

Intelligence artificielle : des jeux à la conscience...

Jean-Paul Haton

Institut Universitaire de France
LORIA/INRIA - Université de Lorraine

Académie Européenne
Interdisciplinaire des Sciences
Nancy 24 février 2017



Plan de l'exposé

- Brève introduction à l'IA
- Approches et modèles de l'IA
- Quelques grands thèmes :
 - aide au diagnostic
 - réseaux sociaux
 - agents conversationnels et robotique
- Conclusion et perspectives

Plan de l'exposé

- **Brève introduction à l'IA**
- Approches et modèles de l'IA
- Quelques grands thèmes :
 - aide au diagnostic
 - réseaux sociaux
 - agents conversationnels et robotique
- Conclusion et perspectives

Intelligence...

- Référence à l'intelligence humaine (cf. sciences cognitives).
- Capacités :
 - de mémorisation,
 - de structuration de la connaissance,
 - de perception,
 - de raisonnement,
 - de prise de décision,
 - d'apprentissage,
 - de communication et de dialogue.

L'Intelligence Artificielle (IA)

- ❑ Une branche de l'informatique.
- ❑ Une science : des concepts, des théories, des chercheurs.
- ❑ Une technique : des outils, des produits et des réalisations, des ingénieurs.
- ❑ Un domaine pluridisciplinaire.

A Proposal for the DARTMOUTH SUMMER RESEARCH PROJECT ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

June 17 - Aug. 16

We propose that a 2 month, 10 man study of artificial intelligence be carried out during the summer of 1956 at Dartmouth College in Hanover, New Hampshire. The study is to proceed on the basis of the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it. An attempt will be made to find how to make machines use language, form abstractions and concepts, solve kinds of problems now reserved for humans, and improve themselves. We think that a significant advance can be made in one or more of these problems if a carefully selected group of scientists work on it together for a summer.

The following are some aspects of the artificial intelligence problem:

...the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it.

but the major obstacle is not lack of machine capacity, but our inability to write programs taking full advantage of what we have.

2) How Can a Computer be Programmed to Use a Language

It may be speculated that a large part of human thought consists of manipulating words according to rules of reasoning

Définition de l'intelligence artificielle

Question to John Mac Carthy. :
What is artificial intelligence?



“It is the science and engineering of making intelligent machines, especially intelligent computer programs. It is related to the similar task of using computers to understand human intelligence, but AI does not have to confine itself to methods that are biologically observable”

Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

7

Kasparov vs Deep Blue : 1997



Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

8

Watson au jeu *Jeopardy!* : 2011



Et ensuite... : aide à la décision médicale (Cancer Institute LA), banque (DBS Singapour, Caixabank Espagne), services financiers

Lee Sedol vs *AlphaGo* : 2016



Libratus (CMU) et le Poker : 2017



BRAINS VS. ARTIFICIAL INTELLIGENCE
Be sure to tweet @WinBigRivers and @SCSatCMU using #BrainsvAI

JANUARY 11-30 | 11AM-7PM
Hands Dealt: 120,000/120,000

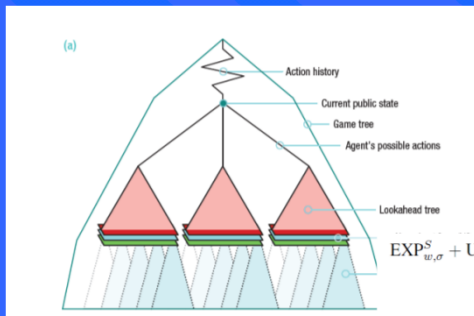
BRAINS : (\$1,766,250)	LIBRATUS : \$1,766,250
DONG KIM : (\$85,649) LIBRATUS : \$85,649	JASON LES : (\$880,087) LIBRATUS : \$880,087
JIMMY CHOU : (\$522,857) LIBRATUS : \$522,857	DANIEL MCAULAY : (\$277,657) LIBRATUS : \$277,657

Parentheses indicate a negative number.

Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

11

Libratus (CMU) et le Poker : 2017



$$\begin{aligned}
 \text{EXP}_{w,\sigma}^S + \text{U}_{w,\sigma}^S &= \sum_{I \in \mathcal{I}_I^S} \max(\text{BV}_I(\sigma), w_I) - \sum_{I \in \mathcal{I}_I^S} \text{BV}_I(\sigma) \\
 &\quad + \min_{\sigma^S} \sum_{I \in \mathcal{I}_I^S} \max(w_I, \text{BV}_I(\sigma \rightarrow \sigma^S)) - \sum_{I \in \mathcal{I}_I^S} w_I \\
 &\leq \sum_{I \in \mathcal{I}_I^S} \max(\text{BV}_I(\sigma), w_I) - \sum_{I \in \mathcal{I}_I^S} \text{BV}_I(\sigma) \\
 &\quad + \sum_{I \in \mathcal{I}_I^S} \max(w_I, \text{BV}_I(\sigma)) - \sum_{I \in \mathcal{I}_I^S} w_I \\
 &= \sum_{I \in \mathcal{I}_I^S} [\max(w_I - \text{BV}_I(\sigma), 0) + \max(\text{BV}_I(\sigma) - w_I, 0)] \\
 &= \sum_{I \in \mathcal{I}_I^S} |w_I - \text{BV}_I(\sigma)| \leq \epsilon_E
 \end{aligned}$$

Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

12

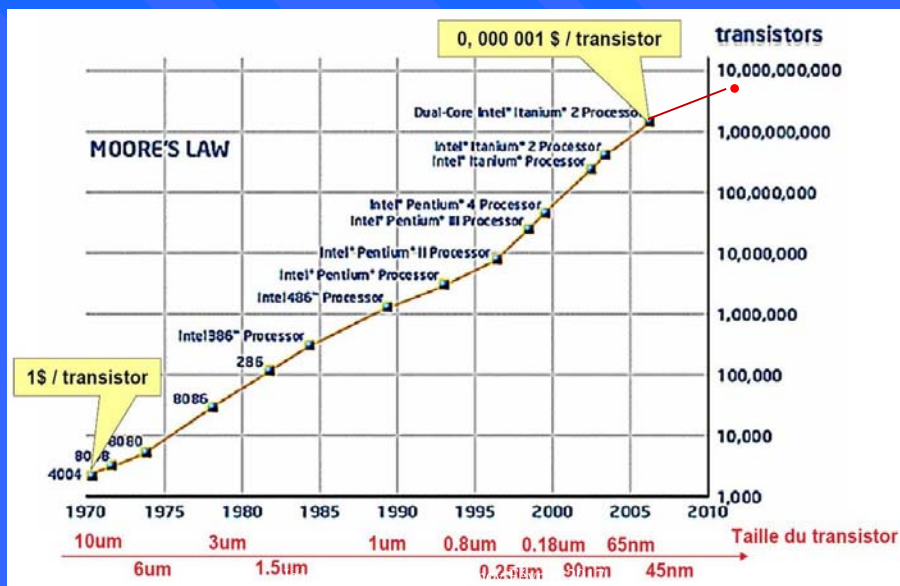
Réalisations

- ❑ Jeux : morpion (1952), dames (1994), échecs (1997), Go (2016)...
- ❑ Aide au diagnostic : médical, spatial, industriel.
- ❑ Aide à la décision : banques, assurances, conduite de procédés, domaine militaire.
- ❑ Reconnaissance de la parole : dictée vocale, télématique.
- ❑ Traitement de la langue écrite : compréhension, traduction.
- ❑ Lecture optique de caractères.
- ❑ Interprétation de signaux : surveillance, conduite.
- ❑ Traitement d'images et vision : médecine, industrie, agriculture
- ❑ Voiture sans chauffeur
- ❑ ...

Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

13

Loi de Moore



Plan de l'exposé

- Brève introduction à l'IA
- **Approches et modèles de l'IA**
- Quelques grands thèmes :
 - aide au diagnostic
 - réseaux sociaux
 - agents conversationnels et robotique
- Conclusion et perspectives

VOL. LIX. No. 236. [October, 1950]

Computing Machinery and Intelligence

A. M. Turing

1950

MIND
A QUARTERLY REVIEW
OF
PSYCHOLOGY AND PHILOSOPHY

I.—COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE

By A. M. TURING

1 The Imitation Game

I propose to consider the question, "Can machines think?" This should be with definitions of the meaning of the terms "machine" and "think." The definitions might be framed so as to reflect so far as possible the normal use of the words, but this attitude is dangerous. If the meaning of the words "machine" and "think" are to be found by examining how they are commonly used it is difficult to escape the conclusion that the meaning and the answer to the question, "Can machines think?" is to be sought in a statistical survey such as a Gallup poll. But this is absurd. Instead of attempting such a definition I shall replace the question by another, which is closely related to it and is expressed in relatively unambiguous words.

The new form of the problem can be described in terms of a game which we call the "imitation game." It is played with three people, a man (A), a woman (B), and an interrogator (C) who is in a room apart from the other two. The interrogator asks questions of A and B, and is to determine which is the man and which is the woman. The man is to try to give answers which will cause C to make the wrong identification. His answer might therefore be:

C: Will X please tell me the length of his or her hair?

