

Intelligence artificielle

Introduction

Elise Bonzon

`elise.bonzon@u-paris.fr`

LIPADE - Université de Paris

<http://www.math-info.univ-paris5.fr/~bonzon/>

Qu'est ce que l'intelligence artificielle ?

- Terme créé par John Mc Carthy en 1956
- Marvin Lee Minsky :

“Construction de programmes informatiques qui s'adonnent à des tâches qui sont, pour l'instant, accomplies de façon plus satisfaisantes par des êtres humains car elles demandent des processus mentaux de haut niveau tels que l'apprentissage perceptuel, l'organisation de la mémoire et le raisonnement critique.”

Qu'est ce que l'intelligence artificielle ?

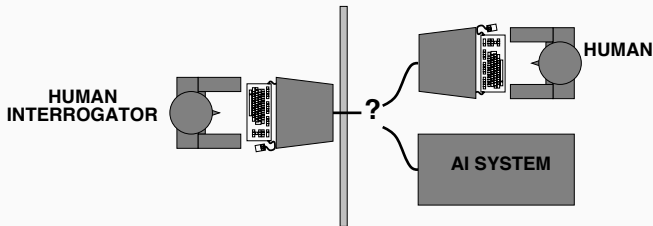
	Performances humaines	Performances idéales
Raisonnement	Systèmes qui pensent comme les êtres humains	Systèmes qui pensent rationnellement
Comportement	Systèmes qui agissent comme les êtres humains	Systèmes qui agissent rationnellement

Systèmes qui pensent comme les êtres humains

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

Systèmes qui agissent comme les êtres humains

- Le test de Turing
- Créé pour donner une définition opérationnelle satisfaisante de l'intelligence
- Un ordinateur passe ce test si un homme, après avoir posé des questions écrites, ne sait pas s'il s'adresse à un autre être humain ou à un ordinateur



Turing. *Computing machinery and intelligence*. 1950.

- Pour réussir ce test, l'ordinateur doit posséder des capacités dans les domaines suivants :
 - Traitement du langage naturel
 - Représentation des connaissances
 - Raisonnement automatique
 - Apprentissage automatique

Systèmes qui pensent rationnellement

- Aristote et le processus de raisonnement correct
 - Socrate est un homme ; tous les hommes sont mortels ; donc Socrate est mortel
- La logique formelle permet d'écrire des énoncés sur les objets dans le monde, et leurs inter-relations
- Problème :
 - Il est difficile de traduire les connaissances et les états du monde réel en des équations logiques

- **Comportement rationnel** : Effectuer l'action qui, selon les informations disponibles, devrait maximiser l'accomplissement d'un but
- **Agent rationnel** : entité qui **perçoit** et **agit** dans un **environnement** pour accomplir ses **buts** en fonction de ses **capacités** et de ses **croyances** (ou ses **connaissances**).

Domaines de l'IA

- Les domaines privilégiés de l'IA : là où il n'y a pas d'algorithme à la portée des machines
- Comme des problèmes où la **combinatoire** est trop importante
 - crypto-arithmétique, jeux, mots-croisés, planification, économie...
 - Par exemple : $SEND + MORE = MONEY$
 $\rightarrow 9 \times 8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 = 362880$ essais possibles
- Les problèmes qui nécessitent une **démarche heuristique**
 - Par exemple, les échecs
 - Les heuristiques relèvent de connaissances d'ordre pragmatique et traduisent un savoir-faire, une expérience plutôt qu'un calcul systématique
- Simuler le **raisonnement humain**
 - modéliser les connaissances et les modes de raisonnement d'un expert humain
 - les rendre accessibles à un non informaticien

- Jeux (Echecs, Quake, Wow, Stratcraft, ...)
- Planification
- Systèmes à base de connaissances
- Traduction automatique
- Diagnostic médical
- Navigation autonome (avions, drones, robots, voitures...)
- Fouille de données
- Identification vocale ou visuelle
- ...

