



# Éléments de réflexions sur

## *qu'est-ce que l'Intelligence Artificielle*

Philippe Beaune, Gauthier Picard, Laurent Vercouter

{ Prenom.Nom } @emse.fr

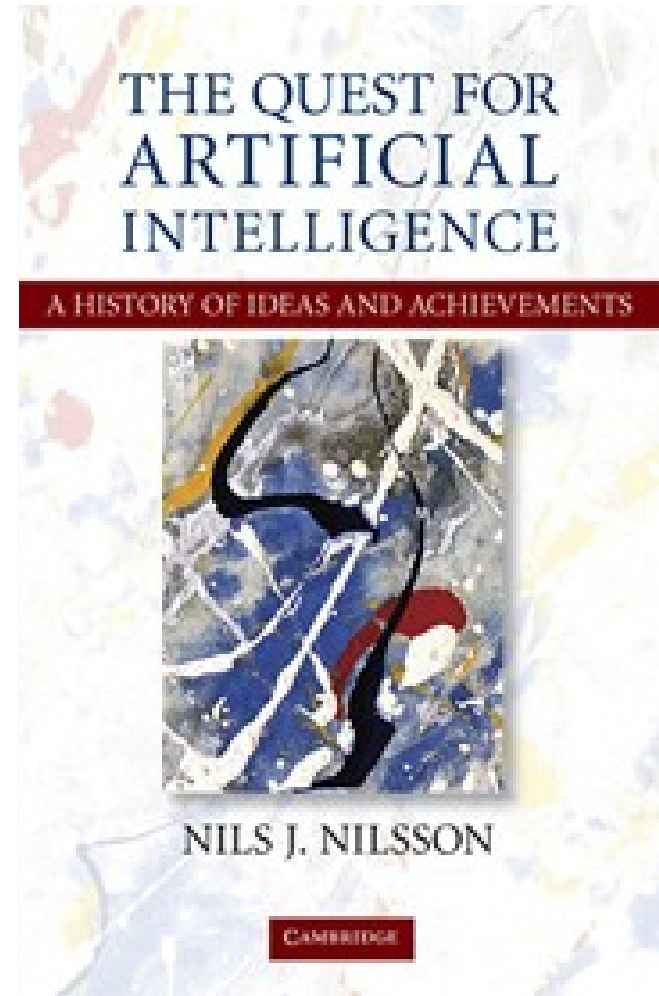
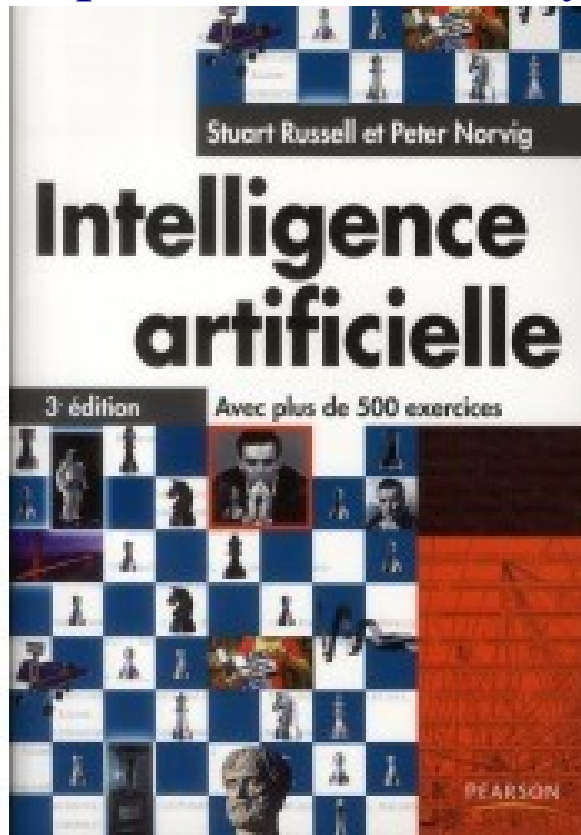
École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne

