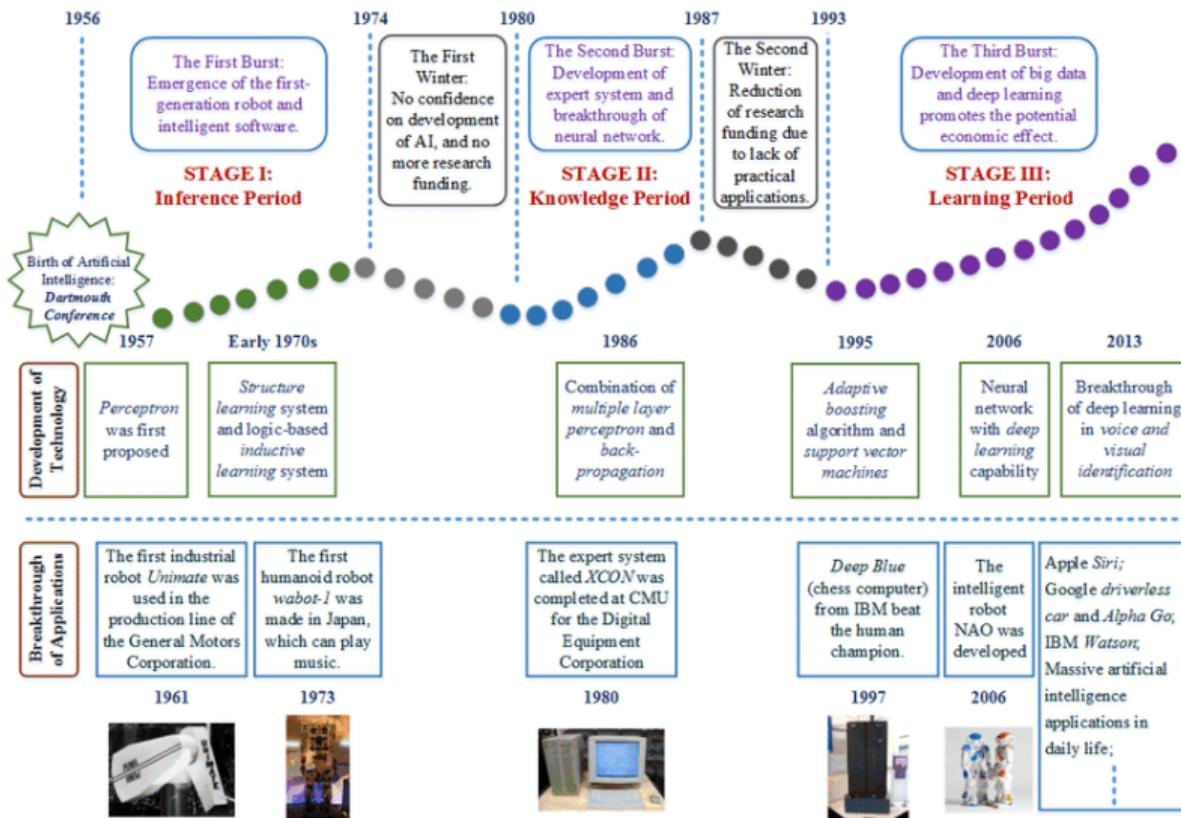
## Méthodes générales d'apprentissage

- Méthodes symboliques
  - Arbres de décisions
  - Espace des versions
- Renouveau du connexionnisme
  - Perceptron Multi-couches
  - IA distribuée

# Histoire de l'IA : depuis 1990

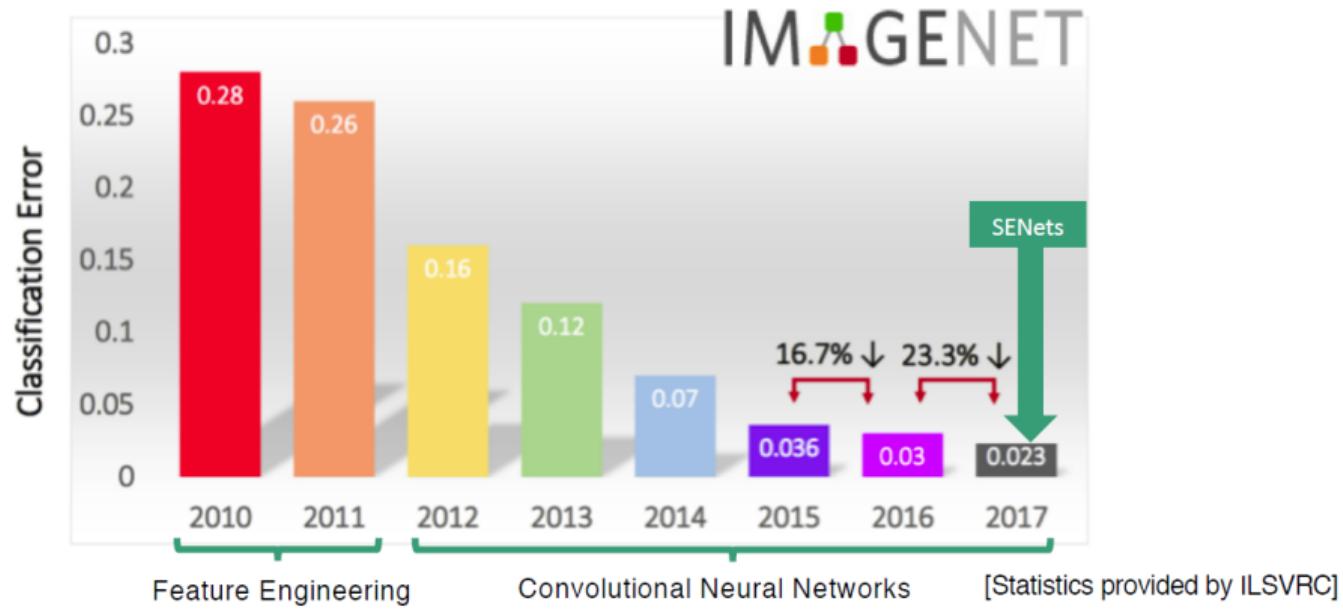
- Algorithmes et techniques de recherche efficaces pour la résolution de problèmes(voir notamment SAT et la résolution de contraintes).
- Deep blue bat Kasparov aux échecs en 1997
- Interfaces en langage naturel
- Systèmes experts temps réel
- Renaissance des réseaux de neurones, cartes auto-organisatrices (Kohonen)
- Méthodes numériques : Modèles de Markov cachés, raisonnement probabiliste et manipulation de données incertaines (réseaux bayésiens) : déclin de l'apport de la connaissance
- De nouveaux défis avec l'augmentation des données disponibles sous forme électronique (Web) : indexation/classification de documents, recherche d'information, extraction de connaissances dans les bases de données, recherche d'informations dans des peers, ontologies

# Les approches de l'IA : vue historique



# Pourquoi une révolution en 2012 ?

Challenge de reconnaissance visuelle (1000 classes)



Avènement du deep learning et de l'apprentissage de représentation.

# Depuis 2012

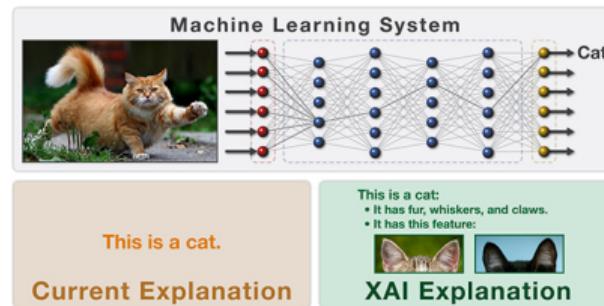
- 2012 : Deep learning, deep learning et encore deep learning...<sup>7</sup>

Le renouveau de l'approche connexionniste mais ...

- Courant de l' IA explicable, l'IA de confiance, l'IA bénéfique...

