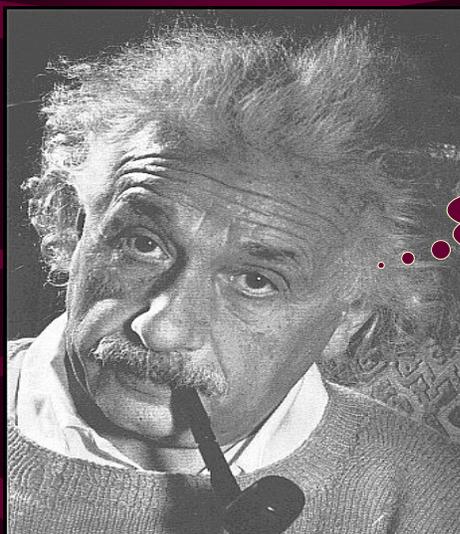


# Introduction à L'Intelligence Artificielle

Esma Aïmeur

Université de Montréal  
Département d'informatique et de recherche opérationnelle  
Montréal, Canada

Email : [aimeur@iro.umontreal.ca](mailto:aimeur@iro.umontreal.ca)  
<http://www.iro.umontreal.ca/~aimeur>



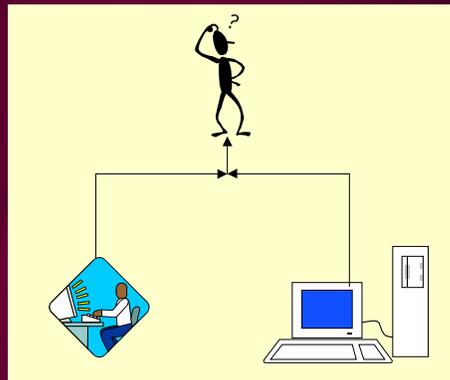
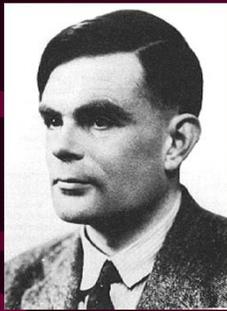
*I think,  
therefore I am.*

## Définition de l'intelligence artificielle

Le but de l'Intelligence Artificielle (IA) est de concevoir des systèmes capables de reproduire le comportement de l'humain dans ses activités de raisonnement.

L'IA se fixe comme but la modélisation de l'intelligence prise comme phénomène (de même que la physique, la chimie ou la biologie qui ont pour but de modéliser d'autres phénomènes).

## Test de Turing



## Test de Turing (1950)

Considérons trois joueurs

A: Homme, B: Femme, C: Homme ou Femme.

C doit déterminer qui est l'homme et qui est la femme.

A a pour rôle d'induire C en erreur, B a pour rôle de l'aider.

Le test de Turing : (on communique par clavier)

Question : si on faisait jouer le rôle de A à une machine est-ce que C se tromperait aussi souvent ? => Les machines sont-elles capables de penser ?

(Si le comportement de la machine est indistinguishable de celui d'un humain alors on pourrait en conclure que la machine est Intelligente)

## La chambre chinoise

### ``Minds, Brains and Programs" 1980

John Searle (professeur en philosophie a Berkeley) est enfermé dans une pièce ne communiquant avec l'extérieur que par un guichet et contenant un (très) gros livre dans lequel est écrit une succession de questions et de réponses pertinentes à ces questions, et rédigées en chinois.

Searle précise qu'il ne connaît rien au chinois et que l'anglais est sa langue maternelle.

Un expérimentateur lui transmet des messages par le guichet, tantôt en anglais, tantôt en chinois.

Searle répond directement aux messages rédigés en anglais alors que pour ceux rédigés en chinois, il est obligé de consulter le livre jusqu'à trouver une question identique au message ; il recopie alors la réponse associée.

## Remarque de Searle

Searle fait alors remarquer que pour l'expérimentateur extérieur, les messages transmis en chinois sembleront aussi pertinents que ceux transmis en anglais.

Pourtant Searle connaît l'anglais alors qu'il ne connaît rien au chinois.

De manière analogue, on ne peut pas déduire du fait qu'un programme passe avec succès le test de Turing qu'il comprenne de quoi il est question.

## Deux écoles

- Une machine sera considérée comme **intelligente** si elle reproduit le comportement d'un être humain dans un domaine spécifique
- Une machine sera considérée comme **intelligente** si elle modélise le fonctionnement d'un être humain.

## Exemple : Le jeu d'échec

Dans le **premier** cas, on essaiera avant tout d'obtenir un programme efficace. Peu importe alors que la machine fasse des calculs inaccessibles à l'homme, comme explorer quelques centaines de millions (ou milliards) de positions à la seconde.

Dans le **second**, on essaiera d'abord de comprendre comment l'homme joue aux échecs.

Pour cela, on interviewera des maîtres, on essaiera de dégager les règles plus ou moins consciemment suivies par les joueurs : tenter d'occuper le centre, de dominer une couleur de cases, etc. Le programme réalisé validera

## Historique de l'IA

### La préhistoire 1945-1955

Traduction automatique du langage => problème de représentation et d'extraction des connaissances et problème de rédaction générique.

### Intelligence artificielle dans la littérature et le cinéma de science fiction (Films: *Odyssée 2001* de Kubrick, *IA* de Spielberg)

Apparition du mot *robot* pour la première fois en 1923 dans la pièce de théâtre « R.U.R » (*Rossum's Universal Robots*) écrite par Karel Capek.

En 1950, Isaac Asimov (auteur de Science fiction avec un background scientifique) propose ses trois *Lois de la robotique*.

Un robot ne doit pas attenter à la vie d'un humain

Un robot doit obéir aux ordres d'un humain sauf si cela contredit la première loi

Un robot doit préserver sa propre existence sauf si cela contredit aux deux premières lois)

(Film *I, Robot* avec Will Smith, 2004)

## 1955-1970

### Les débuts 1955-1970

- Le terme intelligence artificielle est apparu en 1956 à la rencontre de Minsky, McCarthy, Newell et Simon au collège de Darmouth (New Hampshire, USA).
- Époque de l'enthousiasme absolu (Simon en 1958) : *en moins de dix ans un programme d'échec arrivera au niveau d'un champion du monde et qu'un programme de démonstration automatique de théorème découvrira un théorème mathématique.*
- ◆ Pourtant, Kasparov n'a été battu par la machine Deep Blue qu'en 1997 !
- Développement de travaux : jeux d'échec, démonstration de théorèmes en géométrie
- Apparition du premier programme le **LOGIC THEORIST** (démonstration automatique de théorème) en 1956 et du langage **IPL1**. Apparition des langage **Lisp** en 1960 par McCarthy, et **Prolog** en 1971 par Alan Colmerauer.
- Eliza est construit au MIT en 1965, un système intelligent qui dialogue en anglais et qui joue au psychothérapeute.

Le système **ELIZA** (de Joseph Weizenbaum, au MIT), en repérant des expressions clés dans des phrases et en reconstruisant à partir d'elles des phrases toutes faites, était capable, dès 1965, de dialoguer en langage naturel en trompant un moment des interlocuteurs qui croyaient avoir affaire à un psychologue humain !

Pourtant, **ELIZA** ne détenait aucune compréhension réelle des phrases qu'il traitait. C'est sans doute le système **SHRDLU** de Terry Winograd qui, en 1970, fut le premier à « comprendre » quelque chose à la langue naturelle et à exploiter cette compréhension dans des dialogues qui portaient sur un monde simplifié fait de blocs.

## Traitement du langage naturel

- J'ai vu un homme sur la colline avec des jumelles.
- Le professeur envoya l'élève chez le directeur parce qu'il voulait lui lancer des boulettes à la figure.

## Historique de l'IA (suite)

1970 : SCHRDLU, logiciel conçu par Terry Winograd. Il simule la manipulation de blocs géométriques (cubes, cylindres, pyramides, ...) posés sur une table. Le logiciel génère automatiquement des plans (« Pour déplacer le cube bleu sur le sommet du cylindre jaune, je dois d'abord enlever la pyramide qui se trouve sur le cube et ... ») et est muni d'une interface en langage naturel.

Les systèmes experts, parmi lesquels :

1969 : DENDRAL : analyse des résultats d'une spectrographie de masse

1967 : MACSYMA (logiciel de calcul formel)

1977 : MYCIN (maladies infectieuses).

HEARSAY-II en compréhension de la parole,

PROSPECTOR en géologie.