30 mai 2011



# Livres de références

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



<http://ai.stanford.edu/~nilsson/QAI/qai-webpage.html>



# Qu'est-ce que l'I.A. ?

## empirique

## théorique

<b>Systems that think like humans</b>	<b>Systems that think rationally</b>
<p>"The exciting new effort to make computers think ... <i>machines with minds</i>, in the full and literal sense." (Haugeland, 1985)</p> <p>"[The automation of] activities that we associate with human thinking, activities such as decision-making, problem solving, learning ..." (Bellman, 1978)</p>	<p>"The study of mental faculties through the use of computational models." (Chamiak and McDermott, 1985)</p> <p>"The study of the computations that make it possible to perceive, reason, and act." (Winston, 1992)</p>
<b>Systems that act like humans</b>	<b>Systems that act rationally</b>
<p>"The art of creating machines that perform functions that require intelligence when performed by people." (Kurzweil, 1990)</p> <p>"The study of how to make computers do things at which, at the moment, people are better." (Rich and Knight, 1991)</p>	<p>"Computational Intelligence is the study of the design of intelligent agents." (Poole <i>et al.</i>, 1998)</p> <p>"AI ...is concerned with intelligent behavior in artifacts." (Nilsson, 1998)</p>

**Figure 1.1** Some definitions of artificial intelligence, organized into four categories.

► *AIMA 2<sup>nd</sup> edition, p. 2*



# Agir comme un humain

- ▶ Test de Turing (1950) : ne pas pouvoir distinguer un homme d'une machine. Cela nécessite :
  - Traitement de la langue naturelle
  - Représentation des connaissances
  - Raisonnement automatique
  - Capacité d'apprentissage
- ▶ Ce test n'est pas un but mais une façon de définir l'IA.
- ▶ D'autres tests ont été imaginés : *Total Turing Test* (+ capacités sensori-motrices), *Lovelace Test* (le créateur ne peut pas expliquer le comportement de son système), *Truly Total Turing Test* (...), ...
- ▶ *The Chinese Room* (Searle 1980) : la manipulation de symboles formels ne suffit pas.



# The Chinese Room

[http://en.wikipedia.org/wiki/Chinese\\_room](http://en.wikipedia.org/wiki/Chinese_room)

<http://plato.stanford.edu/entries/chinese-room/>



If you can carry on an intelligent conversation using pieces of paper slid under a door, does this imply that someone or something on the other side understands what you are saying?



# Penser comme un humain

- ▶ Comment pense l'homme ? À quel niveau d'abstraction élaborer des théories : par introspection ou expériences psychologiques ?
- ▶ Implémenter ces théories et comparer le système aux humains. Mais comment ? Par prévision du comportement de sujets humains ? Ou par étude de données neurologiques ?
- ▶ Les sciences cognitives (y compris en neurosciences) et l'IA sont indépendantes mais s'entre-fertilisent



# Penser rationnellement

- ▶ Aristote et le raisonnement correct (syllogisme)
  - Tous les hommes sont mortels, or les Grecs sont des hommes, donc les Grecs sont mortels
- ▶ Les logiciens au XIX<sup>ème</sup> siècle : énoncés formels
- ▶ Liens entre mathématique, philosophie et IA
- ▶ Problèmes :
  - Celui du codage de connaissances, d'états, informels, incertains, ...
  - Complexité algorithmique (passage du principe à la réalité)