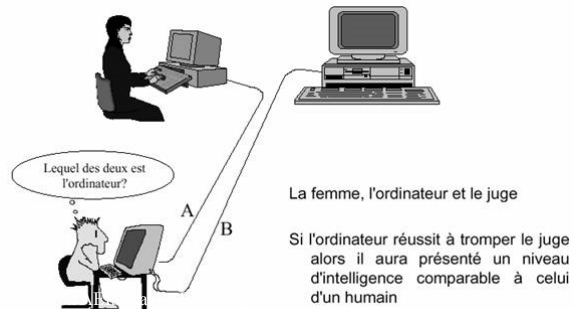
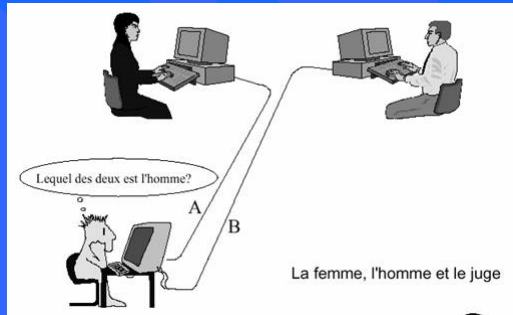
Now suppose X is actually A, then A must answer. It is A's object in the game to try and cause C to make the wrong identification. His answer might therefore be:

"My hair is shingled, and the longest strands are about nine inches long."

I propose to consider the question, « Can machines think? »

2017 16

Le test de Turing



Eliza (Weigenbaum, 1966)

« Parodie des réponses d'un psychothérapeute à ses patients »

Également :
Parry (Colby, 1970) : simulation
de la conversation d'un
schizophrène

...mais encore loin du test
de Turing!

```
File Edit Options Buffers Tools Help
I am the psychotherapist. Please, describe your problems.
Each time you are finished talking, type RET twice.
I have a terrible headache.
Maybe you should consult a doctor of medicine, I am a psychiatrist.
Okay, I'll do that then.
Can you elaborate on that?
What are you talking about? No I cannot elaborate. See you later.
Why do you say that?
Now you're just talking nonsense!
What makes you believe now I am just talking nonsense?
You are not making any sense.
Perhaps your plans have something to do with this.
-u: ** *doctor* (Doctor Fill)--Li--Top-----
```

Example of ELIZA in Emacs.

Jean-P

Les approches de l'intelligence artificielle

Making a mind

McCarthy - Minsky -
Newell...

IA symbolique



« Systèmes à bases de
connaissances »

Modelling the brain

McCulloch - Pitts -
Rosenblatt...

IA connexionniste



« Réseaux neuronaux »

Modèles statistiques

90's

Convergence
(Modèles hybrides)

Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

19

Les grands modèles

- Connaissances symboliques
- Réseaux neuronaux
- Modèles statistiques

Un aspect commun : l'apprentissage!

Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

20

Les grands modèles

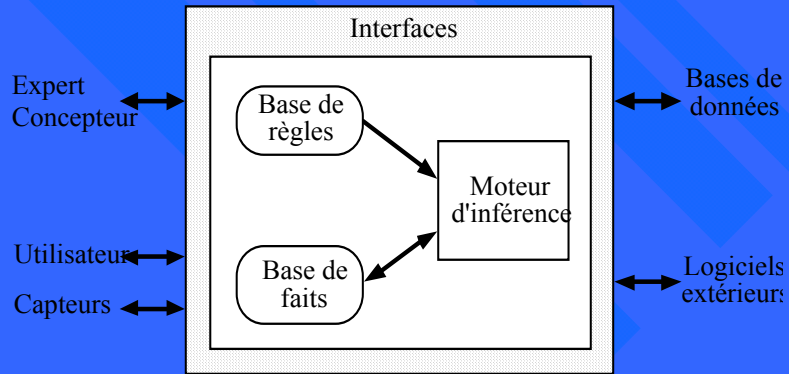
- **Connaissances symboliques**
- Réseaux neuronaux
- Modèles statistiques

Intelligence et connaissances

- Représentation des connaissances :
Règles / Objets / Ontologies / ... (cf. Cyc)
... et raisonnements associés
- Moteurs de recherche, Web sémantique
- Mémoire sémantique
- Systèmes de questions - réponses :
True Knowledge, Watson, TextRunner, Quaero

Systemes à bases de connaissances

SI <condition> ALORS <conclusion> (cv)