<http://home.earthlink.net/~dwaha/research/meetings/ijcai17-xai/>

<https://spectrum.ieee.org/cars-that-think/transportation/sensors/slight-street-sign-modifications-can-fool-machine-learning-algorithms>



## Un moment de rupture ?

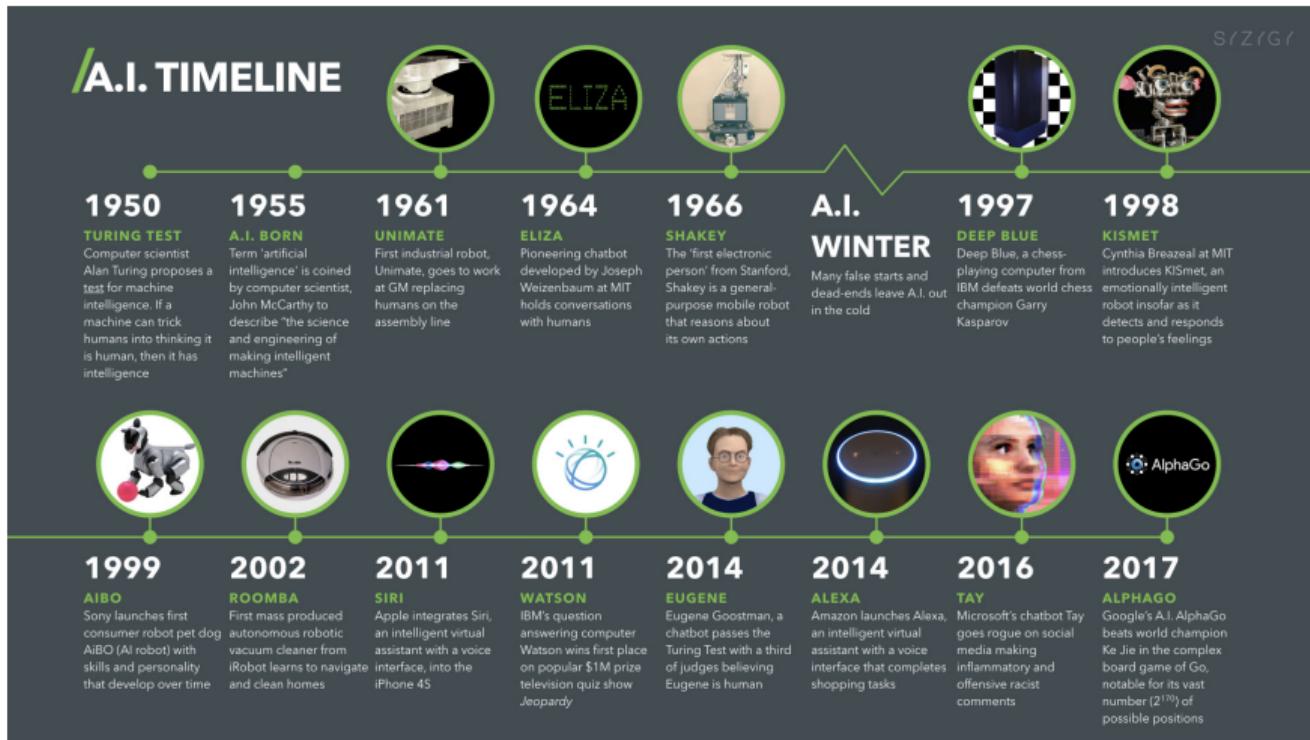
<sup>7</sup>Même les stars ! <https://arxiv.org/pdf/1701.04928v1.pdf>

# L'IA aujourd'hui : moment de rupture ?

Peut être mais :

- On pensait déjà cela dans les années 60.
- Puis, premier *AI Winter* dans les années 70.
- Renouveau de l'IA avec les systèmes experts puis à nouveau dans les années 80 : nouvel *AI Winter*.
- Et l'histoire se répète... il y a peu de temps, l'IA était considérée comme une science un peu *vieillote* et les réseaux de neurones n'intéressaient plus grand monde...

# Les célébrités



# Prédictions et réalité

## Un constat

Nous avons fait d'immenses progrès dans tous les domaines, mais nous restons toujours aussi loin de nos buts initiaux

Et des essais récents...



Jean-Louis Dessalles

Des intelligences  
**TRÈS**  
artificielles



# Prédictions et réalité

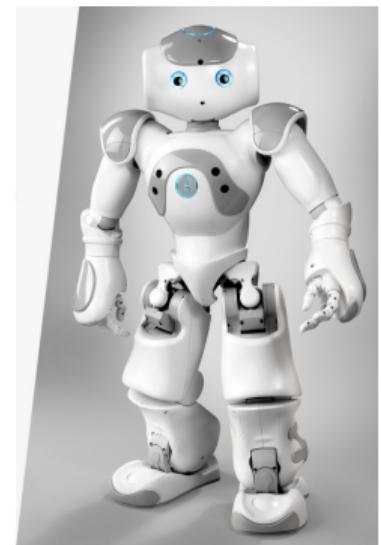
- A l'heure d'aujourd'hui il n'y a toujours pas de systèmes de vision capables de comprendre une scène complexe comme le fait l'être humain [ECVision]
- **Mais**, des systèmes intelligents en:
  - surveillance
  - biometrie
  - analyse d'images médicales
  - ...

# Prédictions et réalité

- En 1958, Simon prédisait que dans 10 ans un ordinateur serait champion d'échecs.
- Deep blue en 1998
- Champions de jeux d'échecs, de dames, d'Othello.
- Jusqu'à 2016, encore très mauvais au jeu de Go, mais depuis Mars 2016, niveau expert !

# Prédictions et réalité

- En 1970, on prédit des robots partout...
- Ce n'est pas le cas, les robots domestiques sont encore du domaine du futur.
- **Mais**, industries robotisées, exploration de Mars, opérations chirurgicales, humanoides..



## L'IA aujourd'hui: un rapide tour d'horizon

# Partout !

TECHNOLOGY

The New York Times

## A.I. Here, There, Everywhere

Many of us already live with artificial intelligence now, but researchers say interactions with the technology will become increasingly personalized.



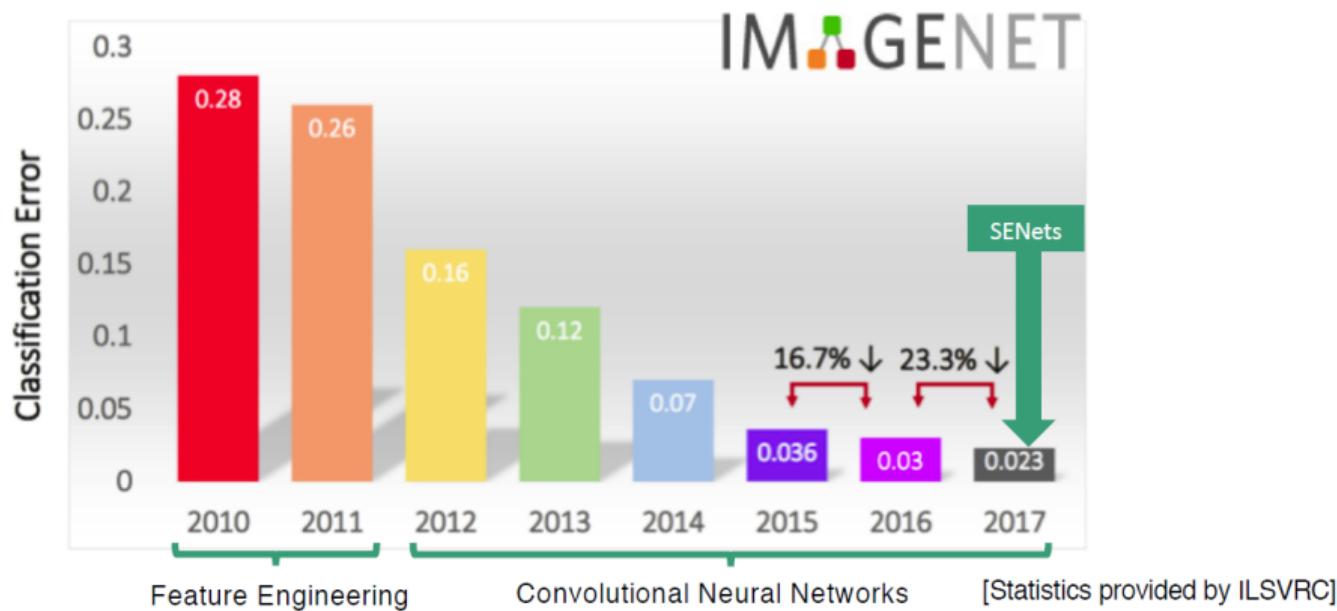
James Yann

Figure: Source : New York Times

# Partout !



# Très performante !



# Plus performante que les humains ?



## Dermatologist-level classification of skin cancer

An artificial intelligence trained to classify images of skin lesions as benign lesions or malignant skin cancers achieves the accuracy of board-certified dermatologists.

In this work, we pretrain a deep neural network at general object recognition, then fine-tune it on a dataset of ~130,000 skin lesion images comprised of over 2000 diseases.