# Agir rationnellement

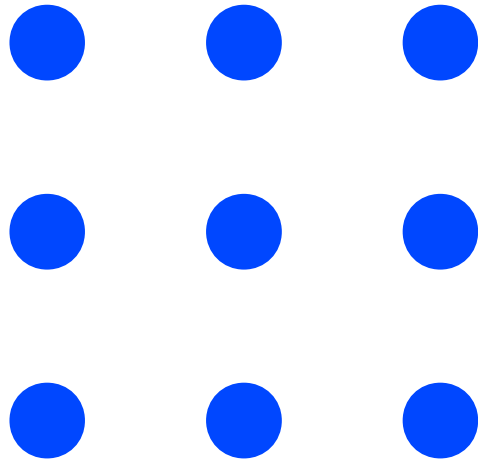
- ▶ Agir => agent : autonomie, perception, adaptation, ...
- ▶ Faire la bonne chose : selon les informations disponibles, maximiser l'accomplissement d'un but
- ▶ Des inférences correctes peuvent ne pas suffire :
  - certaines situations ne comportent rien de prouvable, ou sont trop complexes à examiner exhaustivement
  - Une action réflexe (s'éloigner d'un poêle chaud) peut être plus efficace qu'une action raisonnée et donc plus lente





# Qu'est-ce que l'intelligence ?

► D'après Minsky (*The Society of Mind*)



*Tracez quatre lignes droites passant par ces neuf points sans jamais lever votre crayon*

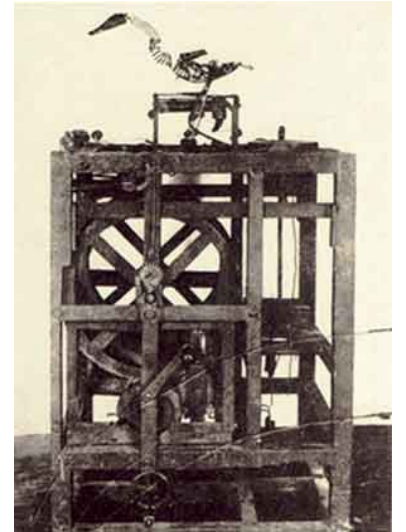


- ▶ Philosophie (de  $\sim -350$  Ἀριστοτέλης, à -)
  - Logique, méthodes de raisonnement
  - L'esprit vu comme un système physique ou pas (dualisme, matérialisme, ...)
  - L'apprentissage et les sources de connaissances
- ▶ Mathématiques (de 825  $\text{ال خوارزمي}$ , à -)
  - Logique formelle, preuve
  - Algorithme, décidabilité, complexité
  - Probabilité
- ▶ Économie (de 1776 *Adam Smith*, à -)
  - Utilité, théorie de la décision, Rech. Op., ...



# Préhistoire de l'IA 2/2

- ▶ Neurosciences (de 1861 *Broca* à -)
  - Fonctionnement du cerveau
- ▶ Psychologie (de 1879 *Wundt*, à -)
  - Vision, stimulus-réponse, ...
- ▶ Informatique (de 1940 *Stibitz*, à -)
  - Efficacité des ordinateurs
- ▶ Théorie du contrôle et cybernétique (de 1948 *Wiener*, à -)
- ▶ Linguistique (de 1957 *Chomsky*, à -)
  - Représentation des connaissances
  - Grammaire



Le Canard Digérateur  
Vaucanson, 1739



## ► De 1943 à 1955 : la gestation

- 1943 : réseaux de neurones artificiels, McCulloch & Pitts
- 1950 : apprentissage dans ces réseaux, Hebb
- 1950 : article « *Computing Machinery and Intelligence* », Turing (test de Turing, apprentissage par renforcement, algo génétiques, ...)
- 1950's : des logiciels
  - **Logic Theorist** (Newell & Simon) : démonstration de théorèmes en IPL (précurseur de Lisp)
  - Jeu de dames (Samuel)
  - ?