## Historique de l'IA (suite)

### La spécialisation 1970-1980 (spécialisation et théorisation)

L'IA est le carrefour de plusieurs disciplines : informatique, logique, linguistique, neurologie et psychologie). Naissance du langage Smalltalk en 80

Simon reçoit le prix Nobel en économie en 1978

### La reconnaissance 1980-1990 (crédibilité et audience)

Projet de cinquième génération par MITI (3 alphabets pour les japonais : le Katakana, l'Hiragana et le Kanji => idéogrammes)

MITI est l'ancien acronyme du nom du ministère de l'économie japonais remplacé aujourd'hui par [METI](#).

## A partir des années 1980

Des techniques spécifiques à l'informatique ont été développées à partir des années 1980 : les **réseaux de neurones** qui simulent l'architecture du cerveau humain, les **algorithmes génétiques** qui simulent le processus de sélection naturelle des individus, la **programmation logique inductive** qui fait « marcher à l'envers » le processus habituel de déduction, les **réseaux bayésiens** qui se fondent sur la théorie des probabilités pour choisir, parmi plusieurs hypothèses, la plus satisfaisante.



## Fin des années 1980

L'IA s'est essentiellement focalisée sur les théories et techniques permettant la réalisation d'intelligences individuelles. Dans la nature, il existe toutefois une autre forme d'intelligence – collective celle-là, comme les êtres multicellulaires simples, les colonies d'insectes sociaux, les sociétés humaines. Ces sources d'inspiration montrent qu'une forme d'intelligence supérieure peut résulter de l'activité corrélée d'entités plus simples. Dans les systèmes artificiels, ce champ porte le nom d'« IA distribuée » ou de « systèmes multiagents ».

## Années 1990-2000

L'avènement d'**Internet** a ouvert la voie au partage et à la communication de connaissances. Comment organiser et traiter ces gigantesques masses d'information ? Comment en extraire les connaissances pertinentes pour les problèmes posés ? Les moteurs de recherche comme *Google* ont intégré dans leurs tâches des techniques avancées de recherche d'information (*information retrieval*) et d'intelligence artificielle (*data mining*).

## Années 1990-2000 (suite)

En **1994**, une équipe française met au point dans le cadre de ses recherches en vie artificielle les « **Jardins des hasards** ». Ce sont des jardins virtuels dont l'évolution est fonction de données numériques reçues par modem en temps réel. Ils sont composés de plusieurs familles de formes qui naissent, grandissent, meurent et interagissent entre elles suivant des comportements inspirés de la vie. Ils constituent des écosystèmes de vie artificielle.

Les couleurs des objets changent avec les données météo et avec le temps chronologique au fil des jours et des saisons.

rdin des hasards (Le jardin des hasards) - Mozilla Firefox

Édition Affichage Historique Marque-pages Outils ?

http://sites.google.com/site/siatorg/home

is visités Débuter avec Firefox À la une

# Le jardin des hasards

Rechercher dans ce site

**Le jardin des hasards**

Installations  
Diversité  
Machine  
Labyrinthes  
Mutations  
Quel temps fait-il au Caplan?  
Publications  
Peintures

Bernard Gortais



Liens vers...

## Le jardin des hasards

Le site du jardin des hasards montre les installations numériques de [Bernard Gortais](#), artiste multimédia et de [Guillaume Hutzler](#), chercheur en informatique. Ces œuvres évoluent au fil du temps mais elles ont des points communs :

- évoluer en fonction de données météo dynamiques
- être basées techniquement sur des technologies multiagent

Il s'agit dans l'ordre chronologique de [Quel temps fait-il au Caplan?](#), [Mutations](#), [Labyrinthes](#), [Machine](#), [Diversité](#).

Etant donné que ces créations numériques sont accompagnées de façon continue par des créations picturales en atelier, j'ai pensé qu'il serait intéressant de les publier également sur ce site. Vous les trouverez sur [ces pages](#).

L'ensemble de cette démarche a donné lieu à des publications que vous pourrez télécharger [ici](#).



Presentation du Jardin

des données depuis v6.cache2.c.youtube.com...

## Années 1990-2000 (suite)

En 1995, le système automatique de vision *ALVINN* de Carnegie Mellon University a permis la conduite automatique d'un véhicule appelé *Navlab5* de Pittsburgh à San Diego, pendant que les opérateurs humains s'occupaient du frein et de l'accélérateur.

En 1997, à Philadelphie, le champion du monde aux échecs, Garry Kasparov, a été battu par *Deep Blue*, un ordinateur d'IBM, en six manches. Kasparov a gagné la première, a perdu la seconde et a très mal joué le reste. Furieux, il a dû s'incliner devant la machine. *Kasparov got wiped off the board*, a déclaré le grand maître Ilya Gurevich.

## Années 1990-2000 (Fin)

Toujours en 1997, a eu lieu pour la première fois *RoboCup*, le championnat des robots qui jouent au football (ou au soccer, si vous préférez ce terme nord-américain). Cela s'est passé à Nagoya, au Japon, lors de la conférence IJCAI-97.

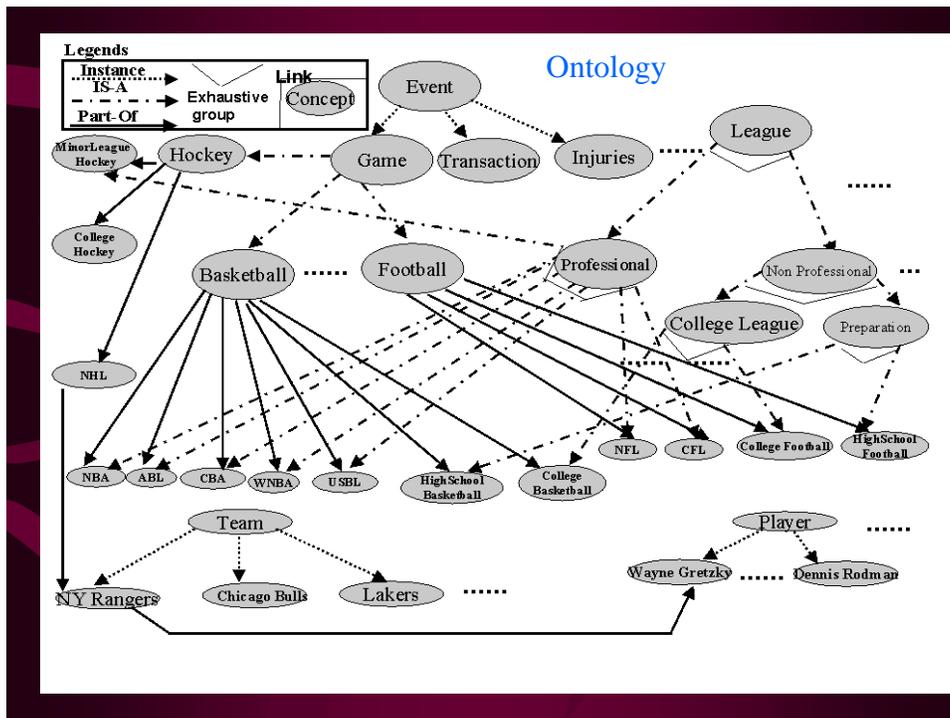
En 1999, un agent artificiel et intelligent de la NASA a piloté un satellite au-delà de la planète Mars pendant une journée entière sans aucune aide en provenance de la Terre.



# Les années 2000

L'acquisition de connaissances a permis quant à elle la création d'ontologies de diverses natures. Citons par exemple le *Unified Medical Language System*.