[FULL NATURE ARTICLE >](#)

[OPEN-ACCESS PDF >](#)

# Un domaine à fort impact !

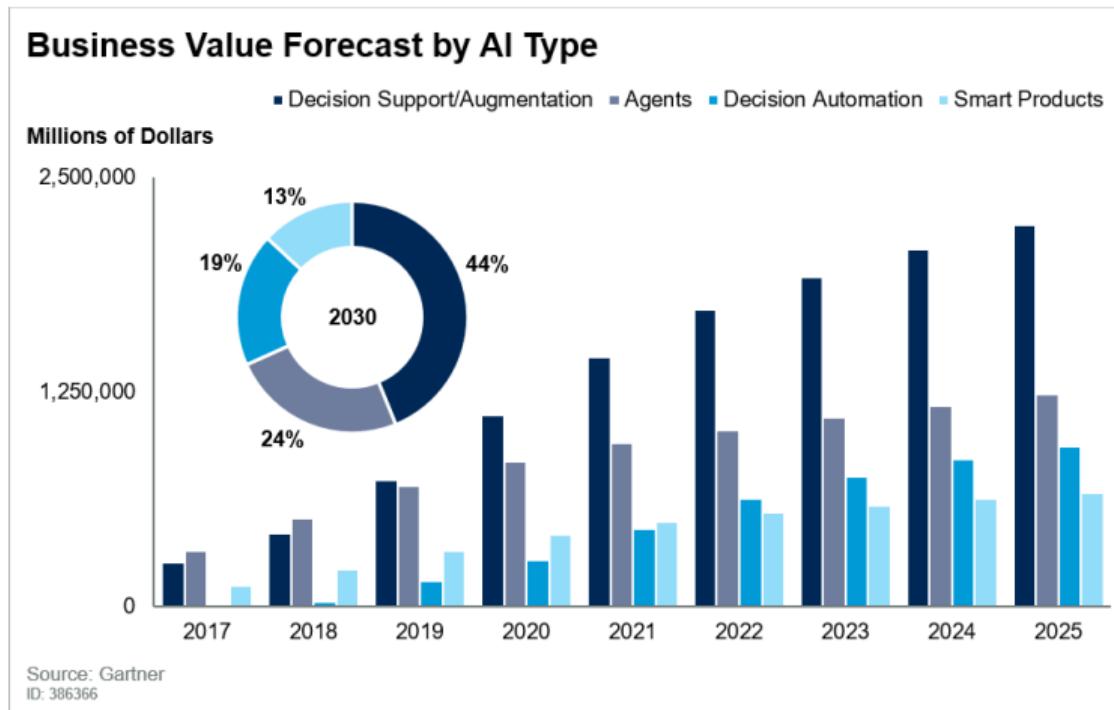
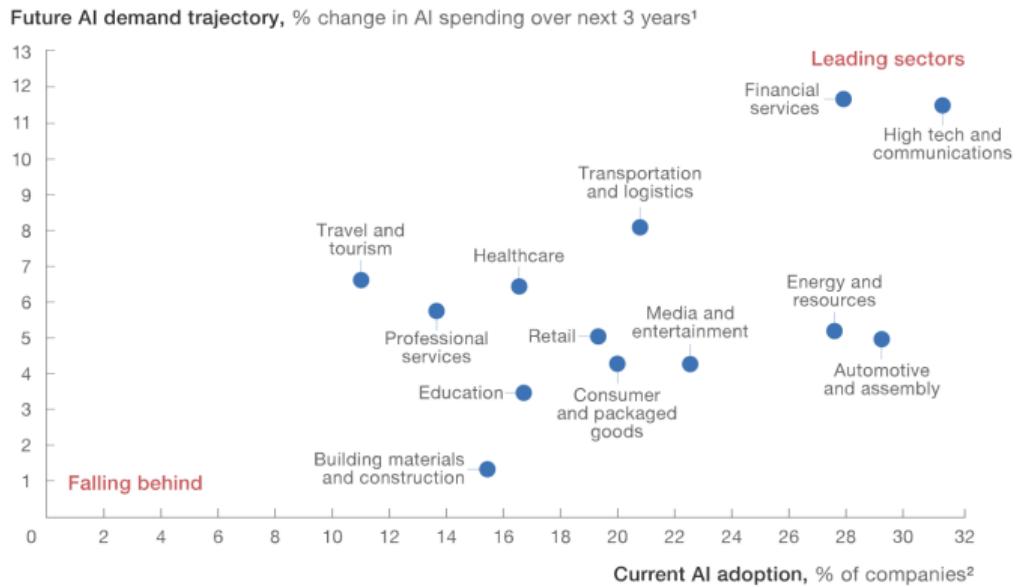


Figure: Source : Gartner

# Et ce dans tous les domaines !

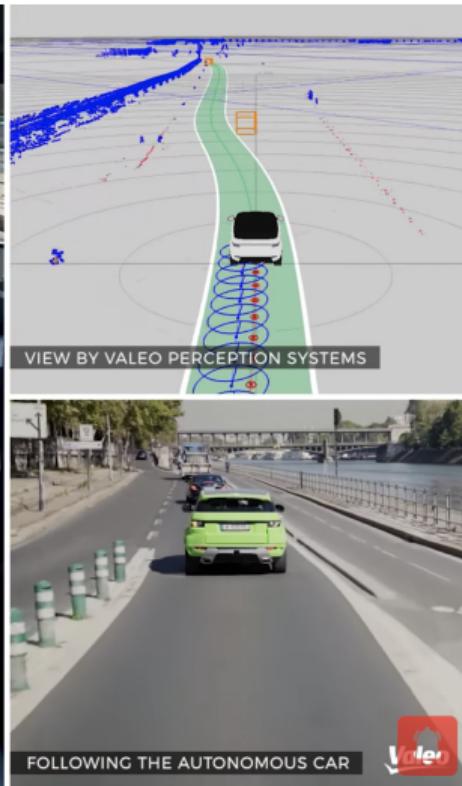
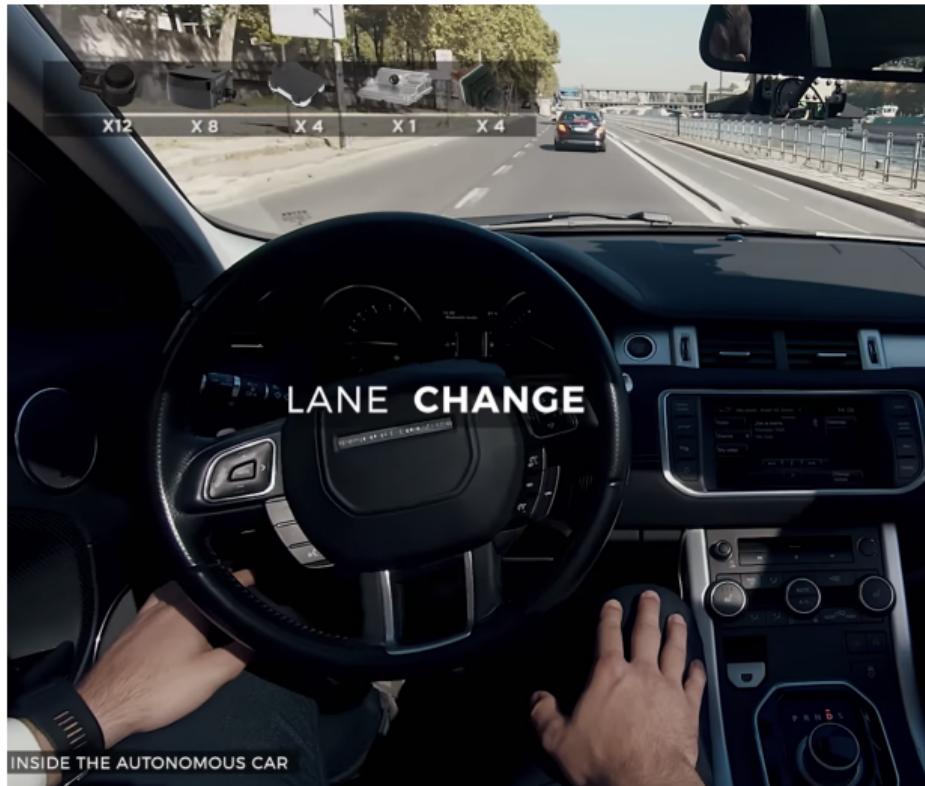


<sup>1</sup>Estimated average, weighted by company size; demand trajectory based on midpoint of range selected by survey respondent.

<sup>2</sup>Adopting 1 or more AI technologies at scale or in business core; weighted by company size.

Source: McKinsey Global Institute AI adoption and use survey; McKinsey Global Institute analysis

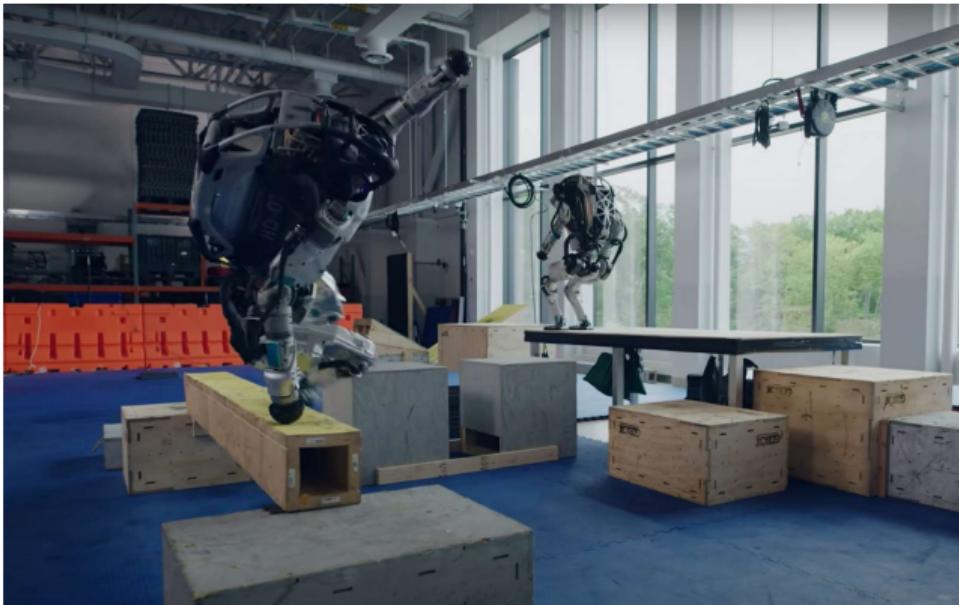
# Capable de conduire dans les rues de Paris



