

# Intelligence Artificielle

## Introduction (courte)

---

LAURENT SIMON  
BORDEAUX-INP / LABRI

🐦 @lorensipro  
lsimon@labri.fr


MY CAR IS A FANTATIC  
AUTONOMOUS, SELF-DRIVING, VEHICLE  
|  
I JUST NEED TO TAG ALL  
THE TRAFFIC SIGNS ON ITS SCREEN



## Prédictions des meilleurs experts en I.A.

« Machines will be capable, within twenty years, of doing any work a man can do »

« In from 3 to 8 years we will have a machine with the general intelligence of an average human being »

 « We solved the venerable mind/body problem, explaining how a system composed of matter can have the properties of mind »

## Prédictions des meilleurs experts en I.A.

« Machines will be capable, within twenty years, of doing any work a man can do »

**H. Simon, 1965**

« In from 3 to 8 years we will have a machine with the general intelligence of an average human being »

**M. Minsky, 1970**

« We solved the venerable mind/body problem, explaining how a system composed of matter can have the properties of mind »

**H. Simon, 1965**

# "Photos" "Imaginées" par une machine

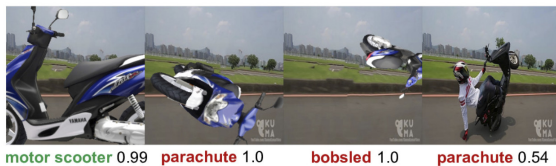
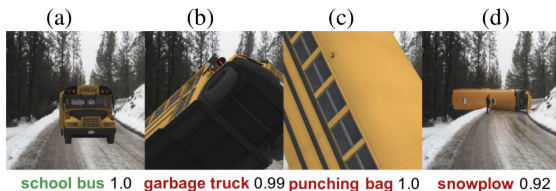


Figure 6: Additional samples generated by our model at  $512 \times 512$  resolution.