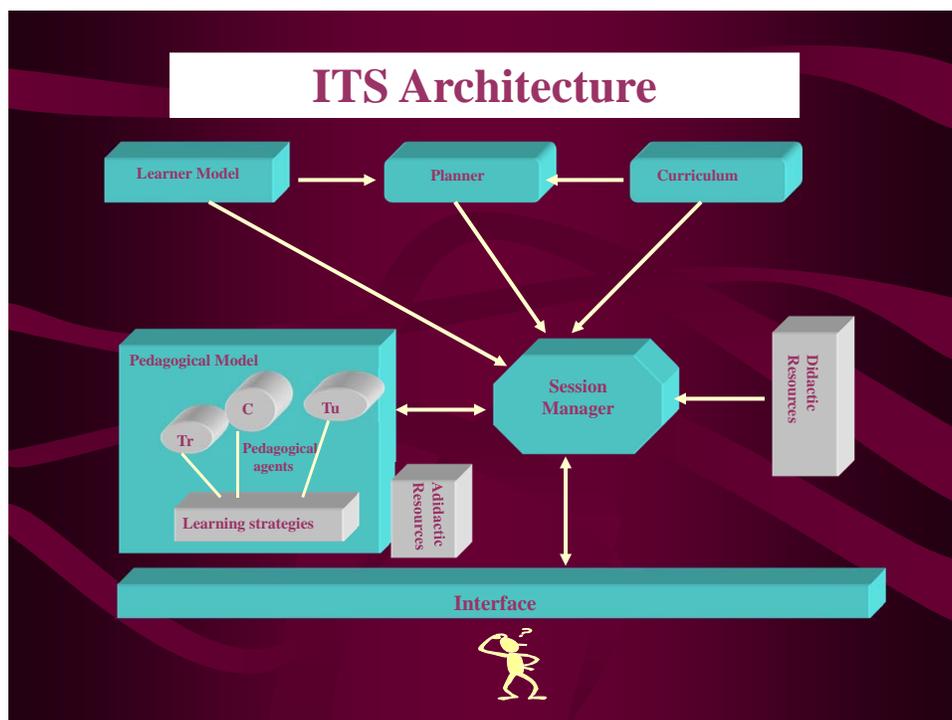
Succès du traitement de langage naturel, *WordNet* est une base de données lexicale en anglais et *OpenCyc* est une base de connaissances qui formalise les connaissances de sens commun.

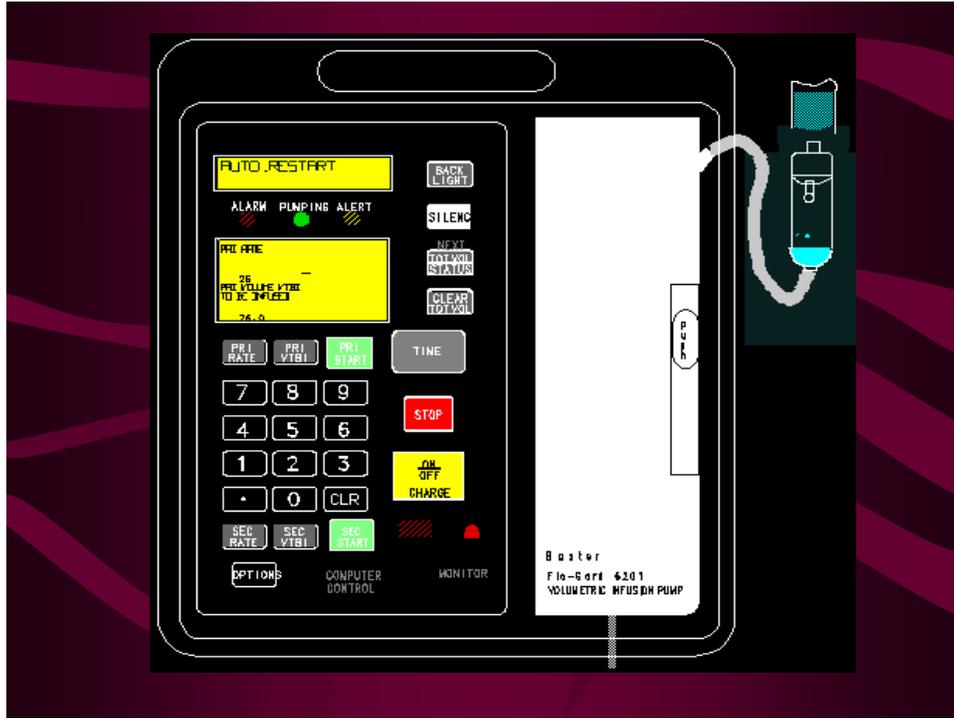


## Les années 2000 (suite)

L'apprentissage en ligne, ou *e-learning*, est en pleine expansion. L'IA a permis grâce à ses techniques de mettre en œuvre des systèmes d'éducation à distance de plus en plus performants.

Il y a une meilleure prise en compte du profil de l'apprenant (cognitif, affectif et inférentiel), une construction le plus souvent collaborative de la base de connaissances (curriculum), une interaction plus intelligente entre le système et l'apprenant, etc.





## Basic Strategy

	2	3	4	5	6	7	8	9	T	A
8-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
9	H	D	D	D	D	H	H	H	H	H
10	D	D	D	D	D	D	D	D	H	H
11	D	D	D	D	D	D	D	D	D	H
12	H	H	S	S	S	H	H	H	H	H
13	S	S	S	S	S	H	H	H	H	H
14	S	S	S	S	S	H	H	H	H	H
15	S	S	S	S	S	H	H	H	H	H
16	S	S	S	S	S	H	H	H	H	H
17+	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
soft 13	H	H	H	D	D	H	H	H	H	H
soft 14	H	H	H	D	D	H	H	H	H	H
soft 15	H	H	D	D	D	H	H	H	H	H
soft 16	H	H	D	D	D	H	H	H	H	H
soft 17	H	D	D	D	D	H	H	H	H	H
soft 18	S	DS	DS	DS	DS	S	S	H	H	H
soft 19+	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
2,2	P	P	P	P	P	P	H	H	H	H
3,3	P	P	P	P	P	P	H	H	H	H
4,4	H	H	H	P	P	H	H	H	H	H
5,5	D	D	D	D	D	D	D	D	H	H
6,6	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H
7,7	P	P	P	P	P	P	H	H	H	H
8,8	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
9,9	P	P	P	P	P	S	P	P	S	S
T,T	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
A,A	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

Multiple decks (4, 6, 8)  
 Double down on any two cards  
 Double after splits allowed  
 Dealer stand on soft 17

H = HIT, S = STAND, P = SPLIT, T = 10, J, Q or K  
 D = DOUBLE if allowed, otherwise HIT  
 DS = DOUBLE if allowed, otherwise STAND

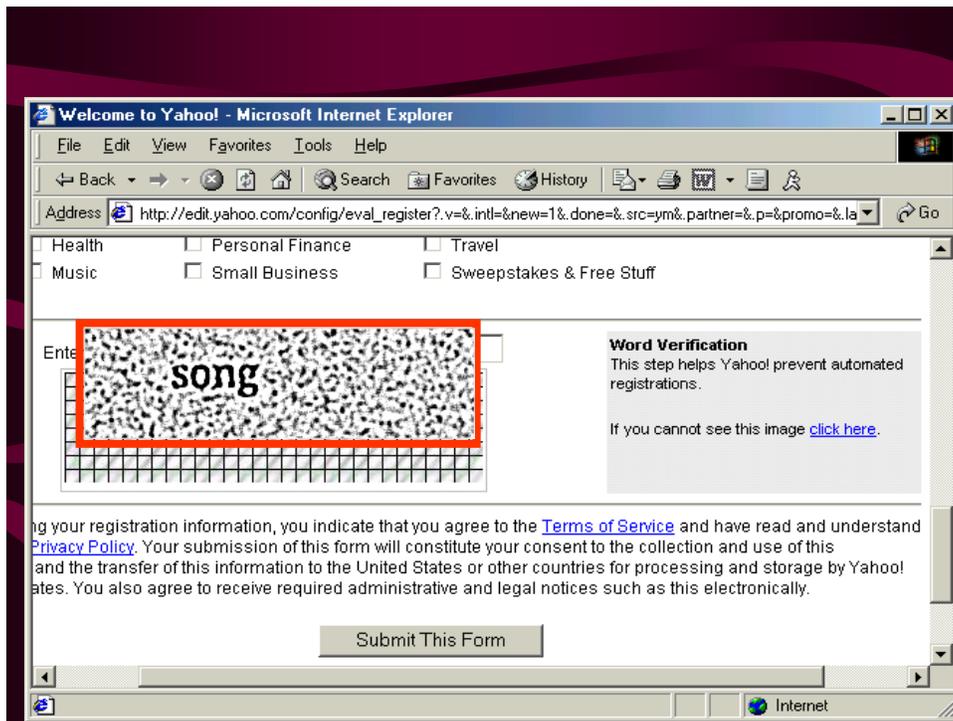
## Les années 2000 (suite)

Par ailleurs, il existe de plus en plus de **systèmes de recommandation** de produits ou de services sur le Web : films, livres, cours, restaurants, voyages, trajets d'autobus ou de métro.

