

L'Intelligence Artificielle

Une espèce en voie d'apparition ?

Olivier Buffet

`olivier.buffet@loria.fr`

Nazim Fatès

`nazim.fates@free.fr`

Lions Club Saint-Dizier Grand Der

23 octobre 2008



Commençons par une question :

Qu'est-ce que l'intelligence ?

Intelligence

Etymologie

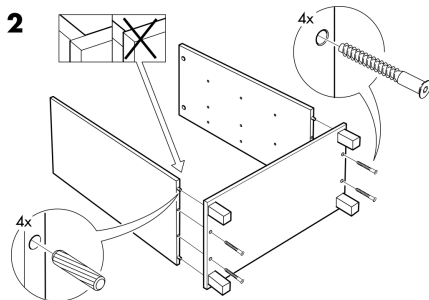
latin *intellegentia* (faculté de comprendre),
de *intellegere* (comprendre) :

- ▶ *inter* (entre)
- ▶ *legere* (choisir, cueillir) ou *ligare* (lier)

Exemple :
la discussion actuelle

En quoi ça consiste ?

- ▶ comprendre
- ▶ représentation
- ▶ symboles



Symboles

Qu'est-ce qu'un symbole ?

Exemple : **la poire**

- ▶ aspects :
forme, couleur, goût, odeur...
- ▶ fonctions :
prendre, poser, manger,
lancer...



Symboles

Qu'est-ce qu'un symbole ?

Exemple : la poire

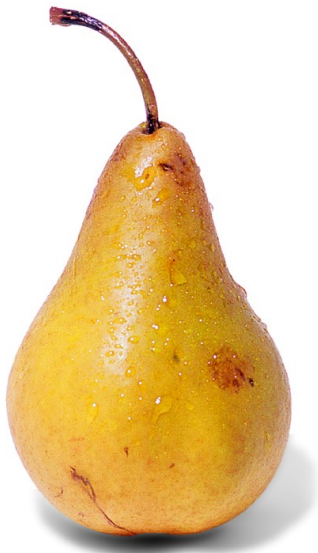
- ▶ aspects :
forme, couleur, goût, odeur...
- ▶ fonctions :
prendre, poser, manger,
lancer...

Question :

Faut-il nécessairement disposer de symboles pour être intelligent ?

Une réponse [Brooks] :

Elephants don't play chess



D'où viennent les symboles ?

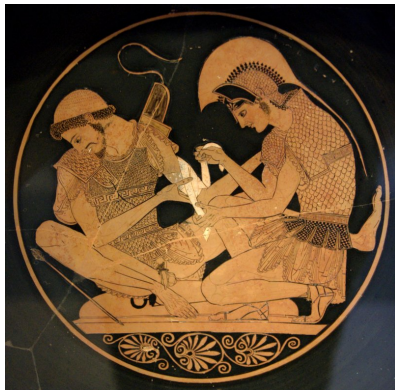
Les symboles répondent à des besoins utilitaires :

- ▶ (sur)vivre :
 - ▶ se nourrir (poire)
 - ▶ appeler à l'aide (cri du bébé)
- ▶ se faire plaisir :
 - ▶ musique
 - ▶ lecture

Hymne homérique à Hermès

- Achille à la tortue :

« Σύμβολον ἤδη μοι μέγ'
ὀνήσιμον οὐκ ὀνοτάζω »



L'intelligence est-elle utile ?

Intelligence=

- ▶ capacité à satisfaire des besoins ?
- ▶ capacité à résoudre des problèmes ?

[Jean Piaget]

L'intelligence dérive de l'adaptation du sujet à son milieu.

Exemple : développement de l'enfant

Intelligence

Une notion difficile à définir

Les *sciences cognitives* l'étudient :

- ▶ psychologie
- ▶ psychiatrie
- ▶ neurosciences
- ▶ linguistique
- ▶ anthropologie
- ▶ sociologie
- ▶ ...

Intelligence

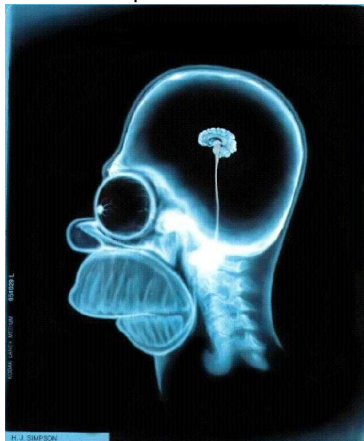
Une notion difficile à définir

Les *sciences cognitives* l'étudient :

- ▶ psychologie
- ▶ psychiatrie
- ▶ neurosciences
- ▶ linguistique
- ▶ anthropologie
- ▶ sociologie
- ▶ ...

quid de l'histoire ? de la
philosophie ? **de l'art** ?

Exemple du cerveau



Intelligence Artificielle

un artifice

Artificiel :

Qui remplace la nature par l'art, l'artifice.



L'intelligence artificielle

cherche à copier / reproduire / imiter l'intelligence “naturelle”.

Intelligence Artificielle

Différents points de vue

Différentes manières d'aborder l'IA :

[S. Russell & P. Norvig]

copier l'humain ?	ou	résoudre des problèmes ?
s'intéresser au "comment" ? (fonctionnement)	ou	viser le résultat ? (comportement obtenu)

Cette taxonomie prête à discussion.