5/10/21



# Et pourtant...



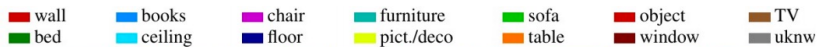
Conclusion

---

# Les succès



# Les succès

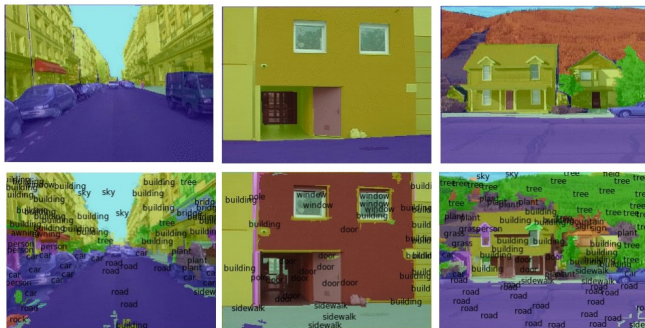


Ground truths



Our results

# Les succès



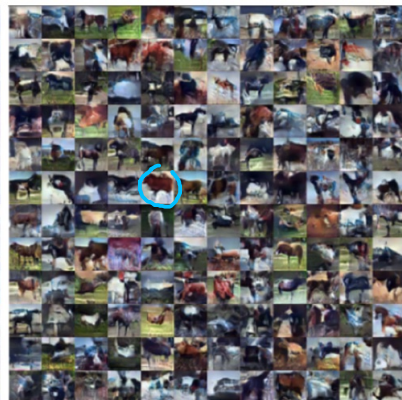
# Les succès



# Les succès

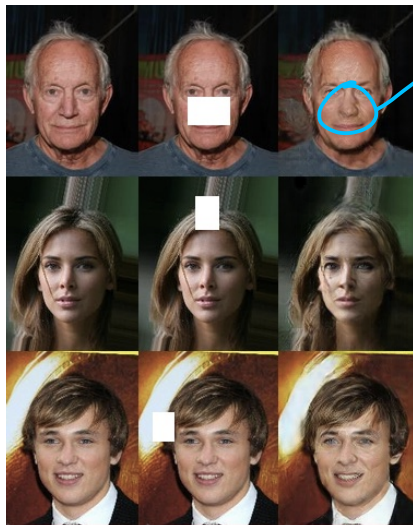


Generated images of ships



Generated images of horses

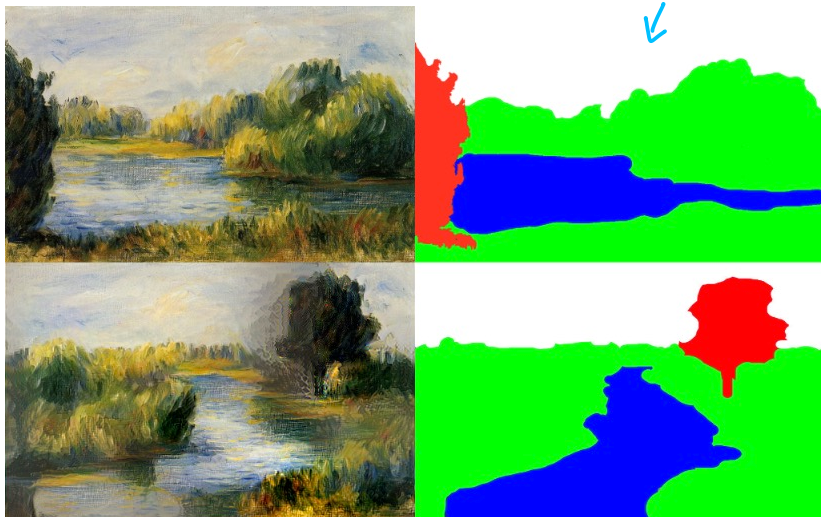
# Les succès



"inpainting"



# Les succès



# Les succès



Des limites

---

# Les limites



# Des résultats surhumains ?

Performances **sur humaines** dans un grand nombre de **tâches spécialisées**



Comment accéder au bon sens ?

Au final l'I.A. Générale reste aussi éloignée

# Algorithmes

Écrits par  
un humain



Apprentissage  
Statistique

(Illustration depuis F. Chollet)

# Une « intelligence » « incompréhensible »

L'apprentissage automatique n'apprend pas (du tout) comme nous

## **Notre anthropomorphisme nous trompe**

### **l'humain**

- Doit abstraire pour comprendre et manipuler la complexité du monde

### **la machine**

- Ne se fie qu'aux statistiques de tous les événements vus

# Attaques contre l'Apprentissage Statistique

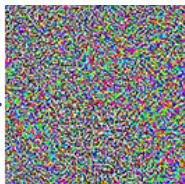
Perturber légèrement une image pour la changer beaucoup



"panda"

57.7% confidence

+  $\epsilon$



=



"gibbon"

99.3% confidence



# Attaques contre l'Apprentissage Statistique

Perturber légèrement une image pour la changer beaucoup

(a) Image



(b) Prediction



(c) Adversarial Example



(d) Prediction

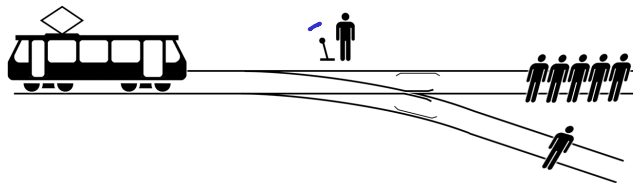


# Des limites fondamentales



## Limites intrinsèques à l'apprentissage

- Être résistant aux attaques
- Comment garantir la qualité des décisions ?
- Ne pas avoir de biais
- Prendre (vite) la “meilleur” décision ?  
(The Moral Machine du MIT)



Furure AI systems will blend

**pattern recognition**

(geometric intelligence)

with

**abstraction & reasoning**

(symbolic intelligence)

*F. Chollet, Juillet 2018*

# De quelle intelligence parle-t-on ?

**IA : une définition qui touche à toute l'informatique :**

- Des techniques et des problèmes

**Définition possible**  
Formalisation et Analyse de  
causalités d'évènements

**Beaucoup de fantasmes**

- Sur-estimation à court terme
- mais sous-estimation à long terme

**Apprentissage Statistique : de la magie ?**

- peut « prédire » tout (si vous avez des données)
- tout et n'importe quoi ?

# Intelligence Artificielle : Définition

Une première tentative

**Discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes « intelligents »**

- ➊ Définition qui semble satisfaisante...  
Avant de creuser un peu plus...

Qu'est-ce qu'un programme ?

Qu'est-ce qu'un programme intelligent ?

Au final, on n'est pas plus avancé...

# Intelligence Artificielle : Définition

Une première tentative

**Discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes « intelligents »**

- ▶ Définition qui semble satisfaisante...  
Avant de creuser un peu plus...

Qu'entend-on par programme ?

Qu'est-ce qu'un programme intelligent ?

Au final, on n'est pas plus avancé...