Ils sont tous basés sur des techniques d'IA comme le raisonnement à base de cas, le filtrage de contenu (*content filtering*) ou le filtrage collaboratif (*collaborative filtering*). Certains d'entre eux prennent en compte les données démographiques mais aussi les habitudes d'achat du client ainsi que le comportement de navigation sur le web (*web usage mining*).

## Les années 2000 (suite)

Le système *Captcha*, développé à Carnegie Mellon University, s'occupe de différencier les humains des machines. *Captcha* génère des tests que seuls les humains peuvent passer, afin de combattre les spams et les actions malicieuses de certaines machines.



## Les années 2000 (suite)

L'équipe américaine de Sargur Srihari, directeur du Center of excellence for document analysis and recognition (CEDAR, State University of New York at Buffalo), a mis au point en 2002 un logiciel capable de distinguer avec 98 % de certitude si deux documents ont été écrits par la même personne ou non. Les travaux ont été effectués sur un échantillon de 1 500 personnes.

## Les années 2000 (suite)

Doté d'une tête d'androïde et d'une peau en polymère, *K-Bot* (conçu par David Hanson de l'université du Texas) peut reconnaître et suivre nos mouvements. Il est doté de 24 muscles mécaniques qui lui permettent de simuler 24 de nos expressions faciales.

Ceci peut servir considérablement aux chercheurs qui étudient la communication humain-machine.

## Les années 2000 (suite)

*Wakamaru*, robot développé par Mitsubishi Heavy Industries et doté de la parole, est principalement conçu pour veiller sur les personnes âgées. Destiné à s'insérer dans la vie familiale de tout un chacun, il aura pour mission de prévenir l'hôpital ou les services de santé en cas de besoin.

## Wakamaru

Wakamaru est un robot domestique commercialisé par la firme Mitsubishi Heavy Industry.

### Caractéristiques [modifier]

- Couleur : jaune
- Hauteur : 1 mètre
- Poids : 30 kg
- Se déplace sur des roues
- Reconnaît environ 10 personnes différentes
- Vocabulaire : 10.000 mots
- Prix de vente : 12.000 euros environ
- Designer : Toshi Yukikita

### Description [modifier]

Ce robot peut se connecter à internet par liaison Wi-Fi, et dispose d'une voix synthétique. Il est équipé d'un téléphone portable intégré, ce qui lui permet par exemple d'appeler les secours si son maître (une personne âgée par exemple) a un problème.

Il vit en accord avec le programme journalier que son propriétaire lui fournit via Internet.

Wakamaru possède une reconnaissance vocale et une reconnaissance faciale du/des propriétaire(s), de la famille. Il vous regarde en face lorsqu'il parle et incorpore des mouvements du corps pendant la discussion. Wakamaru ne répond pas seulement aux ordres des acteurs, comme le font habituellement les robots conventionnels, mais il sait prendre l'initiative de parler à la famille, en utilisant les informations qu'il a obtenues par observation en restant en contact avec la famille ou bien via son organisateur. Ainsi il n'oubliera pas de dire au chat d'aller manger sa gamelle ou bien encore de fêter son anniversaire à votre belle-maman...



## Les années 2000 (suite)

Du 26 janvier au 7 février 2003, à New York, Garry Kasparov s'est mesuré durant six parties d'échec à *Deep Junior*, trois fois champion du monde des logiciels.

La rencontre s'est soldée par une égalité 3 à 3.

À la différence du fameux tournoi de 1997, le champion âgé de 39 ans a eu tout le loisir de s'entraîner au préalable sur un PC avec la **version commerciale** de *Deep Junior*, qui n'est pas loin du niveau de l'actuel *Deep Junior* sur la même machine. Il est capable de passer en revue **trois millions de positions à la seconde !**

## Les années 2000 (suite)

Le 13 janvier 2004, une firme québécoise rapporte dans le *Medical Post* la mise en marché d'un système portatif d'alerte cardiaque appelé *Vital Positioning System (VPS)*.

Incluant un téléphone cellulaire, un ordinateur de poche et un GPS, ce système peut détecter l'approche d'une attaque cardiaque **8 minutes** avant que les premiers symptômes ne soient humainement perceptibles.

Il appelle alors automatiquement l'hôpital le plus proche et précise l'emplacement du futur patient.

## Quelques domaines de l'IA

**Les systèmes experts** (médecine, analyse financière, configuration d'appareils)  
Tâche de diagnostic, de surveillance ou de dépannage d'installations industrielles.

**Robotique et FAO** (fabrication assistée par ordinateur)  
Introduction de robots qui acquièrent l'information à l'aide de capteurs ou de caméras afin de se mouvoir dans des environnements diversifiés.

**Compréhension du langage et traduction automatique**  
Apparition d'interfaces en langage naturel => interrogation de bases de données en français ou en anglais (exemple : film Dune).

**Reconnaissance des formes** (reconnaissance de la parole, de l'image et de l'écriture)  
IBM utilise une interface auditive qui reconnaît 20 000 mots anglais tirés du vocabulaire des affaires et qui les écrit à l'écran.

**Apprentissage** créer des programmes qui génèrent leurs propres connaissances en se modifiant à partir de leurs succès et leurs erreurs.

**L'émotion** artificielle. ( les travaux de Rosalind Picard sur l'émotion)

## Domaines de recherche en IA

### Apprentissage-machine

Ce processus donne à un agent la capacité d'effectuer des tâches qui ne pouvaient pas l'être auparavant ou d'effectuer de façon plus efficace (plus rapidement et plus précisément) les tâches desquelles il s'acquittait déjà.

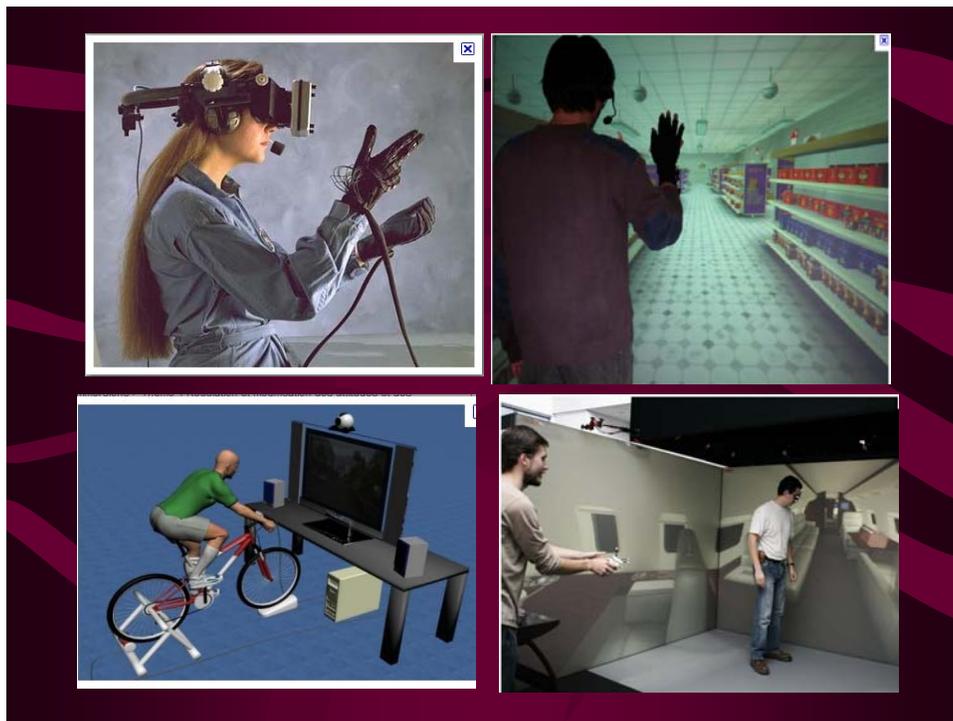
Les systèmes d'apprentissage *analytiques* ont pour but d'analyser et de mettre sous une forme plus efficace ou « opérationnelle » les connaissances déjà existantes. Les systèmes d'apprentissage *synthétiques* ont pour but de découvrir des connaissances fondamentalement nouvelles.

## Domaines de recherche en IA

### Réalité virtuelle

Ce domaine propose de nouvelles formes d'interaction entre l'homme et la machine. L'arrivée d'ordinateurs plus puissants, dotés d'impressionnantes capacités graphiques en trois dimensions, couplés à des périphériques de visualisation et d'interaction (casque, gant, etc.), permet de fournir les informations sensorielles nécessaires pour convaincre des utilisateurs qu'ils sont en immersion.