L'IA en quelques dates (non exhaustives)

- Balbutiements :
 - 1943 (McCulloch-Pitts) : Premier modèle de réseaux de neurones
 - 1944 (von Neumann et Morgensteirn) : Théorie des jeux
- Naissance :
 - 1950 : Test de Turing
 - 1951 (Strachey) : Premier logiciel permettant de jouer aux dames
 - 1955 (Newell et Simon) : The Logic Theorist, premier programme capable de démontrer des théorèmes
 - 1956 : Conférence au Dartmouth College organisée par McCarthy
 - Naissance du terme "Intelligence Artificielle"
 - Postulat : toute activité intelligente est modélisable et reproductible par une machine
 - 1957 (Simon, Shaw, Newell) : The General Problem Solver. Solveur de problèmes universel. Mais explosion combinatoire.
 - 1958 (McCarthy) : LISP

L'IA en quelques dates (non exhaustives)

- Développement :
 - 1960 (Rosenblatt) : Perceptron, premier ordinateur à utiliser un réseau de neurones permettant à la machine d'apprendre en fonction de ses réussites et ses échecs
 - 1965 (Feigenbaum) : premier système expert
 - 1972 (Colmerauer) : Prolog
 - 1997 : Victoire de Deep Blue sur Kasparov
 - 2009 : Google car
 - 2011 : Watson gagne au Jeopardy
 - 2012 : Deep learning
 - 2016 : AlphaGo

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ?

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ?

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ?

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ?

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ?

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*
- Jouer au Go (niveau de compétition) ?

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*
- Jouer au Go (niveau de compétition) ? *Oui, AlphaGo, 2016*

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*
- Jouer au Go (niveau de compétition) ? *Oui, AlphaGo, 2016*
- Prouver des théorèmes mathématiques ?

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*
- Jouer au Go (niveau de compétition) ? *Oui, AlphaGo, 2016*
- Prouver des théorèmes mathématiques ? *Oui (pour certains)*

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*
- Jouer au Go (niveau de compétition) ? *Oui, AlphaGo, 2016*
- Prouver des théorèmes mathématiques ? *Oui (pour certains)*
- Ecrire une histoire drôle ?

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*
- Jouer au Go (niveau de compétition) ? *Oui, AlphaGo, 2016*
- Prouver des théorèmes mathématiques ? *Oui (pour certains)*
- Ecrire une histoire drôle ? *Non (ou pas intentionnellement)*

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*
- Jouer au Go (niveau de compétition) ? *Oui, AlphaGo, 2016*
- Prouver des théorèmes mathématiques ? *Oui (pour certains)*
- Ecrire une histoire drôle ? *Non (ou pas intentionnellement)*
- Donner un conseil légal ?

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*
- Jouer au Go (niveau de compétition) ? *Oui, AlphaGo, 2016*
- Prouver des théorèmes mathématiques ? *Oui (pour certains)*
- Ecrire une histoire drôle ? *Non (ou pas intentionnellement)*
- Donner un conseil légal ? *Oui, dans des domaines spécifiques*

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*
- Jouer au Go (niveau de compétition) ? *Oui, AlphaGo, 2016*
- Prouver des théorèmes mathématiques ? *Oui (pour certains)*
- Ecrire une histoire drôle ? *Non (ou pas intentionnellement)*
- Donner un conseil légal ? *Oui, dans des domaines spécifiques*
- Traduire de l'anglais parlé à du français parlé en temps réel ?

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*
- Jouer au Go (niveau de compétition) ? *Oui, AlphaGo, 2016*
- Prouver des théorèmes mathématiques ? *Oui (pour certains)*
- Ecrire une histoire drôle ? *Non (ou pas intentionnellement)*
- Donner un conseil légal ? *Oui, dans des domaines spécifiques*
- Traduire de l'anglais parlé à du français parlé en temps réel ? *Oui, à un niveau limité*

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*
- Jouer au Go (niveau de compétition) ? *Oui, AlphaGo, 2016*
- Prouver des théorèmes mathématiques ? *Oui (pour certains)*
- Ecrire une histoire drôle ? *Non (ou pas intentionnellement)*
- Donner un conseil légal ? *Oui, dans des domaines spécifiques*
- Traduire de l'anglais parlé à du français parlé en temps réel ? *Oui, à un niveau limité*
- Effectuer une opération chirurgicale complexe ?