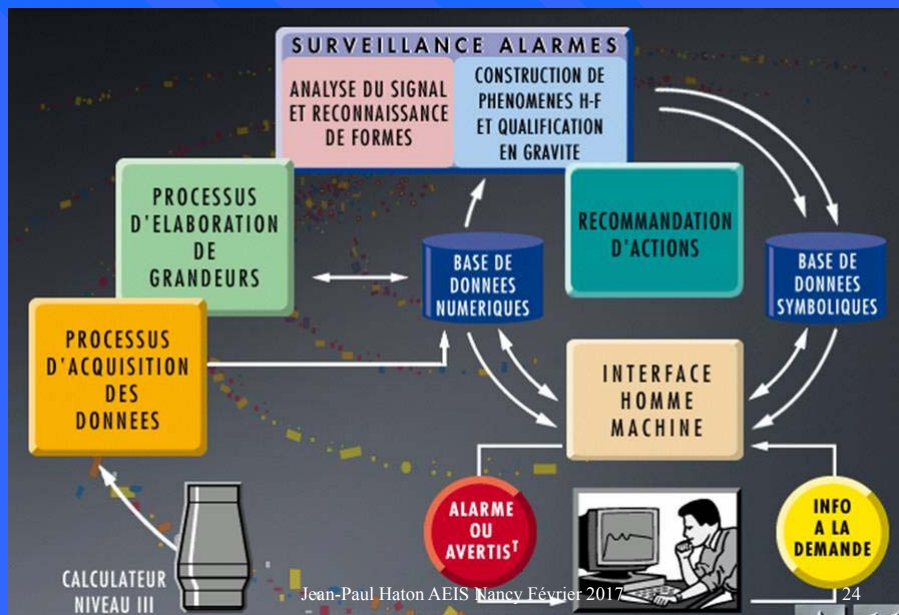


Aide à la décision médicale : de MYCIN (1976) à Watson (2011) et autres (Mental Health Diagnostic Expert System, MeHDES 2012)

Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

23

SACHEM : aide à la conduite d'un haut-fourneau



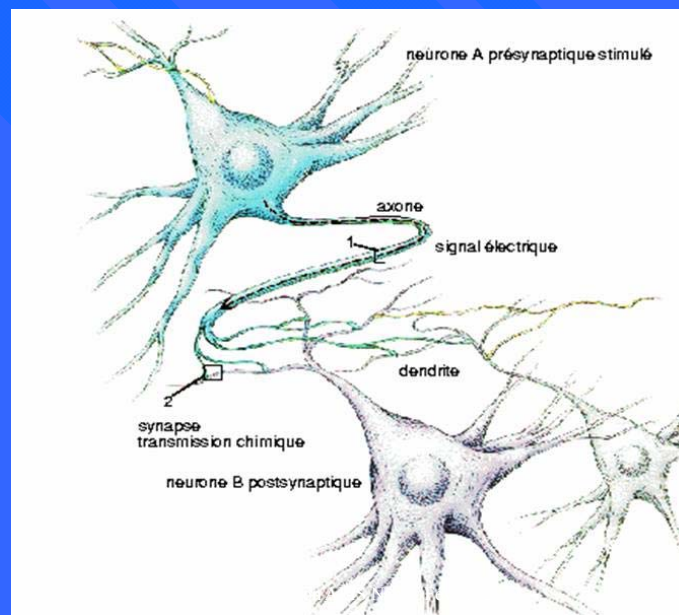
Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

24

Les grands modèles

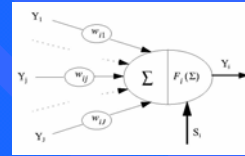
- Connaissances symboliques
- **Réseaux neuronaux**
- Modèles statistiques

Le neurone biologique...



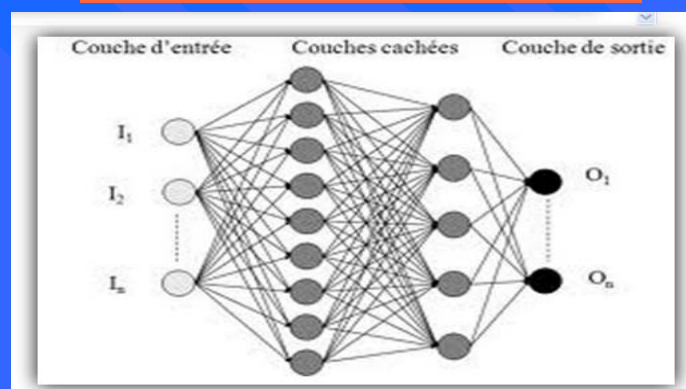
Contributions des neurosciences et psychologie