Larry Hedges du Georgia Institute of Technology utilise depuis longtemps la réalité virtuelle pour guérir certaines phobies comme celles de l'ascenseur ou celles des araignées.



## Domaines de recherche en IA

### Reconnaissance des formes

Les recherches dans ce domaine visent à automatiser le discernement de situations typiques sur le plan de la perception. Ses méthodes trouvent des applications nombreuses. Citons la vision, la reconnaissance de la parole, la lecture optique de documents et la synthèse d'images.

Les progrès en reconnaissance d'images vidéo permettent déjà à la police de repérer une cible dans une foule.

## Domaines de recherche en IA

### Vie artificielle

Ce domaine s'intéresse à l'étude des écosystèmes et à la reproduction, par des systèmes artificiels, de caractéristiques propres aux systèmes vivants (depuis les mécanismes de fonctionnement cellulaire jusqu'aux dynamiques de peuplement, en passant par des modèles de développement individuel).

## Domaines de recherche en IA

### Robotique

Sous-domaine important de l'IA, la robotique peut être vue comme une interconnexion intelligente de la perception, de l'action, ainsi que du fonctionnement des robots.

Utilisée pour maintenir des représentations dynamiques de leur environnement, elle permet aux robots de se munir de capacités de sentir, de se déplacer, de raisonner et éventuellement de communiquer en langage naturel.

## Robots domestiques : dans les coulisses des labos japonais

10 septembre 2010



Installez vous tranquillement et passez les cinq prochaines minutes en compagnie de cette gentille présentatrice de la télévision nipponne qui nous emmène dans un tour des laboratoires de l'entreprise Toshiba et de l'université de Tokyo.



Pas besoin de comprendre le japonais pour reconnaître ApriPoco cet hybride Robot de compagnie / Robot Multimedia qui remplace par des commandes vocales les différentes télécommandes de votre maison. Et comment ? Et bien c'est simple, à chaque fois qu'il détecte un signal infrarouge envoyé par l'un de nos appareils électroniques ( TV, lecteur DVD etc...) il nous demande ce que l'on fait et retient nos explications qu'il associera à une future commande vocale. Nous pouvons voir par exemple dans cette vidéo l'apprentissage d'Apricopo à éteindre la télévision. Attendu déjà depuis quelques années, peut-on espérer qu'il deviendra un jour aussi populaire que le célèbre Roomba ?



Les robots insectes bientôt au service des humains au Japon : Actualités > Actualités : Aujourd'hui le Japon - Mozilla Firefox

http://www.aujourd'huijapon.com/actualites-japon-les-robots-insectes-bientot-au-service-des-humains-au-japon-66/

Le plus visités Débuter avec Firefox À la une

Guide Japon

Economie  
Politique  
Technologie  
Chine  
Environnement  
Santé  
Crime  
Diplomatie  
Automobile  
Sport  
Armée Défense  
Pêche  
Corée du Nord  
Culture  
Insolite

**MOBIFUN**  
**OFFERT**  
**SUR TON**  
**MOBILE**

**PLAYBOY**  
RELAIN LE PLUS CÂME  
SUR TON MOBILE

Terminé

La police lâche une volée de robots-papillons pour aller renifler une planque de drogue. Des robots-abeilles s'infiltrent sous les décombres d'un séisme pour rechercher des survivants. On pourrait croire à un scénario de science-fiction, mais il s'agit de projets bien réels de chercheurs japonais qui espèrent copier les cerveaux des insectes afin de les programmer à des tâches spécifiques.

Ryohhei Kanzaki, professeur au Centre de recherches sur la science et la technologie de l'Université de Tokyo, a étudié les cerveaux des insectes pendant trois décennies et est devenu un pionnier dans le domaine des insecte-machines hybrides. Son but initial et ultime est de comprendre le cerveau humain afin de pouvoir rétablir artificiellement les liaisons neuronales endommagées par la maladie ou par accident.

Mais pour atteindre cet objectif, il s'est intéressé de près à la "cervelle" des insectes. Alors que le cerveau humain est composé d'environ 100 milliards de neurones, ou cellules nerveuses, qui transmettent des signaux aux différentes parties du corps pour les activer, celui des insectes en a beaucoup moins, environ 100.000 à l'intérieur du minuscule cerveau de 2 mm du papillon du ver à soie.

Mais la taille ne fait pas tout, comme l'explique M. Kanzaki. La structure cérébrale des insectes permet de contrôler des acrobaties complexes, comme attraper un autre insecte tout en volant, ce qui prouve qu'elle enferme "un paquet d'excellents logiciels", perfectionnés au cours de centaines de millions d'années d'évolution, souligne-t-il.

Par exemple, le papillon du ver à soie mâle - qui seul peut voler - est capable de repérer une femelle à plus d'un kilomètre en captant son odeur ou phéromone. M. Kanzaki espère recréer artificiellement les schémas cérébraux des insectes à l'aide de circuits électroniques. Son équipe est déjà parvenue à modifier génétiquement un papillon de ver à soie mâle afin de le faire réagir non plus à l'odeur mais à la lumière, ou bien aux émanations dégagées par une autre mite.

De telles modifications peuvent déboucher sur la mise au point de robots-insectes capables de détecter la présence de drogue à plusieurs kilomètres de distance, ou bien de signaler des mines, des gaz toxiques ou des survivants enterrés sous des décombres. L'équipe de chercheurs travaille depuis les années 90 sur des machines hybrides mi-insecte, mi-robot.

Au cours d'une expérience, ils ont montré qu'un papillon de ver à soie mâle, harnaché à une sorte de voiture miniature, alimentée par des piles, pouvait diriger le véhicule vers la droite ou vers la gauche.

**La tête d'un ver à soie mâle a été installée sur un véhicule miniaturisé. L'insecte arrive à diriger le véhicule à la recherche de phéromones femelles**

Pour l'environnement, les industriels japonais pensent à la maison du futur

En Japon, les robots industriels remplacent-ils les ouvriers ?

**Dépêches...**

Bases américaines: Hillary Clinton s'impatiente le 13/1/2010 à 10h43

Un pickpocket dérobe des milliers d'euros sur un vol Tokyo-Paris le 12/1/2010 à 11h51

Dix marins chinois et japonais portés disparés le 12/1/2010 à 11h09

La Prius, hybride de Toyota, au top des ventes au Japon le 11/1/2010 à 13h47

La Prius, hybride de Toyota, au top des ventes au Japon le 11/1/2010 à 13h47

Toutes les dépêches **RSS**

**PUBLICITE**

**Crédit Auto en 20 minutes**  
Faites votre demande maintenant!  
Soyez Approuvé - taux % avantageux  
www.creditautodemontreal.ca

**ABC Extermination**  
Insectes et rongeurs La solution qu'il vous faut  
www.exterminationabc.com

## Domaines de recherche en IA

### Indexation multimédia

Les ressources multimédia que l'on retrouve aujourd'hui sur le Web sont à la fois nombreuses, volumineuses et parfois non pertinentes. Aussi l'IA propose-t-elle des outils pour la « fouille » de bases de données (*data mining*) afin d'en extraire des connaissances synthétiques ou d'y découvrir des informations cachées, de diagnostiquer des situations, ou d'aider à superviser la conduite de systèmes.



## Applications de l'IA

Diagnostic médical, thérapie, surveillance d'appareils

Synthèse d'images, vision par ordinateur

Classifications naturelles (biologie, minéralogie, ...)

Planification de tâches (prédictions financières, ...)

Architecture (conception assistée par ordinateur)

Détection de pannes (Sherlock pour les avions F16)

## Applications de l'IA (suite)

Éducation (Systèmes Tutoriels Intelligents, e-Learning)

Génie (vérification de règles de design)

Prospection géologique (gisements miniers)

Centrales nucléaires, feux de forêts (systèmes à temps réel)

Simulateurs de vols (CAE, Bombardier, ...)

Jeux (vidéos)

## Biblio Autre Forum

Scott L. Andresen, « Hebert A. Simon: AI pioneer », *IEEE Intelligent Systems* **16**(4): 71–72, 2001.