# Intelligence Artificielle : Définition

Une première tentative

**Discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes « intelligents »**

- ▶ Définition qui semble satisfaisante...  
**Avant de creuser un peu plus...**

- ❶ Qu'entend-on par programme ?
- ❷ Qu'est-ce qu'un programme intelligent ?

Au final, on n'est pas plus avancé...

# Intelligence Artificielle : Définition

Une première tentative

**Discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes « intelligents »**

- ▶ Définition qui semble satisfaisante...  
Avant de creuser un peu plus...

- ▶ Qu'entend-on par **programme** ?
- ▶ Qu'est-ce qu'un programme intelligent ?

Au final, on n'est pas plus avancé...



# Intelligence Artificielle : Définition

Une première tentative

**Discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes « intelligents »**

- › Définition qui semble satisfaisante...  
Avant de creuser un peu plus...
- › Qu'entend-on par programme ?
- › Qu'est-ce qu'un programme **intelligent** ?

Au final, on n'est pas plus avancé...

# Intelligence Artificielle : Définition

Une première tentative

**Discipline de l'informatique dont le but est de construire des programmes « intelligents »**

- › Définition qui semble satisfaisante...  
Avant de creuser un peu plus...

- › Qu'entend-on par programme ?
- › Qu'est-ce qu'un programme intelligent ?

**Au final, on n'est pas plus avancé...**

# Intelligence Artificielle : Définition

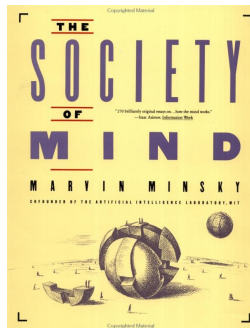
D'après un père fondateur

## Marvin Minsky :

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

⊗ Définition relative à ce que savent faire les hommes

Toujours pas de définition de ce qu'est  
« une certaine intelligence »



# Intelligence Artificielle : Définition

D'après un père fondateur

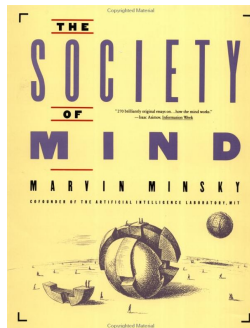
## Marvin Minsky :

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

- Définition relative à ce que savent faire les hommes

Toujours pas de définition de ce qu'est  
« une certaine intelligence »

Quels est la portée du « faire faire » (action  
physique ? ...)



# Intelligence Artificielle : Définition

D'après un père fondateur

## Marvin Minsky :

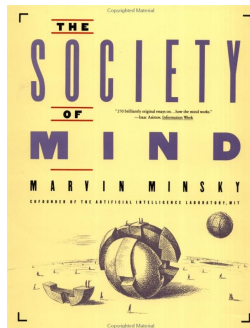
« Science qui consiste à faire faire aux machines ce que l'homme ferait moyennant une certaine intelligence »

➤ Définition relative à ce que savent faire les hommes

➤ Toujours pas de définition de ce qu'est  
« **une certaine intelligence** »

➤ Quelle est la portée du « faire faire » (action physique? ...)

➤ Comment savoir si on a atteint le but?  
(Science???)



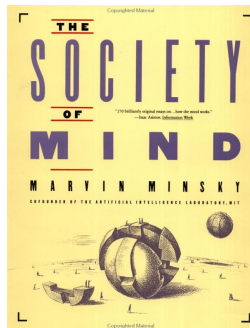
# Intelligence Artificielle : Définition

D'après un père fondateur

## Marvin Minsky :

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

- Définition relative à ce que savent faire les hommes
- Toujours pas de définition de ce qu'est « une certaine intelligence »
- Quelle est la portée du « **faire faire** » (action physique? ...)
- Comment savoir si on a atteint le but? (Science???)



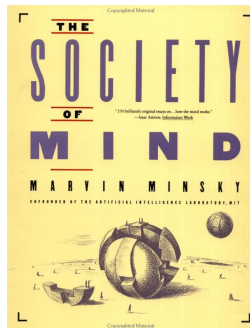
# Intelligence Artificielle : Définition

D'après un père fondateur

## Marvin Minsky :

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

- › Définition relative à ce que savent faire les hommes
- › Toujours pas de définition de ce qu'est « une certaine intelligence »
- › Quelle est la portée du « faire faire » (action physique? ...)
- › Comment savoir si on a atteint le but? (**Science**???)