- Le neurone formel (Mc Culloch et Pitts, 1943) :



- Le perceptron (Rosenblatt, 1957) : apprentissage
- L'apprentissage par renforcement (Hebb, 1949)
- Le modèle de mémoire sémantique (Quillian et Collins, 1969) et les nombreux modèles cognitifs
- Le perceptron multicouches (Rumelhart et al., 1986)

IA connexionniste : le perceptron multi-couches



Avancée récente : **apprentissage profond** (*Deep Learning* et *Deep Neural Nets*),
conjonction de l'algorithmique et de l'évolution technologique

Les grands modèles

- Connaissances symboliques
- Réseaux neuronaux
- **Modèles statistiques**

Reconnaissance de la parole

- Principe : modéliser les unités verbales (mots, phonèmes) essentiellement à l'aide de modèles statistiques
- Apprentissage : à partir d'énormes quantités de parole
- Évolution scientifique et technologique :
de l'ordinateur (1974) au téléphone portable (2004)!



Plan de l'exposé

- Brève introduction à l'IA
- Approches et modèles de l'IA
- **Quelques grands thèmes :**
 - aide au diagnostic
 - réseaux sociaux
 - robotique
- Conclusion et perspectives

Big Data et fouille de données

- La quantité de données complexes produites augmente chaque année :
 - données sur les patients,
 - diagnostics,
 - résultats d'analyses,
 - images,
 - appareillages, etc.
 - et publications scientifiques!
- 80% de ces données sont non structurées
- Exploiter ces données est un facteur clé pour l'avenir!
- Impossible « à la main »
 - *Data Mining* (Fouille de données et de textes) pour extraire des pépites de connaissances à l'aide d'outils statistiques
 - Apprentissage (Réseaux neuronaux « profonds »)
- Protection des données : vraie question de vie privée (opacité des collectes)
- *La décision finale reste au spécialiste (médecin, ingénieur, etc.)*²

ML3

Capitaliser, diffuser, exploiter les connaissances

ML4

- ❑ Fouille de données de nature variée
- ❑ Mémoires d'entreprise
- ❑ Commerce électronique
- ❑ Web sémantique 2.0
- ❑ Réseaux sociaux : *Facebook et al.*

Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

33

ML3

Capitaliser, diffuser, exploiter les connaissances

ML4

- ❑ Fouille de données de nature variée
- ❑ Mémoires d'entreprise
- ❑ Commerce électronique
- ❑ Web sémantique
- ❑ **Réseaux sociaux : *Facebook et al.***

Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

34

Diapositive 33

ML3 Rendre exploitable l'immense source de K potentielle du Web!
Rapprochement fructueux BD-IA
MAIA; 10/12/2002

ML4 We : normes RDF et RDFS pour organiser les infos sur le web avec la syntaxe XML (principe : ajout de méta données à la description des ressources sous forme d'objets = on "sémantise" les données, par rapport à XML, purement syntaxique.
MAIA; 10/12/2002

Diapositive 34

ML3 Rendre exploitable l'immense source de K potentielle du Web!
Rapprochement fructueux BD-IA
MAIA; 10/12/2002

ML4 We : normes RDF et RDFS pour organiser les infos sur le web avec la syntaxe XML (principe : ajout de méta données à la description des ressources sous forme d'objets = on "sémantise" les données, par rapport à XML, purement syntaxique.
MAIA; 10/12/2002

Réseaux sociaux



« Sur Internet, personne ne sait que tu es un chien... »
P. Steiner *The New Yorker*, July 1993

Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

35

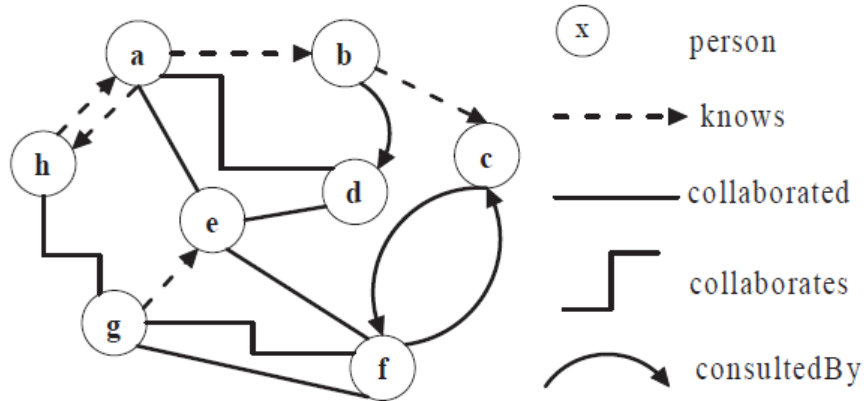


- Individualisation
- Connexion permanente

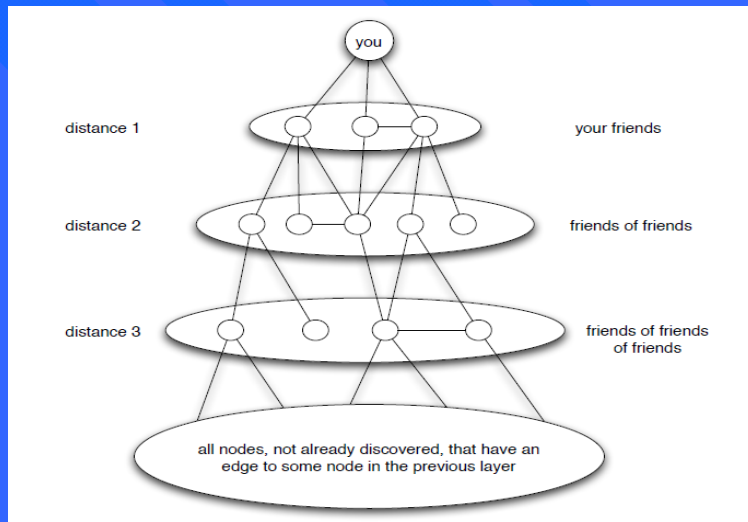
Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

36

Réseaux sociaux



Recherche en largeur dans des graphes



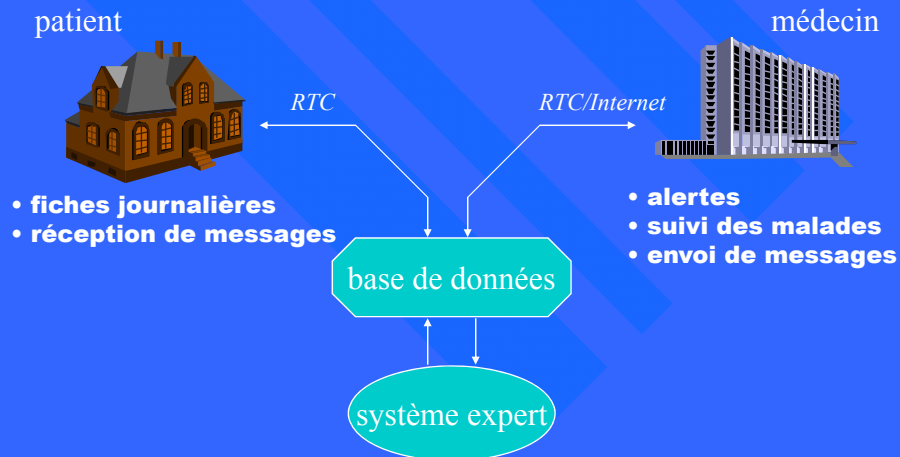
Plan de l'exposé

- Brève introduction à l'IA
- Approches et modèles de l'IA
- Quelques grands thèmes :
 - aide au diagnostic
 - réseaux sociaux
 - **robotique**
- Conclusion et perspectives

Assistance à la vie autonome

- Télésurveillance (Diatélic)

Diatélic : suivi d'un patient



Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

41

Assistance à la vie autonome

- Télésurveillance (Diatélic)
- Sols « intelligents » et connectés : détection de chutes, déclenchement d'alarmes
- Robots assistants

Très utiles... mais :

- respect de la dignité,
- droit à la tranquillité,
- protection de la vie privée et de l'anonymat



Robot PR2 du LAAS

Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

42

Robotique

□ Les robots industriels



Billancourt 1962
R4

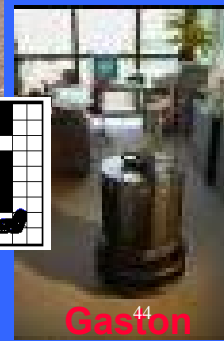


Palencia (Castille) 2011
Mégane

43

Robotique mobile

- Apprentissage de comportements
- Fusion de données de capteurs
- Planification (trajectoires, missions)
- Applications :
 - Jeux, compagnons
 - Intervention, sauvetage
 - Industrie
 - Tourisme (Cycab)
 - Médecine
 - Humanoïdes
 - Assistance à la conduite



Gaston⁴⁴

Robots humanoïdes



Sur le web : Obama joue au foot avec un robot japonais



Kirobo



Pepper de Aldebaran

Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

45

Robots compagnons

Des expériences de recherche sur les robots compagnons ou domestiques se multiplient, en particulier à destination des personnes âgées. De nombreux projets comme les projets européens GIRAFFPlus et MOBISERV, ou le projet français ROMEO2.