Marvin Minsky, « A framework for representing knowledge », in Patrick Henry Winston, éd., *The Psychology of Computer Vision (pourquoi cette apostrophe après Computer?)*, McGraw-Hill, New York, USA, 1975. <[web.media.mit.edu/~minsky/papers/Frames/frames.html](http://web.media.mit.edu/~minsky/papers/Frames/frames.html)>

<[www-poleia.lip6.fr/~gortais/pages/Jardin%20des%20Hasards.html](http://www-poleia.lip6.fr/~gortais/pages/Jardin%20des%20Hasards.html)>

<[www.nlm.nih.gov/research/umls](http://www.nlm.nih.gov/research/umls)>

<[www.cs.waikato.ac.nz](http://www.cs.waikato.ac.nz)>

<[www.opencyc.org](http://www.opencyc.org)>

Tim Menzies, « Guest editor's introduction: 21st-century AI – Proud, not Smug », *IEEE Intelligent Systems* **18**(3): 18–24, 2003.

<[www.captcha.net](http://www.captcha.net)>

<[www.cedar.buffalo.edu/NIJ/](http://www.cedar.buffalo.edu/NIJ/)>

## Comparaison des méthodes de l'intelligence artificielle et des méthodes informatiques classiques

### Méthodes classiques

Près du fonctionnement de la machine

Traitement de nombres ou de textes

Utilisent beaucoup de calculs

Suivent des algorithmes rigides et exhaustifs

Ne sont généralisables qu'à une classe de problèmes semblables

### Méthodes d'intelligence artificielle

Près du fonctionnement humain

Traitement de symboles

Utilisent beaucoup d'inférences

Font appel à des heuristiques et à des raisonnements incertains

Sont généralisables à des domaines complètement différents

## Types de raisonnement en IA

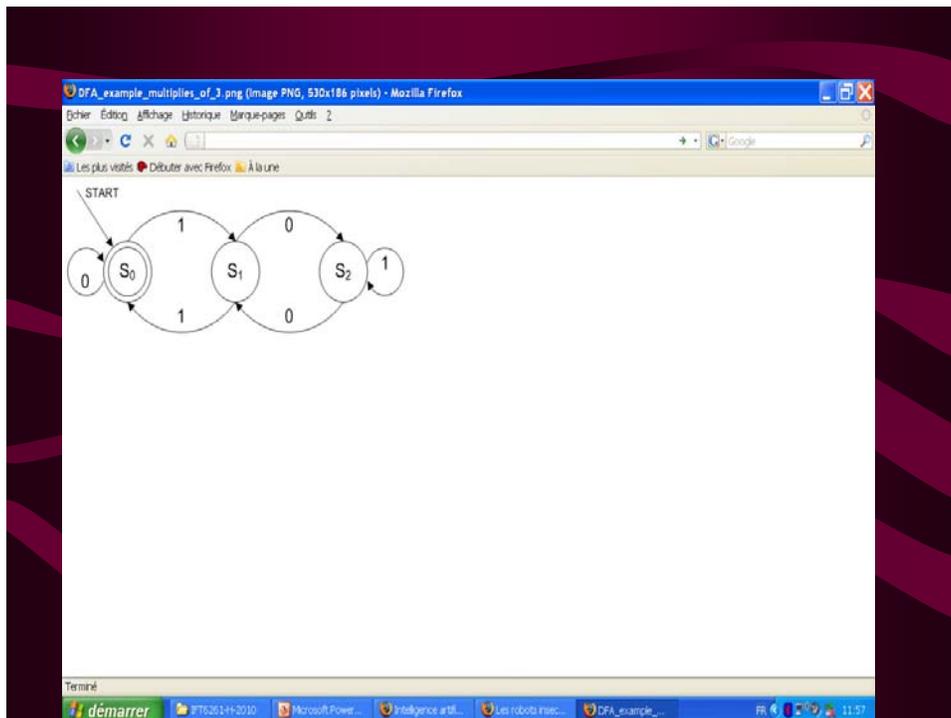
- **Le raisonnement** est un enchaînement d'énoncés ou de représentations symboliques conduit en fonction d'un but (démontrer, convaincre, élucider, interpréter, décider, justifier, expliquer) en général non linéaire (retours arrière) comme la démarche humaine.
- Le raisonnement **formel**
- Le raisonnement **procédural**
- Le raisonnement par **analogie**
- Le raisonnement par **généralisation et abstraction**
- Le raisonnement **géométrique**

## Raisonnement formel

- Raisonnement logique,
- Raisonnement approximatif,
- Raisonnement temporel

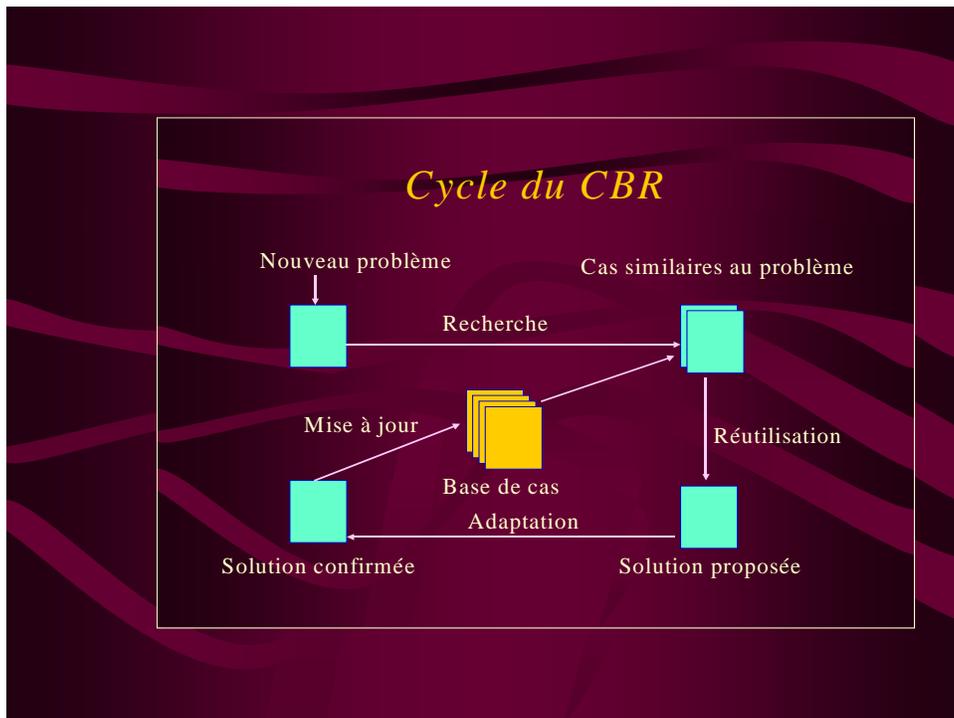
# Raisonnement procédural

- Le raisonnement **procédural**  $\Rightarrow$  algorithmes et automates d'états finis (raisonnement par classification et raisonnement distribué et modèle de tableau noir)



# Raisonnement par analogie

- Le raisonnement par **analogie** (raisonnement à partir de cas)



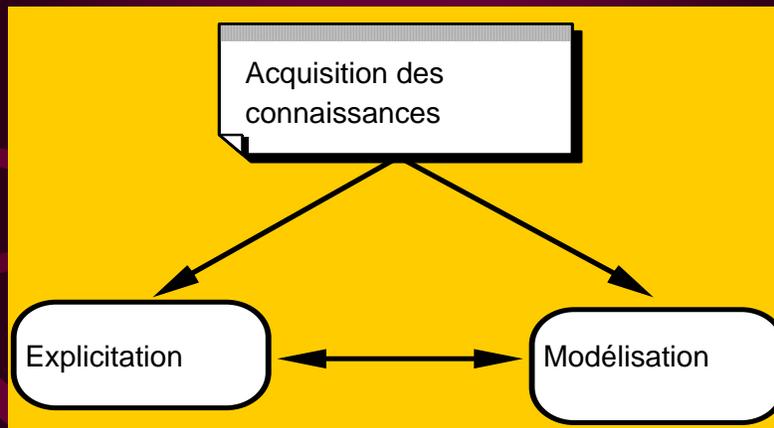
## Raisonnement par généralisation

- Le raisonnement par **généralisation et abstraction** (raisonnement par classification raisonnement par induction)

## Raisonnement géométrique

- Le raisonnement **géométrique** (Synthèse d'images , reconnaissances des formes, localisation d'objets, vision par ordinateur)

## Acquisition des connaissances



## Problématique de l'acquisition de connaissances

- Les connaissances d'un expert sont subjectives et difficiles à formaliser.
- Les formalismes utilisés pour la représentation des connaissances ne permettent pas un bon niveau d'abstraction et restent liés à l'implantation.
- Comment organiser les connaissances en vue de leur traitement ?
- Transfert d'expertise => Modélisation des connaissances et de la méthode de résolution de problèmes

## Types de connaissances

### ☞ Connaissances déclaratives (le savoir)

La population du Québec était de 7 800 000 habitants en 2009.