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*
- Jouer au Go (niveau de compétition) ? *Oui, AlphaGo, 2016*
- Prouver des théorèmes mathématiques ? *Oui (pour certains)*
- Ecrire une histoire drôle ? *Non (ou pas intentionnellement)*
- Donner un conseil légal ? *Oui, dans des domaines spécifiques*
- Traduire de l'anglais parlé à du français parlé en temps réel ? *Oui, à un niveau limité*
- Effectuer une opération chirurgicale complexe ? *Oui, avec un médecin*

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*
- Jouer au Go (niveau de compétition) ? *Oui, AlphaGo, 2016*
- Prouver des théorèmes mathématiques ? *Oui (pour certains)*
- Ecrire une histoire drôle ? *Non (ou pas intentionnellement)*
- Donner un conseil légal ? *Oui, dans des domaines spécifiques*
- Traduire de l'anglais parlé à du français parlé en temps réel ? *Oui, à un niveau limité*
- Effectuer une opération chirurgicale complexe ? *Oui, avec un médecin*
- Parler avec une autre personne pendant une heure ?

Que peut-on faire aujourd'hui en utilisant une IA ?

- Jouer correctement au ping-pong ? *Oui, le robot d'Andersson (1988)*
- Conduire sur une route de montagne ? *Oui*
- Conduire dans le centre de Paris ? *Presque (tous les essais ne sont pas encore concluants)*
- Faire des courses sur le marché ? *Non*
- Faire des courses sur internet ? *Oui*
- Jouer au Go (niveau de compétition) ? *Oui, AlphaGo, 2016*
- Prouver des théorèmes mathématiques ? *Oui (pour certains)*
- Ecrire une histoire drôle ? *Non (ou pas intentionnellement)*
- Donner un conseil légal ? *Oui, dans des domaines spécifiques*
- Traduire de l'anglais parlé à du français parlé en temps réel ? *Oui, à un niveau limité*
- Effectuer une opération chirurgicale complexe ? *Oui, avec un médecin*
- Parler avec une autre personne pendant une heure ? *Non*

- Difficultés de modélisation :
 - les problèmes ne sont pas toujours parfaitement définis
 - certaines notions sont difficiles à exprimer : possibilité, probabilité, préférence, ...
- Difficultés de résolution :
 - difficultés de conception des algorithmes
 - espaces de recherche très vastes problèmes de temps de réponse
- Problématiques éthiques

- S. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence : A Modern Approach*, Prentice Hall, 2002.
- J-G Ganascia, *L'Intelligence Artificielle*, Flammarion, 1993.
- J. Alliot et T. Schiex, *Intelligence Artificielle et Informatique Théorique*, Cepadues Editions, 1993.
- N. Nilsson, *Artificial Intelligence ; A New Synthesis*, Morgan Kaufmann, 1998.

- S. Russell and P. Norvig, *Artificial Intelligence : A Modern Approach*, Prentice Hall, 2002.
- J-G Ganascia, *L'Intelligence Artificielle*, Flammarion, 1993.
- J. Alliot et T. Schiex, *Intelligence Artificielle et Informatique Théorique*, Cepadues Editions, 1993.
- N. Nilsson, *Artificial Intelligence ; A New Synthesis*, Morgan Kaufmann, 1998.

Pour le moment en distanciel, on espère pouvoir revenir en présentiel au plus tôt...

- Cours : lundi 9h30-11h
- TD G1 : lundi 15h15-18h15 (JG. Mailly)
- TD G2 : jeudi 9h45-12h45 (E. Bonzon)
- TD G3 : jeudi 13h-16h (JG. Mailly)

Les liens Zoom des cours et des TDs seront donnés sur la page Moodle du cours.

- Un **projet** P :
 - Par binome
 - Concevoir un jeu à deux joueurs et connaissance parfaite, avec possibilité de jouer contre une *intelligence artificielle* et plusieurs niveaux de difficulté
 - Exemples de jeux : Puissance 4, jeu de Nim, jeu de Dames...
- Une **épreuve écrite** E de 1h30
- Note session 1 = $\max(E, (E + P)/2)$

1. Agents intelligents
2. Algorithmes de recherche en IA
3. Algorithmes et recherches heuristiques
4. Programmation des jeux de reflexion
5. Satisfaction de Contraintes
6. Agents logiques
7. Logique du premier ordre
8. Inférence en logique du premier ordre
9. Introduction à la planification