Romeo de Aldebaran



Jean-Paul Haton AEIS Nancy Février 2017

Robots compagnons - 2

- Projet DCAPS (Detection and Computational Analysis of Psychological Signals) (DARPA, 2013) :

Robot « intelligent » doté de :

- compréhension du langage naturel (écrit et parlé)
- vision
- apprentissage
- analyse des gestes et des comportements
- analyse des émotions (relation entre mouvements des yeux, des lèvres ou des sourcils et paramètres vocaux)

pour détecter des personnes en difficulté

- Zenbo (Asus) :

Robot à roues
Divertir, assister...
Surveillance de santé et bien-être

Robots compagnons : Projet ALIZ-E (2010)

Projet européen destiné à concevoir et tester des petits robots “sociaux” dotés de capacité d’IA pour étudier les réactions d’enfants devant de tels robots

“Siri, will you marry me?” ...



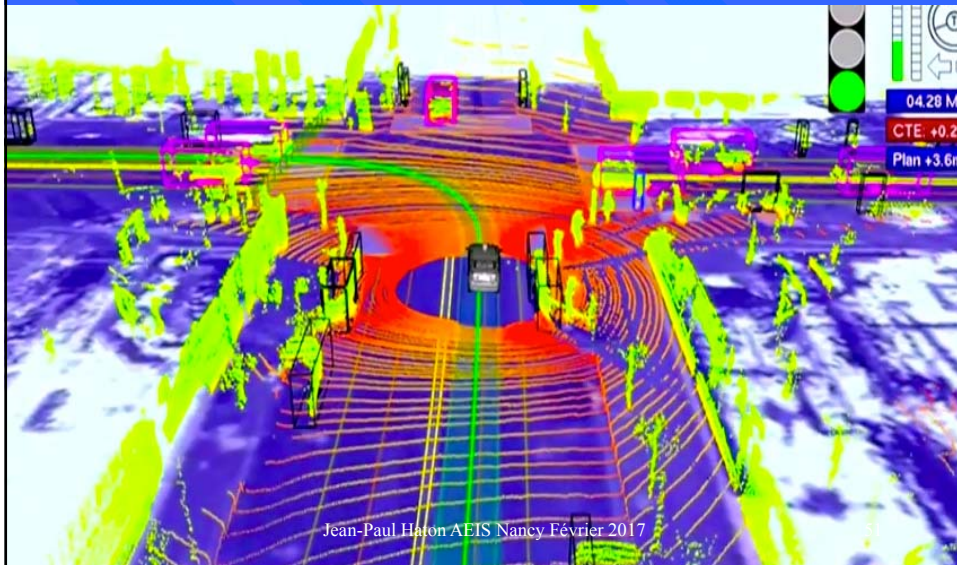
Droits et devoirs des robots

- Capacité létale d'un robot
 - Va à l'encontre de la première Loi d'Asimov (1942) : « Un robot ne peut porter atteinte à un être humain ni, en restant passif, permettre qu'un être humain soit exposé au danger. »
 - Le robot peut-il faire la différence entre un être vivant et un objet ?...
- Robots auto-évolutionnaires
- Ethique
 - Risque et responsabilité en cas d'accidents (la voiture automatique...)
 - Rôle des robots dans l'interaction sociale
 - Protection des données (*e.g.* médicales)

Véhicules autonomes : « Google car »



Google car



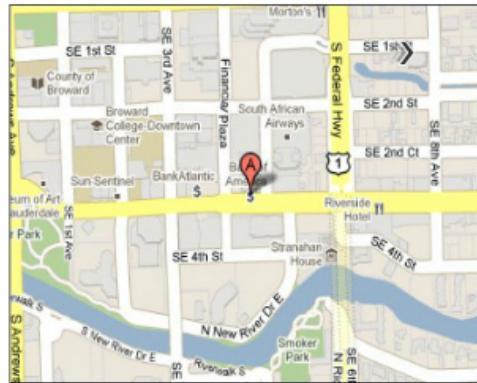
Trois composantes

- Cartes Google : base de données d'informations sur la route
- Capteurs : caméra vidéo, capteurs de distance (radar, lidar), estimateurs de position (sur les roues), GPS très précis
- Intelligence artificielle : prises de décision

Les cartes Google

Google Maps interacts with GPS and acts like a database.

- Speed Limits.
- Upcoming intersections.
- Traffic Report.
- Nearby collisions.
- Directions.