### ☞ Connaissances procédurales (le savoir faire)

Une recette de cuisine => faire un gâteau au chocolat.

### ☞ Connaissances conceptuelles (combine les deux)

Le concept de référendum fera appel aux connaissances procédurales :  
installation des bureaux de votes et constitution des listes électorales ;  
la connaissance déclarative est : un bulletin nul n'est pas compté.

## Données problématiques

- ◆ **Redondance** : calcul du rapport (long tête/hauteur du corps) alors que l'on a les rapports (long tête/long standard) et (hauteur du corps /long standard)
- ◆ **Corrélation** : la taille de la fontanelle diminue en même temps que la taille du corps augmente
- ◆ **Synonymie** : posture du corps (presque droit, C, faiblement courbé)
- ◆ **Ambiguïté** : couleur (foncé, noir)
- ◆ **Information cachée** : forme mâle, forme femelle
- ◆ **Imprécision** : poisson de grande taille
- ◆ **Absence** : absence de paupière adipeuse

## Évolution des processus d'acquisition de connaissances



## Les systèmes à base de connaissances

Autre appellation : **systèmes experts**

**Base de connaissances** : elle contient l'ensemble des informations spécifiques au domaine d'expertise.

**Base de faits** : elle contient l'ensemble des faits relatifs au problème. On y stocke les données symboliques et les données numériques.

**Base de règles** : elle contient l'ensemble des règles de production et des connaissances heuristiques déterminant la résolution de problèmes.

**Moteur d'inférences** : il réalise le fonctionnement créatif du système en sélectionnant règles et faits pour générer de nouvelles règles et de nouveaux faits.

**Méta-règles** : il s'agit des règles destinées à guider le moteur d'inférences quant à la stratégie de résolution ou à la maintenance des bases de règles ou de faits.

# Développement d'un système expert

Raisons favorisant le développement d'un système expert :

- Existence d'un grand nombre d'observations systématiques
- Existence d'une procédure d'analyse et de prise de décisions acceptée
- Importance des paramètres qualitatifs, non seulement quantitatifs »  
solution algorithmique impossible
- Solutions souhaitées non évidentes du premier coup, ou difficiles à obtenir autrement
- Intérêt économique du projet (disponibilité d'une information intelligente 24/24h, complexité excessive, etc.)

## Phases de développement

1. Spécification du cahier des charges
2. Choix d'une architecture du système, de son interface utilisateur, et d'un langage de traitement.  
Prévision des mécanismes de modification ultérieure du système
3. Sélection d'un sous-ensemble représentatif du problème pour l'élaboration d'un démonstrateur
4. Acquisition des informations et élaboration du mécanisme d'ajout et de modification de la base de connaissances
5. Implantation du "moteur d'inférences" (règles d'inférence)
6. Test, ajustement et documentation du système

## Catégories de systèmes experts

Catégories	Types de problèmes
Interprétation	Décrire des situations à partir de données sensorielles.
Prédiction	Prédire des conséquences de situations données.
Diagnostic	Identifier des problèmes de fonctionnement à partir d'observations.
Conception	Configurer des objets à partir de contraintes descriptives.
Planification	Déterminer des plans d'action.
Surveillance et contrôle	Comparer des observations à des défaillances possibles et remédier à ces défaillances.
Réparation	Prescrire des remèdes à des mauvais fonctionnements. Exécuter des plans en fonction de remèdes prescrits.
Formation	Identifier les failles dans les connaissances et proposer des stratégies pédagogiques pour y remédier.

## Exemples de systèmes experts

Systèmes d'interprétation de données. Des systèmes permettant de classifier de nouvelles observations par référence à des observations préstockées.

    systèmes de diagnostic en médecine ("de quelle maladie s'agit-il?"),  
    système d'interprétation géologique ("les mesures sismologiques permettent-elles de croire à l'existence de dépôts minéraux importants?"),  
    systèmes d'évaluation psychologique ("s'agit-il d'un cas suicidaire?"), etc.

Systèmes de prédiction. Des systèmes effectuant une interprétation prédictive à partir d'observations préstockées.

    systèmes de prédiction météorologique ("Il pleut aujourd'hui en France. Va-t-il pleuvoir en Suisse demain?"),  
    prédictions géopolitiques ("Les conflits de guerre sont particulièrement fréquents en situation de crise économique. Quelles combinaisons précises de facteurs économiques, sociologiques et politiques prédisent un déclenchement d'hostilités?"),

## Exemples de systèmes experts

**Systèmes de planification.** Des systèmes capables de planifier des actions humaines ou robotiques dans un univers complexe caractérisé par des contraintes ou règles connues.

**Système de réservation de vols aériens,** planification des altitudes de vol selon les vents connus et les corridors disponibles,

planification des actions d'assemblage d'un robot industriel, planification des interventions requises pour la construction d'un bâtiment, etc.

**Systèmes de conception.** Des systèmes de configuration ou de découverte selon un cahier des charges précises.

**Développement et simplification de circuits intégrés,** aménagement d'une cuisine optimale dans un espace donné, clonage de gènes, création d'un nouveau composé chimique, etc.

## Le système MEDIC

**Base de faits :** symptômes du patient (examen clinique, examens biologiques, radiologiques et fonctionnels)

**Deux Bases de règles :** expertise de l'expert sur les ictères rétentionnels chirurgicaux

**Moteur d'inférences =>** chaînage bidirectionnel

**Chaînage avant :** suspicion de diagnostics

**Chaînage arrière :** confirmation ou infirmation de diagnostics

**Chaînage avant :** thérapie et pronostic

# Traitement symbolique des connaissances

Traitement de l'information numérique (premiers ordinateurs)

Traitement alphanumérique (bases de données)

Traitement symbolique (en intelligence artificielle on traite des faits des énoncés des équations, des méthodes représentés par des systèmes de symboles)

# Représentation des connaissances

## Formalismes de représentation :

- Logique des propositions (pas de quantificateurs et pas variables)
- Logique de premier ordre (introduction de variables et de quantificateurs)
- Règles de production

## Représentation structurées

- Réseaux sémantiques
- Frames
- Logiques terminologiques KL-ONE
- Graphes conceptuels

## Exemple en logique propositionnelle et en logique du premier ordre

La phrase "Zola a écrit Germinal" peut se représenter de la façon suivante :

$(\text{AUTEUR, ZOLA}) \wedge (\text{LIVRE, GERMINAL})$

Pour représenter la phrase "quelqu'un a écrit Germinal", on peut utiliser formule atomique formée d'un prédicat et de deux termes (réduits à des constantes) :

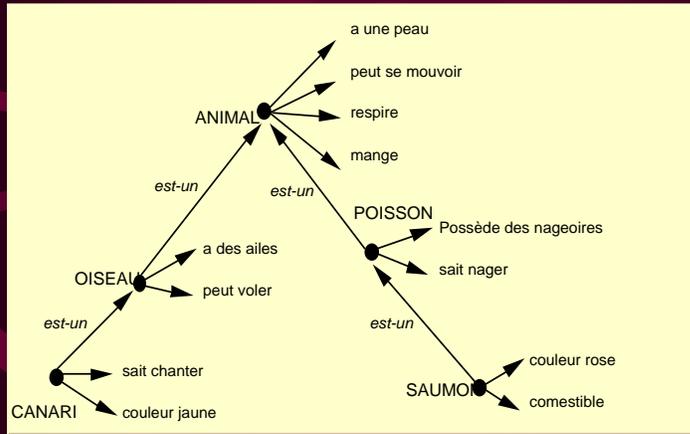
$\exists x, \text{A-ECRIT}(x, \text{GERMINAL})$

## Exemple de règle de production

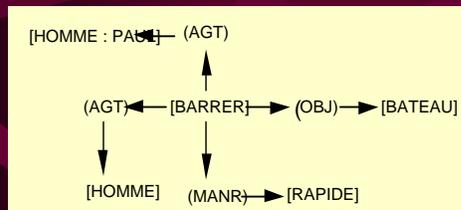
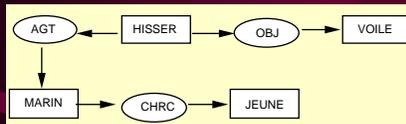
" S'il n'y a pas d'image mais que vous entendez le son, vérifiez le réglage d'intensité de l'écran"