# Intelligence Artificielle : Définition

Pragmatique et pratique

« **Tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu, ou de coût raisonnable, relève de l'I.A.** »

Définition plus pragmatique et pratique

S'attaque aux problèmes que l'on ne sait pas résoudre efficacement

« **Le problème est I.A.** »

« **Il n'existe pas d'algorithme connu de l'I.A.** »

« **Le coût est trop raisonnable** »

« **Le problème est I.A. et le coût est trop raisonnable** »



# Intelligence Artificielle : Définition

## Pragmatique et pratique

« Tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu, ou de coût raisonnable, relève de l'I.A. »

- Définition plus **pragmatique et pratique**
- S'attaque aux problèmes que l'on ne sait pas résoudre efficacement
- Reliée à la théorie de la complexité

# Intelligence Artificielle : Définition

## Pragmatique et pratique

« Tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu, ou de coût raisonnable, relève de l'I.A. »

- Définition plus pragmatique et pratique
- S'attaque aux problèmes que l'on ne sait pas résoudre efficacement
- Reliée à la théorie de la complexité

Perte de vue des fondamentaux de l'IA

Chaque jour des problèmes

Exemple : la recherche de la plus courte route

# Intelligence Artificielle : Définition

## Pragmatique et pratique

« Tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu, ou de coût raisonnable, relève de l'I.A. »

- › Définition plus pragmatique et pratique
- › S'attaque aux problèmes que l'on ne sait pas résoudre efficacement
- › Reliée à la **théorie de la complexité**

Parte de vue des fondamentaux de l'IA

Englobe trop de problèmes

Peu de problèmes résolus

# Intelligence Artificielle : Définition

## Pragmatique et pratique

« Tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu, ou de coût raisonnable, relève de l'I.A. »

- › Définition plus pragmatique et pratique
- › S'attaque aux problèmes que l'on ne sait pas résoudre efficacement
- › Reliée à la théorie de la complexité

- › Perte de vue des **fondamentaux de l'I.A.**
- › Englobe trop de problèmes
- › Comment savoir si on a atteint le but ?

# Intelligence Artificielle : Définition

## Pragmatique et pratique

« Tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu, ou de coût raisonnable, relève de l'I.A. »

- › Définition plus pragmatique et pratique
- › S'attaque aux problèmes que l'on ne sait pas résoudre efficacement
- › Reliée à la théorie de la complexité

- › Perte de vue des fondamentaux de l'I.A.
- › Englobe **trop de problèmes**
- › Comment savoir si on a atteint le but ?

# Intelligence Artificielle : Définition

## Pragmatique et pratique

« Tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu, ou de coût raisonnable, relève de l'I.A. »

- › Définition plus pragmatique et pratique
- › S'attaque aux problèmes que l'on ne sait pas résoudre efficacement
- › Reliée à la théorie de la complexité

- › Perte de vue des fondamentaux de l'I.A.
- › Englobe trop de problèmes
- › Comment savoir **si on a atteint le but** ?

# Intelligence Artificielle : Définition

## Intelligence du raisonnement

« L'I.A. doit permettre de proposer des **solutions logicielles** permettant aux programmes de **raisonner logiquement** »

### Définition basée sur des formalismes logiques

- ▶ **Démonstration automatique** de théorèmes
- Utilisation de règles précises d'inférence
- Qualités issues des mathématiques (preuves, explications, ...)

# Intelligence Artificielle : Définition

## Intelligence du raisonnement

« L'I.A. doit permettre de proposer des solutions logicielles permettant aux programmes de raisonner logiquement »

### Définition basée sur des formalismes logiques

- Démonstration automatique de théorèmes
- Utilisation de **règles précises** d'inférence
- Qualités issues des mathématiques (preuves, explications, ...)

Qui a dit que les hommes raisonnaient logiquement ?



# Intelligence Artificielle : Définition

## Intelligence du raisonnement

« L'I.A. doit permettre de proposer des solutions logicielles permettant aux programmes de raisonner logiquement »

### Définition basée sur des formalismes logiques

- › Démonstration automatique de théorèmes
- › Utilisation de règles précises d'inférence
- › Qualités issues des **mathématiques** (preuves, explications, ...)

Qui a dit que les hommes raisonnaient logiquement ?

Quelle logique utiliser ?

# Intelligence Artificielle : Définition

## Intelligence du raisonnement

« L'I.A. doit permettre de proposer des solutions logicielles permettant aux programmes de raisonner logiquement »

### Définition basée sur des formalismes logiques

- Démonstration automatique de théorèmes
- Utilisation de règles précises d'inférence
- Qualités issues des mathématiques (preuves, explications, ...)