Voir : <https://www.youtube.com/watch?v=9mBL16JuvsM>

# Des robots qui pratiquent le parkour

Atlas, le robot de Boston Dynamics



<https://www.youtube.com/watch?v=tF4DML7FIWk>

# Capable de générer des données très réalistes!



Figure: Test it here : <https://thispersondoesnotexist.com/>

# Capable de générer du texte

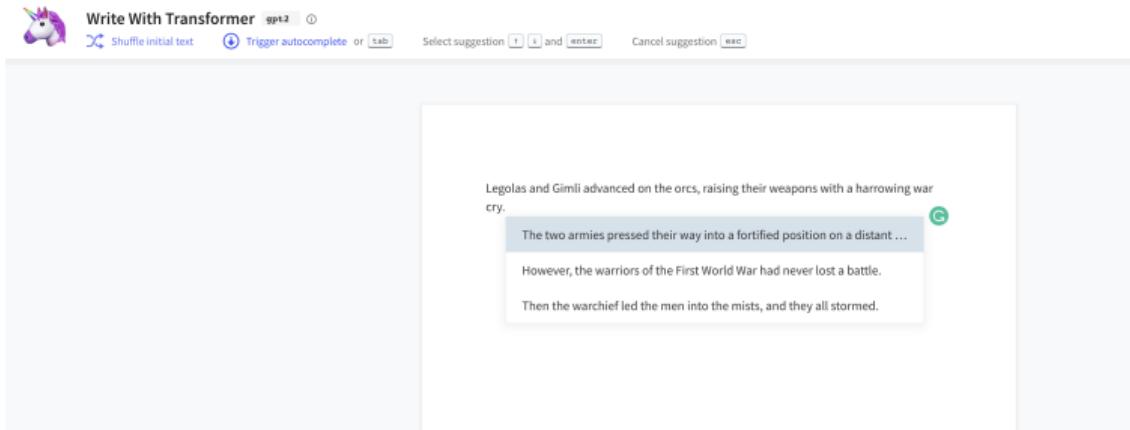
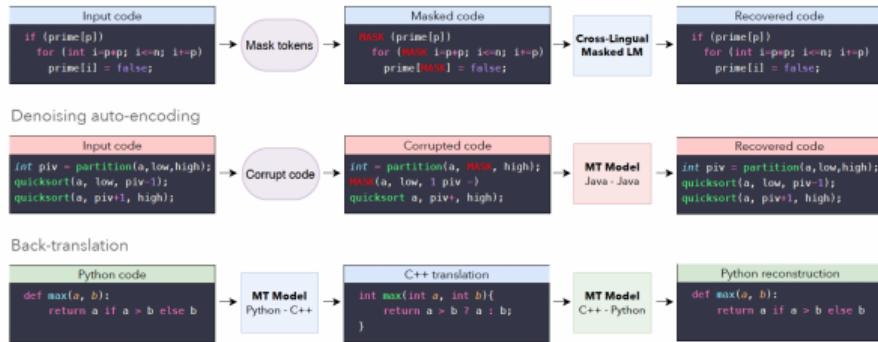


Figure: Test it here : <https://transformer.huggingface.co/>

# Capable de générer du code, des programmes informatiques



[cogram](#)

Integrations ▾ Pricing Documentation Community About Sign In Get started

**The AI assistant for data scientists & teams**  
Derive insights from your data faster.

Cogram uses artificial intelligence to give you code suggestions in your Jupyter Notebook.

[Get started](#) [Book a demo](#)

Python and Julia in Jupyter Notebook Plain language to SQL

```
# set up linear and random forest regressors
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.ensemble import RandomForestRegressor
lr = LinearRegression()
rf = RandomForestRegressor()
```

<https://arxiv.org/pdf/2006.03511.pdf> et <https://www.cogram.com/>

# Capable de créer de l'art !

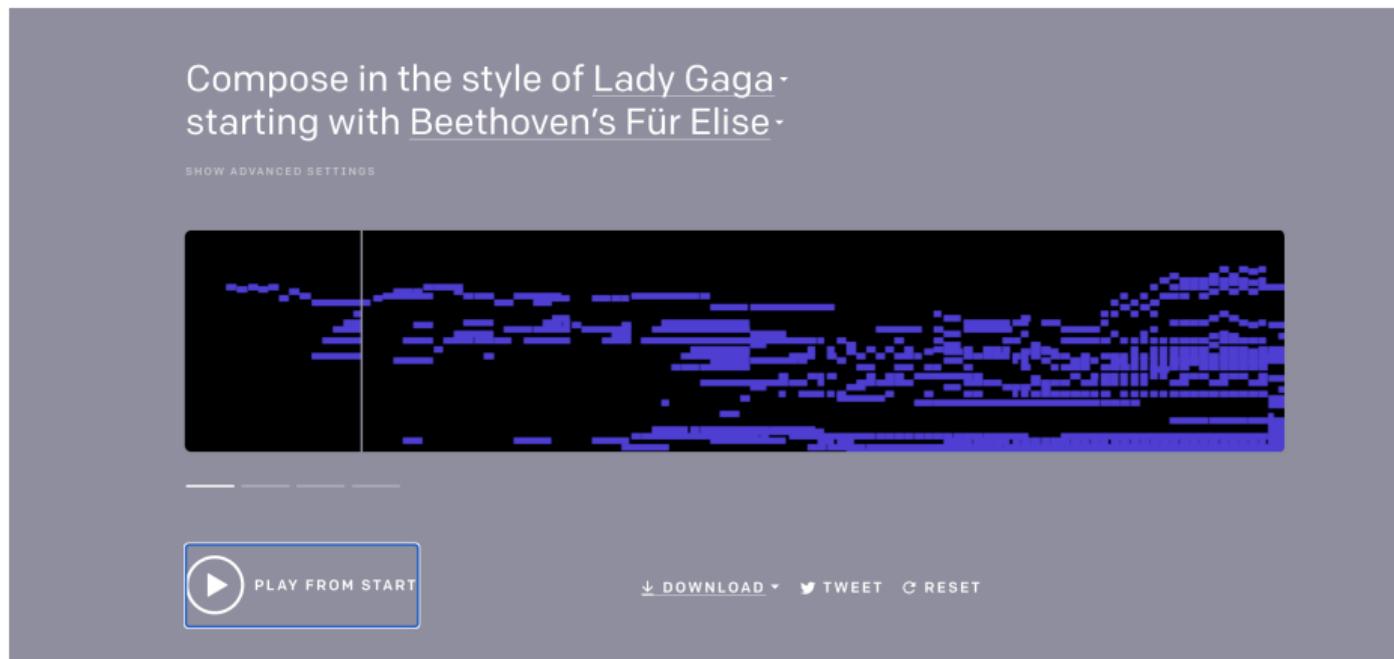


Figure: Test it here : <https://openai.com/blog/musenet/>

# Capable de créer de l'art !



Figure: The next Rembrandt: <https://www.nextrembrandt.com/>

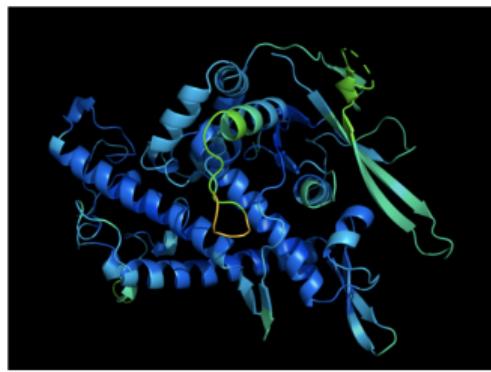
Ce qui pose des problèmes de propriété intellectuelle : qui est l'auteur ?  
(<https://cacm.acm.org/magazines/2020/7/245693-ai-authorship/fulltext>).

# Capable de prédire la structure des protéines à partir de leur séquence en acides aminés

## 'It will change everything': DeepMind's AI makes gigantic leap in solving protein structures

Google's deep-learning program for determining the 3D shapes of proteins stands to transform biology, say scientists.

Ewen Callaway



A protein's function is determined by its 3D shape. Credit: DeepMind

An artificial intelligence (AI) network developed by Google AI offshoot DeepMind has made a gargantuan leap in solving one of biology's grandest challenges – determining a protein's 3D shape from its amino-acid sequence.