Si non IMAGE et SON Alors INTENSITÉ-ÉCRAN

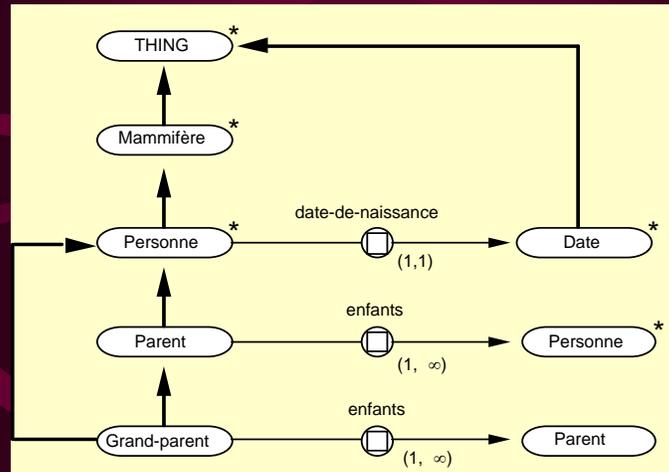
## Exemple de réseau sémantique



## Exemples de graphes conceptuels



## Exemple de logique terminologique

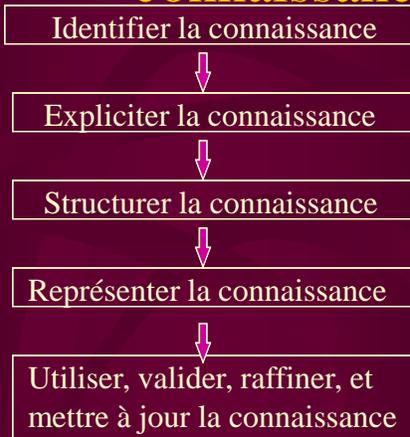


## Ingénierie de la connaissance

### Questions que doit résoudre un cognitifien

- ◆ Quelles sont les données à fournir au système ?
- ◆ Quels sont les résultats produits par le système, comment sont-ils présentés ?
- ◆ Quels sont les types de problèmes ?
- ◆ Quelles sont les caractéristiques des solutions ?
- ◆ Quels types de connaissances doit-on acquérir ?
- ◆ Quelles sont les relations entre données ?
- ◆ Quel est le degré de précision des données et des résultats à fournir ?
- ◆ Quels sont les postulats de base (parfois implicites) de l'expert ?
- ◆ Quelles sont les contraintes à respecter dans les données ou les solutions ?
- ◆ Quels sont les problèmes faciles, fréquents, difficiles ou intéressants ?

## Tâches en ingénierie des connaissances



## Nature de la connaissance d'un expert

La connaissance de l'expert est

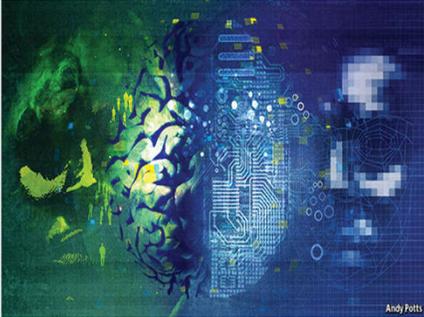
- compilée
- volatile
- subjective
- répartie

# A présent

The Economist | World politics | Business & finance | Economics | Science & technology | Culture | Blogs | Debate | Multimedia | Print edition

**Artificial intelligence**  
**Rise of the machines**

Artificial intelligence scares people—excessively so  
May 9th 2015 | From the print edition | Timekeeper | Tweet



ELON MUSK busies himself building other people's futures. A serial entrepreneur who made his first fortune in the early days of the world wide web, he has since helped found a solar-power company to generate green electricity, an electric-car firm to liberate motorists from the internal-combustion engine, and a rocketry business—SpaceX—to pursue his desire to see a human colony on Mars within his lifetime. It makes him the sort of technologist you would expect might look on tomorrow with unbridled optimism.

Comment (83) | Timekeeper reading list  
E-mail | Reprints & permissions  
Print

Follow *The Economist*

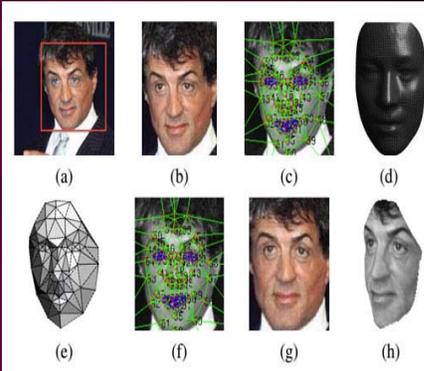
Latest updates »

- Natural born citizenship:** Trump's attack on Cruz gets a boost from law...  
Democracy in America | 1 hour 3 mins ago
- Difference engine:** The dieselgate dilemma  
Science and technology | 1 hour 22 mins ago
- Money talks:** A cocktail of risks  
Free exchange | 2 hours 25 mins ago
- For and against:** Understanding America's system of election primaries  
United States | 3 hours 37 mins ago

**Daily chart:** Stats of the Union

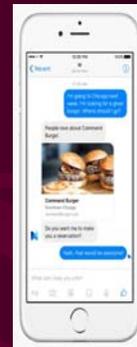
## DeepFace (Facebook)

- La chance qu'un être humain peut déterminer si deux photos d'une personne inconnue représentent cette même personne est de 97.53%.
- La chance que DeepFace fasse de même est de 97.25%
- **Deep Learning** -> le nouvel apprentissage machine.



## Assistants Personnels

- Cortana
  - Introduit sur **Windows 10**
  - Un assistant personnel qui regroupe plusieurs fonctionnalités intelligentes dont la reconnaissance d'images.
- M
  - Introduit par Facebook en 2015
  - Concurrent direct de Cortana (Microsoft) et Siri (Apple)



## Les voitures sans conducteurs

### Google Car



- Circule en Californie depuis l'été 2015.
- Collecte des informations à l'aide de capteurs et radars laser.
- Circule normalement en autoroute et en ville.
- La seule limite : incapacité d'agir face aux gestes d'un agent de police.

## Robots



« I won't bite » un assistant de magasinage présenté à CES 2015

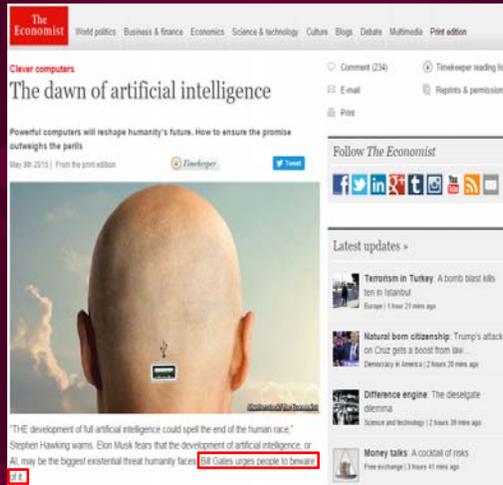


WildCat, un robot qui court exactement comme un chat à une vitesse de 25km/h



Asimo (Honda) un robot multitâche qui peut arroser même des plantes

## Intéressant mais...



## Perspectives futures en IA

- ◆ Agents intelligents (résolution de conflits politiques,...)
- ◆ Vie artificielle (étude des écosystèmes)
- ◆ Data mining (aide à la décision, internet)
- ◆ Traitement du langage naturel (écrit ou parlé)
- ◆ E-Learning (formation à distance)
- ◆ Commerce électronique
- ◆ Web services
- ◆ Réalité virtuelle

## Un futur plus agréable pour l'humain ?

Nous sommes encore loin des espoirs et désespoirs prédits par les auteurs de science-fiction dans des films tels que *2001 : Odyssée de l'espace*, *Intelligence artificielle*, *La Matrice* et *Terminator*.

Le but ultime de l'intelligence artificielle n'est pas de remplacer l'humain, mais bien de le décharger afin qu'il puisse se concentrer sur des tâches de plus en plus créatives ou agréables.

Tim Menzies a dit : « Je rêve encore au jour où mon processeur *Word* écrirait un article comme celui-ci, pendant que moi je vais à la plage ! »<sup>7</sup>. Y arrivera t-on un jour ? Peut-être...