- ▶ 1956, naissance officielle : atelier de Dartmouth (6 semaines, 10 personnes)
  - McCarthy propose « *Artificial Intelligence* »
- ▶ 1955 : West Joint Computer Conference à Los Angeles :
  - Une session sur *Learning Machines*
  - Reconnaissance des formes, traitement d'images, joueur d'échec, réseaux de neurones, ...
- ▶ 1958 : symposium « *Mechanization of Thought Processes* » à Teddington (U.K.)
- ▶ *Création INRIA : 1967 (plan Calcul)*



- ▶ 1950's – 1960's : l'exploration
  - Reconnaissance des formes
    - Reconnaissance de l'écriture typo
    - Réseaux de neurones artificiels (*perceptron*)
    - Reconnaissance aérienne (applications militaires)
    - Reconnaissance de l'écriture manuscrite pour programmes Fortran
    - Méthodes statistiques (plus proches voisins, ...)
  - Recherches heuristiques
    - Recherches en arbres : structures de listes, règles de transformation et test de succès
    - Géométrie, jeux, ...
    - *General Problem Solver*



- ▶ 1950's – 1960's : l'exploration
  - Représentation de la sémantique
    - Besoin de structures plus complexes
    - Analogies géométriques : stockage d'énoncés et réponses à des questions (langue naturelle)
    - Entités et relations, mécanisme d'exception
    - Réseaux sémantiques (Sowa, Quillian, ...) : le sens d'un terme est donné par sa position et les liens avec ses voisins, notion de similitude par comptage du nombre d'arc entre 2 termes, ...
  - Traitement de la langue naturelle
    - Comprendre un texte en entrée (stocker dans un modèle et agir en conséquence), **traduction**
    - Chomsky : règles, syntaxes en arbres



- ▶ 1950's – 1960's : l'exploration
  - Développement de langages de programmation spécifiques (Lisp en 1958 par McCarthy)
  - Des labos d'IA publics ou privés se créent (fin 50's aux USA, mi-60's en Europe)
  - **Optimisme fort** : les ordinateurs égaleront l'intelligence de l'homme
  - Mais l'intelligence a plusieurs facettes : sur certains points : ok ; et sur d'autres : désillusion

▶ Exemple célèbre, d'après Gérard Sabah :

<http://www.limsi.fr/Individu/g/textes/ATALA-14.12.96/LePointSurLeSens.html>

**The spirit is willing but the flesh is weak** (l'esprit est fort mais la chair est faible), qui, traduit en russe puis retraduit en anglais, donna : **The vodka is strong but the meat is rotten...** (la vodka est forte mais la viande est pourrie)





## ► Mi 60's à mi 70's : l'effervescence

- Vision (interprétation d'images 2D, robots qui voient et manipulent, identification de visages)
- Représentation des connaissances et raisonnements, choix de la logique des prédicats, principe de résolution de Robinson (1965), situation calculus, Planner (1971), Prolog (1972), réseaux sémantiques, scripts et frames, graphes conceptuels, principe de séparation entre connaissance procédurale et déclarative
- Robotique mobile (algo A\*, STRIPS, apprentissage)
- TLN (...), jeux ( $\alpha$ - $\beta$ , des tournois, ...)



## ► Mi 60's – mi 70's : l'effervescence

- Heuristic DENDRAL : utilisation de connaissances expertes pour déduire la structure de molécules acycliques
- Mai 1969 à Washington DC : 1<sup>er</sup> IJCAI
  - 600 personnes
  - 63 présentations de 9 pays différents
  - Conférence bisannuelle depuis 1969
  - Tous les actes sont disponibles en ligne
- Création du *Special Interest Group for ARTificial intelligence* de l'ACM (SIGART) en 1966
- Des revues et des livres apparaissent
- (*Guerre du Vietnam : Mansfield Am. en 1970*)



- ▶ 70's et début 80's : le boom des applications
  - Travaux sur la reconnaissance et la compréhension de la parole (HEARSAY, blackboard)
  - MYCIN : système expert en infections bactériennes (IF-THEN rules et coefficients de certitudes, séparation entre connaissance experte et moteur d'inférence), puis généralisation à EMYCIN
  - Autres systèmes experts : PROSPECTOR, XCON et R1 (algo Rete), ...
  - Des sociétés apparaissent sur ces créneaux
  - Des progrès en TLN, vision, ...