# Capable de prédire la structure des protéines à partir de leur séquence en acides aminés

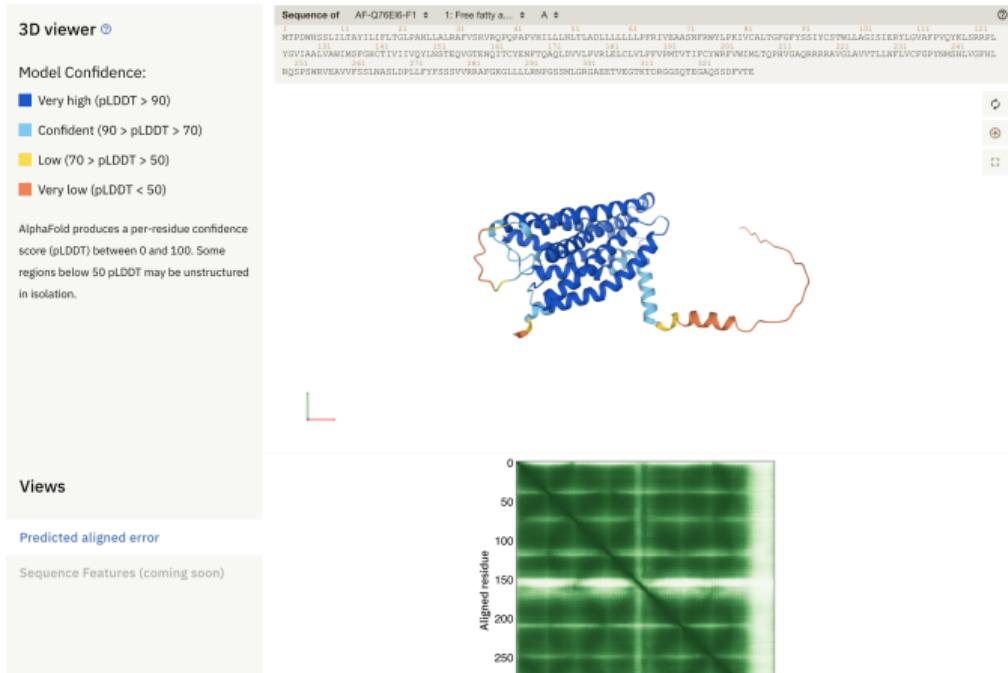


Figure: AlphaFold

# Capable de prédire la structure des protéines à partir de leur séquence en acides aminés

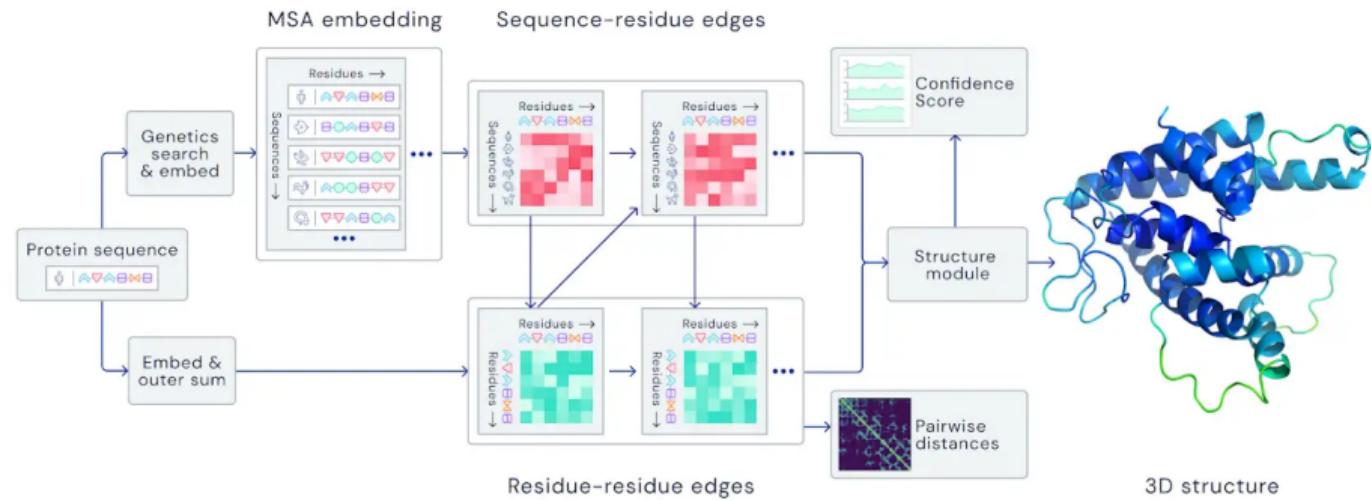


Figure: AlphaFold

# Capable de résoudre des équations aux dérivées partielles !

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

## AI has cracked a key mathematical puzzle for understanding our world

Partial differential equations can describe everything from planetary motion to plate tectonics, but they're notoriously hard to solve.

By Karen Hao October 30, 2020

# Capable de résoudre des équations aux dérivées partielles !

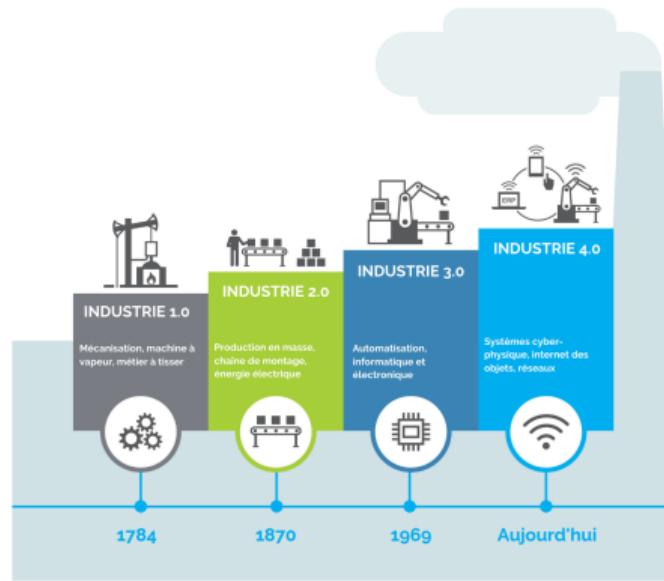
ARTIFICIAL INTELLIGENCE

## AI has cracked a key mathematical puzzle for understanding our world

Partial differential equations can describe everything from planetary motion to plate tectonics, but they're notoriously hard to solve.

By Karen Hao October 30, 2020

# Industrie 4.0



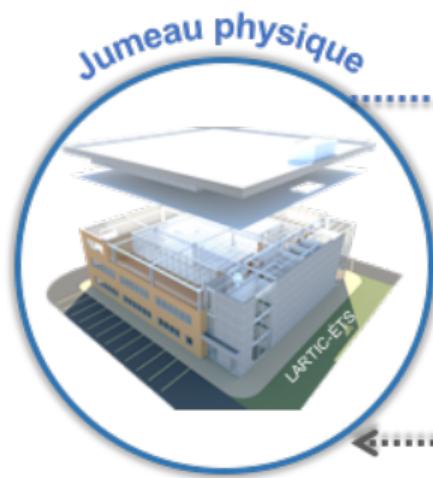
Industrie 4.0, la prochaine évolution de l'industrie alimentée par des outils et des systèmes d'intelligence artificielle (ai for business and tech, Microsoft)

# L'industrie a de nombreux besoins

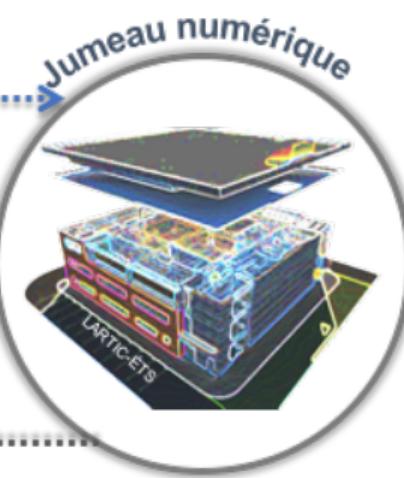
L'industrie génère de gros volumes de données et elle a de nombreux besoins :

- Maintenance intelligente pour améliorer l'entretien et la surveillance des équipements et limiter les défaillances et les arrêts de production.
- Aide à la conception, conception générative
- Adaptation au marché
- ...