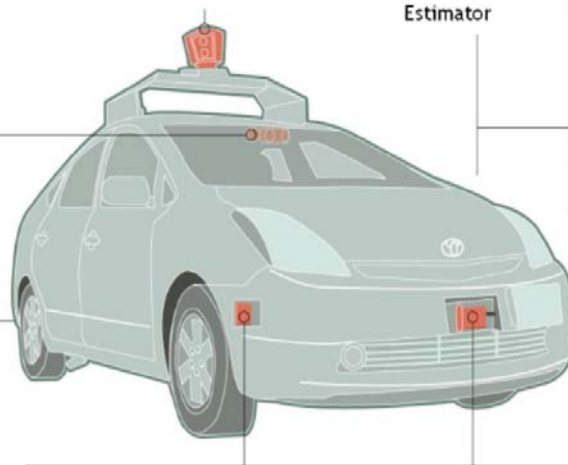
Les capteurs

Video Camera

Lidar

Position Estimator

Distance Sensors.



Intelligence artificielle

But de l'agent conducteur :
amener le passager à sa destination de façon sûre et « légale »

Décisions prises :

- niveau d'accélération
- instant de ralentissement et d'arrêt
- instant de virage

IA et éthique

- Questions déjà abordées pour l'infoéthique :

<http://www.cnrs.fr/fr/organisme/ethique/comets/docs/rapportComets091112.pdf>

- Aspects spécifiques nouveaux :

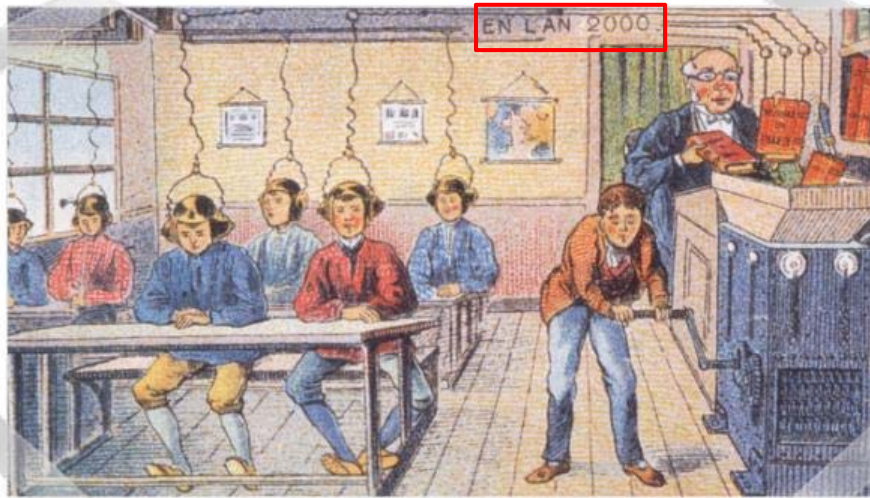
- nuisance des systèmes d'IA (cf. lois d'Asimov pour les robots)
- statut moral des machines
- détermination de responsabilités
- accès transfrontaliers (cf. avatars)
- propriétés requises du fait du rôle social et médical potentiel :
prédictabilité, transparence à l'inspection
- singularité, systèmes à intelligence surhumaine :
implique des comportements « suréthiques »
- conscience...

IA et Conscience

- Définition
- Modèles de conscience artificielle : Kurzweil, Cardon, etc.
- Ressentir vs Simuler (cf. les agents conversationnels) :
 - . détecter les émotions des humains (gestes, visage, parole, ...)
 - . répondre en temps réel en simulant une émotion (cf. Pepper)
 - . influencer les émotions de son interlocuteur
- et le test de Turing? : intelligence, pas conscience
- Test du miroir (Gallup) : bébé vs robot...
- comprendre les mécanismes sous-jacents à l'émergence de la conscience vue comme un processus de l'interaction d'un agent et de son environnement (projet *Ergosum* ISIR - LAAS)
- pas de conscience de robot! : simulation, répétition (cf. Tay Microsoft)

Conclusion

- L'IA a permis d'étendre le champ de l'informatique
- Mise au service de l'homme de la puissance de l'ordinateur d'une façon intelligente pour :
 - résoudre des problèmes longs ou compliqués
 - faciliter la communication et faire partager un savoir
 - aider l'être humain « intelligemment »!
- L'IA est entrée dans la vie économique ...
- ... mais la recherche continue : connaissance, **apprentissage**, Internet des objets, etc.
- Aspects éthiques, politiques (emploi), ...
- Réflexion sur la finalité



Merci pour votre attention!