- ▶ 1982 : projet 5<sup>ème</sup> génération du MITI (Japon)
  - Faire un ordinateur capable d'effectuer des inférences sur de grosses bases de connaissances et interagir en langue naturelle
  - Plusieurs processeurs en parallèle et adoption du langage Prolog
  - En réaction :
    - *DARPA's Strategic Computing Program*, et création de la *MCC* aux USA
    - *Alvey Programme* en G.B.
    - programme *ESPRIT* dans la CEE
    - création du *DFKI* en Allemagne



- ▶ Depuis mi 80's : retour des réseaux de neurones
- ▶ Depuis fin 80's : montée en puissance des approches statistiques
- ▶ Depuis mi 80's : l'IA devient une science (formalisation, spécialisation, prise en compte de la complexité, ...)
- ▶ De mi 80's à mi 90's : *AI winter*
  - *Des promesses exagérées ?*
  - *Les financeurs (publics et privés) ont trop espéré*
- ▶ Depuis mi 90's : approche unificatrice « agents intelligents »



# L'IA aujourd'hui 1/2

- ▶ Planification autonome (NASA), planification logistique (armée)
- ▶ Jeux (*Deep Blue* en 1997)
- ▶ Contrôle automatique (conduite auto)
- ▶ Diagnostic (niveau expert, notamment en médecine)
- ▶ Robotique
- ▶ Intelligence artificielle est *partout*
  - habitat intelligent, assistance à la conduite, BRMS, recommandation en B2C, reconnaissance et synthèse d'images, parole, langue naturelle, reconnaissance de l'écriture (chèques, codes postaux, ...), agents assistants, ...



# L'IA aujourd'hui 2/2

- ▶ Titre des sessions à IJCAI 2009 (Pasadena, Californie), proceedings = + de 2000 pages
  - Agent-based and Multiagent Systems
  - Constraints, Satisfiability, and Search
  - Knowledge Representation, Reasoning, and Logic
  - Machine Learning
  - Multidisciplinary Topics and Applications
  - Natural-Language Processing
  - Planning and Scheduling
  - Robotics and Vision
  - Uncertainty in AI
  - Web and Knowledge-based Information Systems



# Mon point de vue

► Extrait de *La société de l'esprit*, p. 123, 1988, édition française de *The Society of Mind*, Marvin Minsky, 1985

*CRITIQUE: Mais alors, n'en êtes-vous pas réduit à dire que l'évolution elle-même doit être intelligente, puisqu'elle a résolu ces problèmes du vol et de la construction de récifs coralliens ou de nids?*

Non, parce que lorsque les gens utilisent le mot « intelligence », ils sous-entendent les idées de rapidité et d'efficacité. Et le rythme de l'évolution est si lent que nous ne la percevons pas comme intelligente, même si elle produit, en fin de compte, des merveilles que nous ne sommes pas encore capables de réaliser. Il n'est de toute façon pas recommandé de traiter un mot aussi ancien et aussi vague qu'« intelligence » comme s'il devait définir quelque chose de bien précis. Plutôt que d'essayer de dire ce qu'un tel mot « signifie », il vaut mieux se contenter d'essayer d'expliquer comment nous l'utilisons.

*Notre esprit contient des processus nous permettant de résoudre des problèmes que nous considérons comme difficiles. « Intelligence » est le nom que nous donnons à tous ceux de ces processus que nous ne comprenons pas encore.*

► Pour moi, IA =  
**Informatique  
Avancée**

Cette « définition » déplaît à certains parce que son sens est voué à changer sans cesse au fur et à mesure que nous nous instruisons en matière de psychologie. Pour moi, c'est bien ainsi qu'il doit en être, parce que le concept d'intelligence est comme un tour de passe-passe, ou comme le concept des « régions inexplorées de l'Afrique » : il disparaît dès que nous perçons son mystère.