# Jumeaux numériques et IA



Jumeau physique

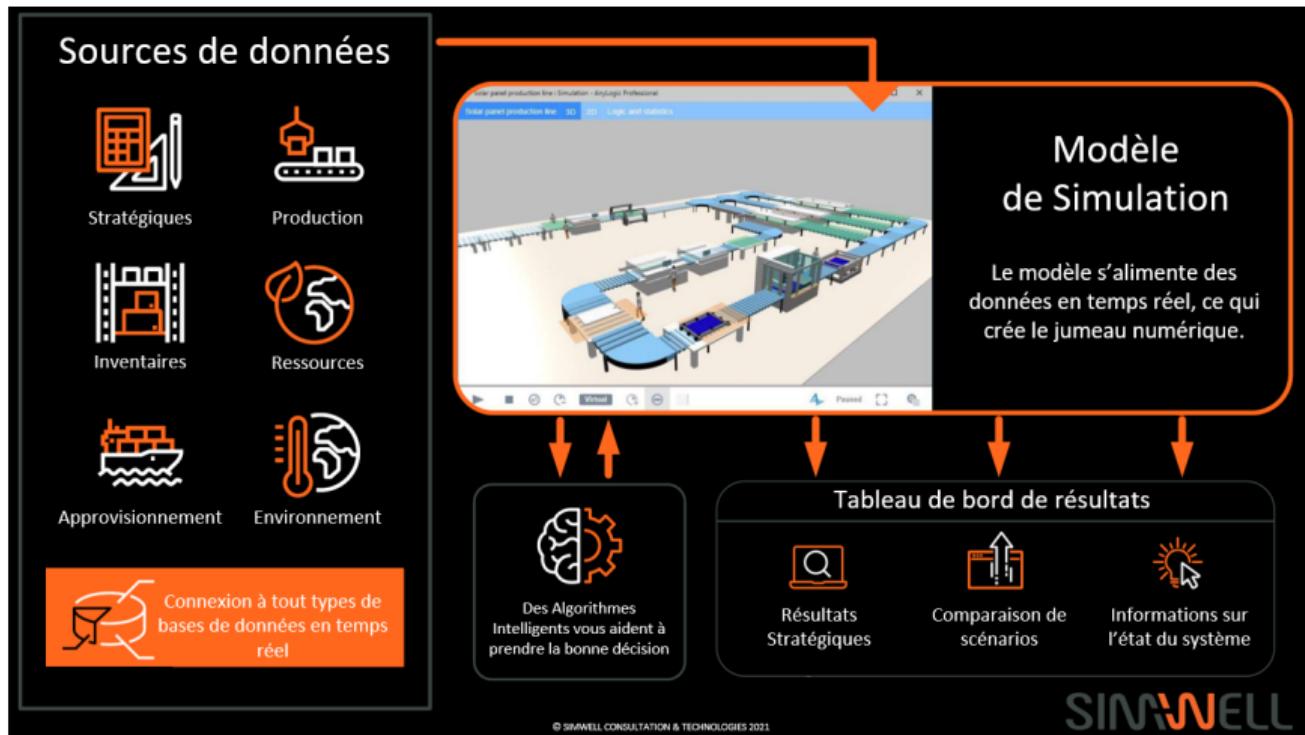


Jumeau numérique

- Internet des Objets
- Intelligence artificielle
- Apprentissage machine
- Analyse de données
- Simulation par ordinateur
- Systèmes cyber physiques

# Jumeaux numériques et IA

Pour la maintenance des systèmes



## Problèmes d'IA : caractérisation et ressources nécessaires

# Principales caractéristiques des problèmes d'IA

Que pouvons-nous dire des différents exemples donnés juste avant ?

- Souvent à fort impact sociétal (et économique).
- Varié.
- Complexe.

# Pourquoi c'est complexe ?

Complexité dans le sens informatique du terme

- La plupart des problèmes sont NP-complets<sup>a</sup>.

---

<sup>a</sup>Un problème NP-complet est un problème qui n'admet pas d'algorithme capables de trouver une solution en un temps polynomial

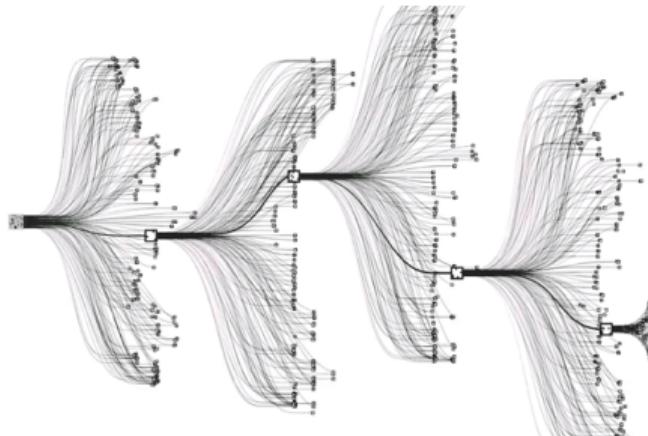
# Pourquoi c'est complexe ?

Complexité dans le sens informatique du terme

- La plupart des problèmes sont NP-complets<sup>a</sup>.

---

<sup>a</sup>Un problème NP-complet est un problème qui n'admet pas d'algorithme capables de trouver une solution en un temps polynomial



# Pourquoi c'est complexe ?

## Données - Information - Connaissances

Plus que des données, il est nécessaire d'avoir des connaissances (implicites ou explicites) pour pouvoir apprendre, raisonner, justifier une décision.

# Pourquoi c'est complexe ?

## Données - Information - Connaissances

Plus que des données, il est nécessaire d'avoir des connaissances (implicites ou explicites) pour pouvoir apprendre, raisonner, justifier une décision.



Que représente cette image ?

# IA : Les ressources nécessaires

Un déluge de données **annotées** (pour certaines tâches)



<sup>8</sup>Unbiased Look at Dataset Bias : <http://people.csail.mit.edu/torralba/research/bias/>

# IA : Les ressources nécessaires

Un déluge de données **annotées** (pour certaines tâches)

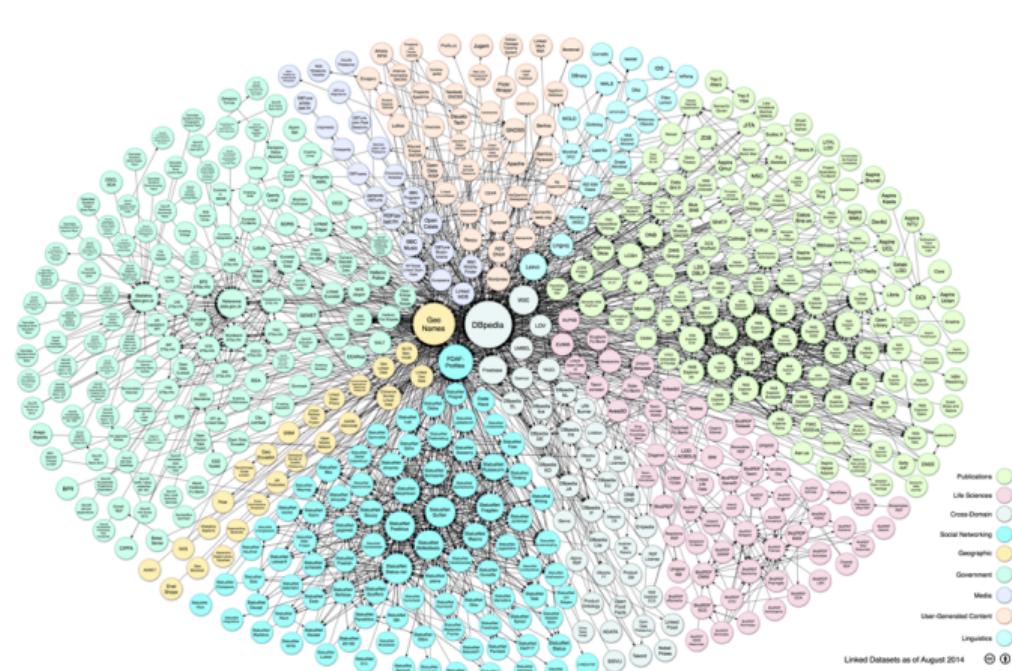


Mais, les données ne sont pas forcément annotées ou le sont mal, ont un biais (e.g IA d'Amazon pour le recrutement)<sup>8</sup>, Vers une IA économe en données annotées : apprentissage auto-supervisé : self-supervised learning.

<sup>8</sup>Unbiased Look at Dataset Bias : <http://people.csail.mit.edu/torralba/research/bias/>

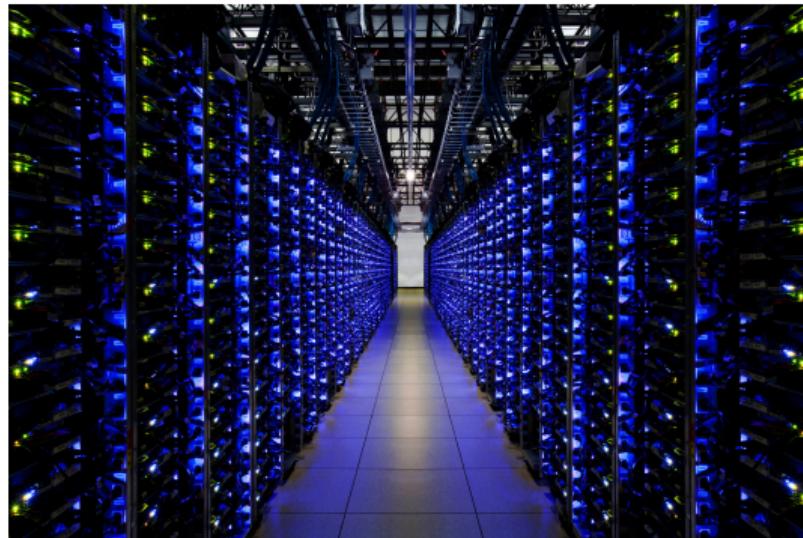
## IA : Les ressources nécessaires

Des connaissances formalisées : ontologies dans certains domaines, bases de triplets RDF (DB-Pedia, Yago, Knowledge Graph,...) et bien d'autres.