- Qui a dit que les **hommes raisonnaient logiquement** ?
- Quelle logique utiliser ?
- Gros problème pratique de complexité pratique !
- Problème d'incomplétude (Problème d'arrêt des machines de Turing, Théorème de Gödel)

# Intelligence Artificielle : Définition

## Intelligence du raisonnement

« L'I.A. doit permettre de proposer des solutions logicielles permettant aux programmes de raisonner logiquement »

### Définition basée sur des formalismes logiques

- › Démonstration automatique de théorèmes
- › Utilisation de règles précises d'inférence
- › Qualités issues des mathématiques (preuves, explications, ...)

- › Qui a dit que les hommes raisonnaient logiquement ?
- › **Quelle logique** utiliser ?
- › Gros problème pratique de complexité pratique !
- › Problème d'incomplétude (Problème d'arrêt des machines de Turing, Théorème de Gödel)

# Intelligence Artificielle : Définition

## Intelligence du raisonnement

« L'I.A. doit permettre de proposer des solutions logicielles permettant aux programmes de raisonner logiquement »

### Définition basée sur des formalismes logiques

- › Démonstration automatique de théorèmes
- › Utilisation de règles précises d'inférence
- › Qualités issues des mathématiques (preuves, explications, ...)

- › Qui a dit que les hommes raisonnaient logiquement ?
- › Quelle logique utiliser ?
- › Gros problème pratique de **complexité pratique** !
- › Problème d'incomplétude (Problème d'arrêt des machines de Turing, Théorème de Gödel)

# Intelligence Artificielle : Définition

## Intelligence du raisonnement

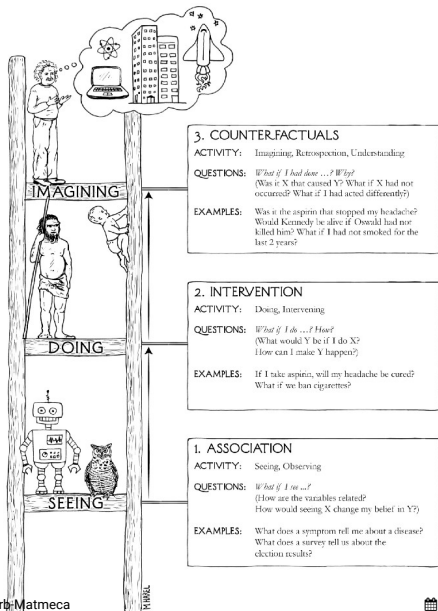
« L'I.A. doit permettre de proposer des solutions logicielles permettant aux programmes de raisonner logiquement »

### Définition basée sur des formalismes logiques

- › Démonstration automatique de théorèmes
- › Utilisation de règles précises d'inférence
- › Qualités issues des mathématiques (preuves, explications, ...)

- › Qui a dit que les hommes raisonnaient logiquement ?
- › Quelle logique utiliser ?
- › Gros problème pratique de complexité pratique !
- › Problème d'**incomplétude** (**Problème d'arrêt des machines de Turing, Théorème de Gödel**)

# Les 3 niveaux d'intelligence (J. Pearl)



## 3. Counterfactual

WHAT IF I HAD DONE...?  
WHY?

## 2. Intervention

WHAT IF I DO ...? HOW?

## 1. Association

WHAT IF I SEE ...?

# Tentative de définition

**IA : une définition qui touche à toute l'informatique :**

- › Des techniques et des problèmes

**L'Intelligence Artificielle n'est pas une technologie**

**Définition possible**  
Formalisation et Analyse de  
causalités d'évènements

**Beaucoup de fantasmes**

- › Sur-estimation à court terme
- › mais sous-estimation à long terme

**Apprentissage Statistique : de la magie ?**

- › peut « prédire » tout (si vous avez des données)
- › tout et n'importe quoi ?

*"This has happened to me multiple times, I would listen to a CEO on stage make an announcement about what their company is doing with AI, and then 19 minutes later I'd talk to one of their engineers, and they'd say, "No, we're not doing that, and we have no idea how to do it."*

**Andrew Ng, 2018**



# Dans ce cours

## **Vision algorithmique de l'I.A.**

**C'est en allant vite que la machine "pense".**

L'I.A. c'est essayer de résoudre (par tous les moyens) des problèmes réels par des algorithmes.

- ▶ **Dé-mystification de ses performances**
- ▶ **On va couvrir des grands domaines**

**I.A.  $\neq$  M.L.**