# IA : Les ressources nécessaires

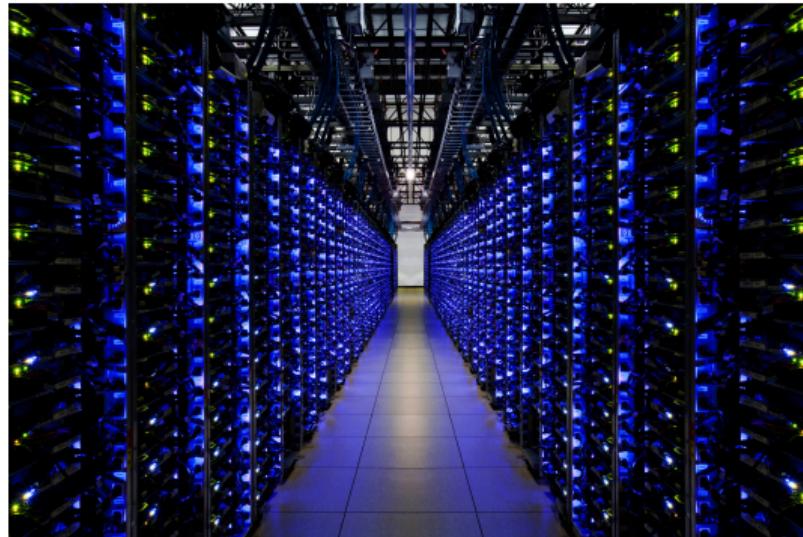
Des ressources de calcul et de stockage, des réseaux efficaces.



<sup>9</sup>[https://www.technologyreview.com/f/614056/ai-research-has-an-environment-climate-toll/?utm\\_campaign=site\\_visitor.unpaid.engagement&utm\\_source=twitter&utm\\_medium=tr\\_social](https://www.technologyreview.com/f/614056/ai-research-has-an-environment-climate-toll/?utm_campaign=site_visitor.unpaid.engagement&utm_source=twitter&utm_medium=tr_social)

# IA : Les ressources nécessaires

Des ressources de calcul et de stockage, des réseaux efficaces.



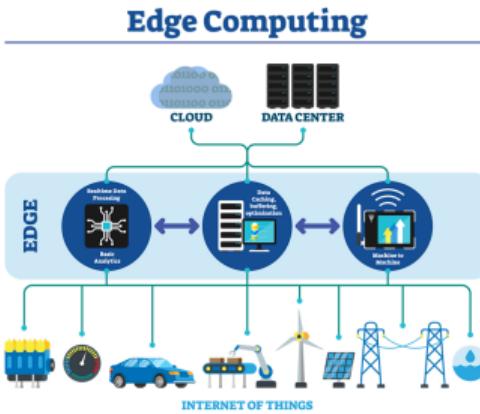
Initiative récente : IA respectueuse et efficace énergétiquement<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup>[https://www.technologyreview.com/f/614056/ai-research-has-an-environment-climate-toll/?utm\\_campaign=site\\_visitor.unpaid.engagement&utm\\_source=twitter&utm\\_medium=tr\\_social](https://www.technologyreview.com/f/614056/ai-research-has-an-environment-climate-toll/?utm_campaign=site_visitor.unpaid.engagement&utm_source=twitter&utm_medium=tr_social)

## IA : Les ressources nécessaires

Des technologies informatiques de plus en plus efficaces.

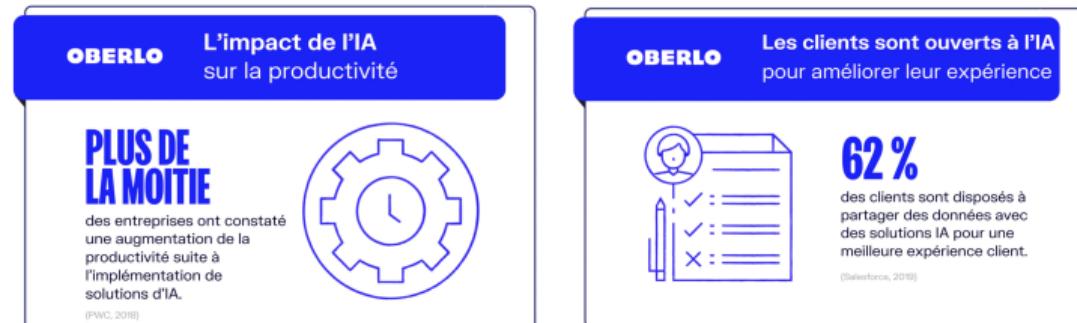


# Des chiffres clés sans appel

Source : Oberlo (<https://www.oberlo.fr/blog/intelligence-artificielle>)

# Des chiffres clés sans appel

Source : Oberlo (<https://www.oberlo.fr/blog/intelligence-artificielle>)



# Un domaine porteur de beaucoup d'espoirs et de promesses !

Figure 15: Social – Social benefits across sectors

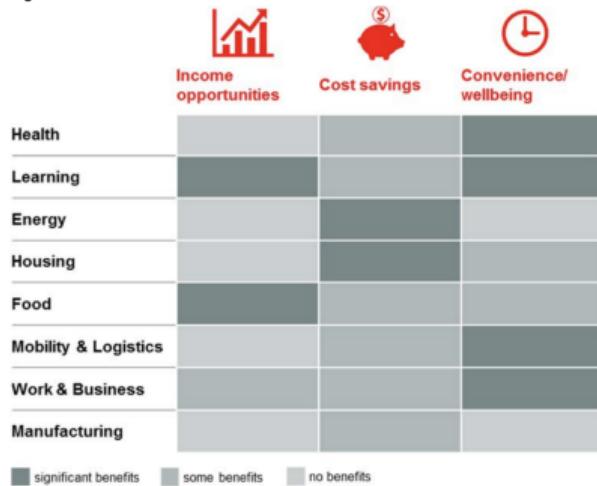


Figure: ICT not only AI. Source : <https://smarter2030.gesi.org/>.

See [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/652713/IPOL\\_STU\(2020\)652713\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/652713/IPOL_STU(2020)652713_EN.pdf)

Mais,

# IA et Industrie

## Des chiffres sans appel et pourtant ..

- Au niveau mondial, seuls 10 à 15% des entreprises ont réussi à industrialiser des solutions à base d'IA dans leur entreprise et 30 à 40% se limitent à des expérimentations (source EY Parthenon).
  - Difficultés dans l'obtention de données de qualité pour entraîner, maintenir les algorithmes et les déployer (à l'échelle)
  - Incertitude des dirigeants à pouvoir capturer le ROI
  - Cadre juridique incomplet ne répondant pas à la question de la responsabilité : problème de la confiance dans les systèmes d'IA

# Le chemin est encore loin pour une IA digne de confiance !



Gender Classifier	Darker Male	Darker Female	Lighter Male	Lighter Female	Largest Gap
Microsoft	94.0%	79.2%	100%	98.3%	20.8%
FACE++	99.3%	85.5%	99.2%	94.0%	33.8%
IBM	88.0%	65.3%	98.7%	92.9%	34.4%



GenderShades

Deep fakes could threaten democracy. What are they and what can be done?



A still from Bushwick's video, in which technology was used to fake footage of Barack Obama, accompanied by a transcription of the video by Jordan Peele.



Compas : forecast which criminals are most likely to reoffend

# Le chemin est encore loin pour une IA digne de confiance !

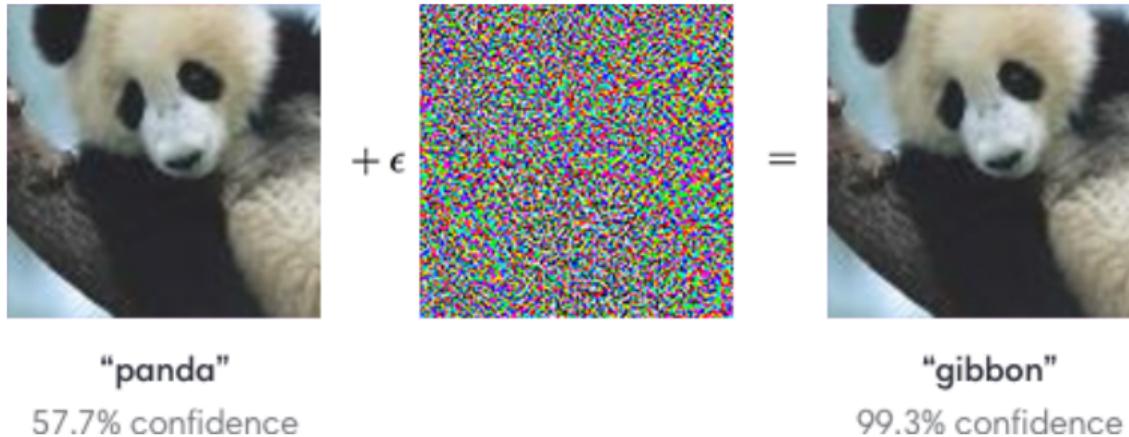


Figure: Goodfellow et al, Explaining and Harnessing adversarial examples. See <https://arxiv.org/pdf/1412.6572.pdf>

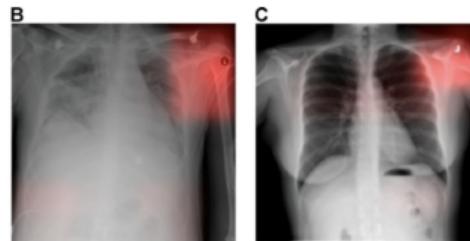
Les systèmes d'IA performants sont souvent des **modèles de boîte noire**, c'est-à-dire des modèles dont les éléments internes sont soit inconnus de l'observateur, soit connus mais ininterprétables par l'homme<sup>10</sup>. Et ils peuvent être trompés

<sup>10</sup>Guidotti et al - A Survey of Methods for Explaining Black Box Models  
<https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3236009>

# Le chemin est encore loin pour une IA digne de confiance !

*CNNs learn to predict pneumonia by detecting hospital which took the image*

- Study on detecting pneumonia using 158,323 chest radiographs
- CNNs robustly identified hospital system and department within a hospital
- CNN has learned to detect a metal token that radiology technicians place on the patient in the corner of the image



Variable generalization performance of a deep learning model to detect pneumonia in chest radiographs: A cross-sectional study.  
[Zech JR<sup>1</sup>, Badgeley MA<sup>2</sup>, Liu M<sup>2</sup>, Costa AB<sup>3</sup>, Titano JJ<sup>4</sup>, Oermann EK<sup>3</sup>. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30399157](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30399157)

# Le chemin est encore loin pour une IA digne de confiance !

**Les modèles "boîte noire" créent des risques commerciaux pour l'industrie et des risques éthiques pour la société.**



Figure: Source : <https://xaitutorial2019.github.io/>

# Manifestes pour des IAs dignes de confiance

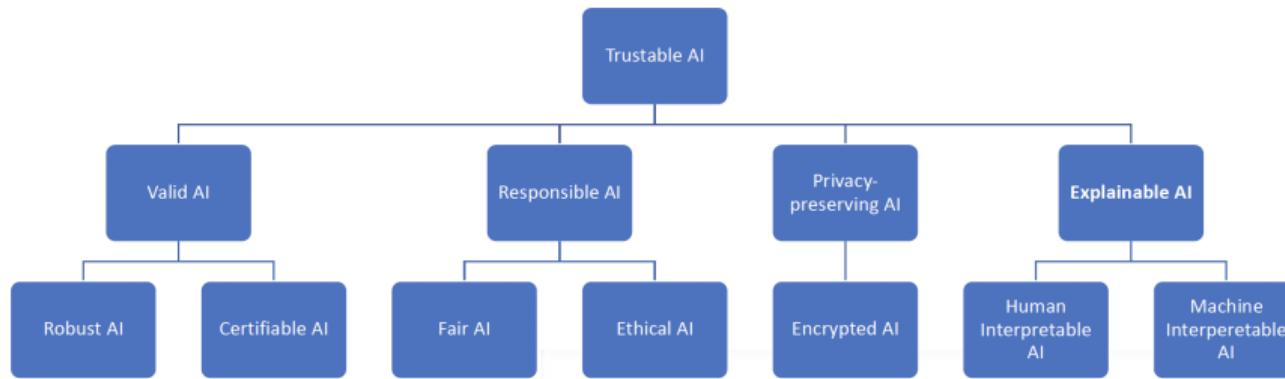


Figure: Source : <https://xaitutorial2019.github.io/>

# Quelques exemples de dilemmes éthiques de l'IA

## La voiture autonome et les décisions morales<sup>a</sup>

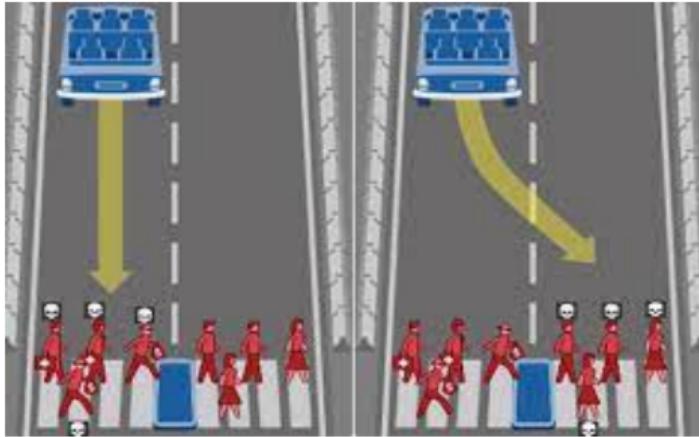
<sup>a</sup><https://www.youtube.com/watch?v=HzYG56HLxbI&feature=youtu.be>

Une voiture autonome est agent intelligent capable de percevoir son environnement et d'agir dessus en se déplaçant avec peu ou pas d'intervention humaine. Pour que le véhicule se déplace en toute sécurité et comprenne son environnement, une énorme quantité de données doit être capturée par une multitude capteurs différents dans la voiture à tout moment. Ces données sont ensuite traitées par le système de conduite autonome du véhicule.

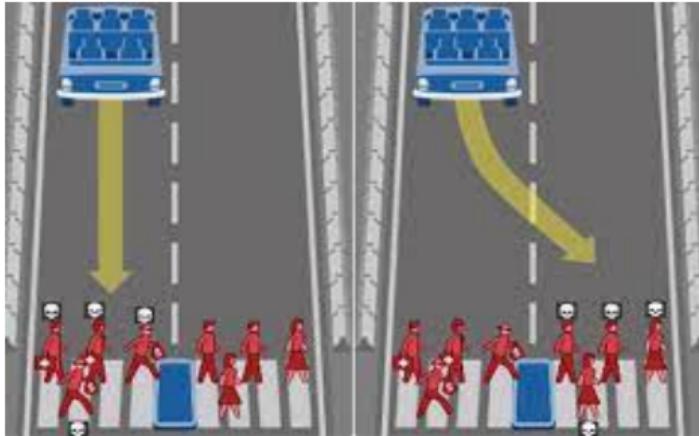


Figure: Source :Shutterstock.com/Senha

# Voiture autonome et décisions morales

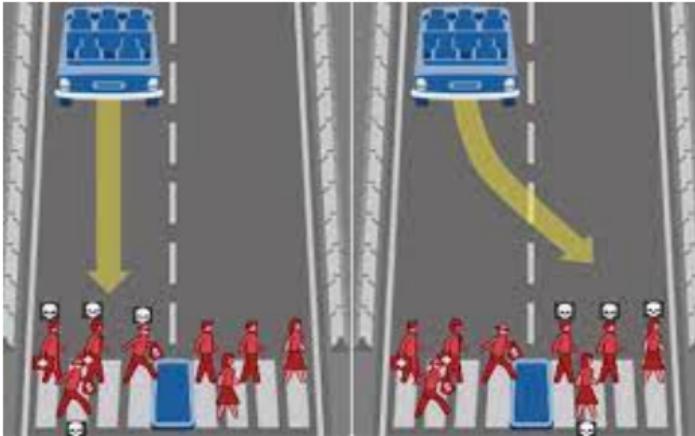


# Voiture autonome et décisions morales



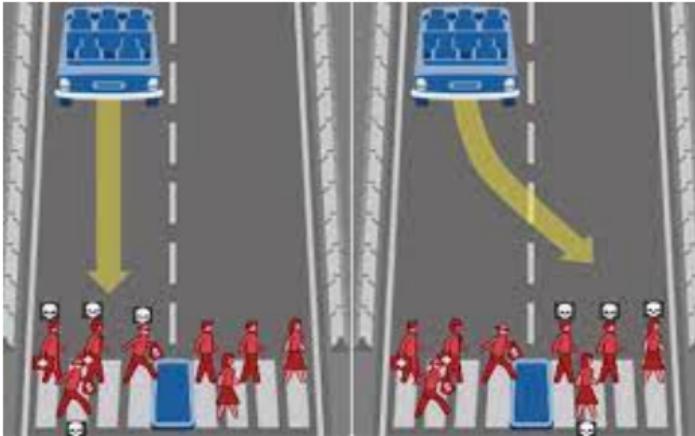
- D'un **dilemme éthique** : qu'est-ce qu'une voiture doit faire ou ne pas faire dans un scénario précis ?

# Voiture autonome et décisions morales



- D'un **dilemme éthique** : qu'est-ce qu'une voiture doit faire ou ne pas faire dans un scénario précis ?
- à une **dilemmne social**: comment faire pour que la société accepte et applique les compromis qui lui conviennent ?

# Voiture autonome et décisions morales



- D'un **dilemme éthique** : qu'est-ce qu'une voiture doit faire ou ne pas faire dans un scénario précis ?
- à une **dilemmne social**: comment faire pour que la société accepte et applique les compromis qui lui conviennent ?
- L'IA n'est pas qu'un problème technique ou de législation, il s'agit aussi d'un problème de **coopération de la société**.  
<https://www.moralmachine.net/>

# Quelles décisions morales les voitures sans conducteur devraient-elles prendre ?

Prenons 10 min pour regarder cette conférence TED de Iyad Rahwan



[https://www.ted.com/talks/iyad\\_rahwan\\_what\\_moral\\_decisions\\_should\\_driverless\\_cars\\_make/transcript](https://www.ted.com/talks/iyad_rahwan_what_moral_decisions_should_driverless_cars_make/transcript)

# Conclusions de l'introduction

- Quelques éléments pour comprendre ce qu'est l'intelligence artificielle au travers de :
  - Ce qu'elle sait faire pour nous.
  - Son histoire et ses évolutions.
- Une sensibilisation aux enjeux scientifiques, techniques et sociaux de l'intelligence artificielle.

L'intelligence artificielle c'est l'affaire de tous et avant tout des humains !