Intelligence Artificielle

De l'homme à la machine

IA :

donner de l'intelligence aux machines

- ▶ Qu'est-ce qu'une intelligence de machine ?
- ▶ Quelle *forme* prend elle ?

Intelligence Artificielle

De l'homme à la machine

IA :

donner de l'intelligence aux machines

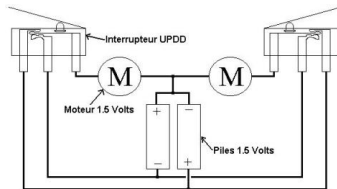
- ▶ Qu'est-ce qu'une intelligence de machine ?
- ▶ Quelle *forme* prend elle ?



Véhicule de Breitenberg

Robot=

- ▶ capteurs (caméras, micros, ...)
- ▶ + effecteurs (roues, bras, ...)
- ▶ + [mécanisme de prise de décision]



Intelligence Artificielle

Le test de Turing

Mécanisme de prise de décision :

- ▶ A - stupide
- ▶ B - pas si stupide que ça (cybernétique)

Questions

- ▶ Jusqu'où peut aller cette intelligence ?
- ▶ Peut-elle dépasser l'humain ?

Test de Turing :

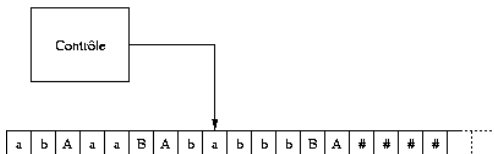
Machine capable d'imiter
la conversation humaine ?



Intelligence Artificielle

La machine de Turing

Pour répondre à la question du “jusqu’où”, Turing a modélisé les *moyens* de l’intelligence d’une machine, créant ainsi la *machine de Turing*.



Algorithmes=

- ▶ recettes de cuisine
- ▶ partitions musicales
- ▶ “programmes” d’un métier
Jacquard



Intelligence Artificielle

Une grande variété d'algorithmes

Les types d'algorithmes rencontrés en IA sont variés.

Une classification possible :

- ▶ séquentiel versus parallèle
- ▶ déterministe versus aléatoire
- ▶ synchrone versus asynchrone

Nous allons :

- ▶ illustrer cette classification sur des exemples,
- ▶ faire le lien avec des objets techniques “quotidiens”.

Intelligence Artificielle

Algorithmes “classiques”

Des exemples d'algorithmes ?

Intelligence Artificielle

Algorithmes "classiques"

Des exemples d'algorithmes ?

- ▶ L'addition, la multiplication.
- ▶ La recherche d'un PGCD, algorithme d'Euclide.
- ▶ La recherche de nombres premiers, le crible d'Erathostène.

Exercices écrits.

2. **Faire** les *divisions* suivantes :

$$\begin{array}{c|c} 18 & 5 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{c|c} 17 & 4 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{c|c} 16 & 6 \\ \hline \end{array} \quad \parallel \quad \begin{array}{c|c} 15 & 7 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{c|c} 18 & 8 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{c|c} 13 & 5 \\ \hline \end{array}$$

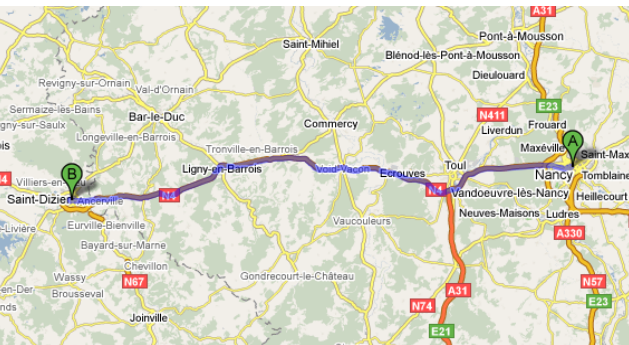
Problème. — Louis a **17** billes ; il joue et perd **3** billes à chaque partie. Il lui reste **2** billes. Combien de parties a-t-il perdues ?

Les nombres premiers jouent un rôle primordial dans la théorie de la *cryptologie* : application militaires (chiffrement des communications) , commerciales (cartes à puce, etc.)

Etant donné un problème, générer et essayer des solutions jusqu'à en trouver une valide (voire optimale).

Exemple :

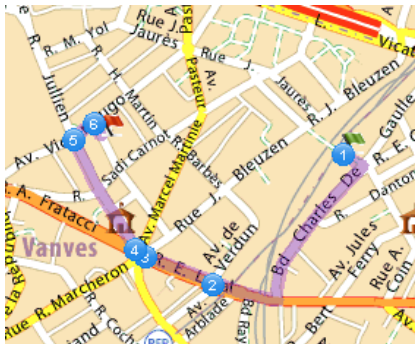
[GPS / Mappy / Google-maps]



- ▶ preuve de théorèmes
- ▶ jeu (échecs, go)
- ▶ gestion de stocks
- ▶ logistique
- ▶ ...

Algorithmes de recherche

[GPS / Mappy / Google-maps]



- ▶ preuve de théorèmes
- ▶ jeu (échecs, go)
- ▶ gestion de stocks
- ▶ logistique
- ▶ ...

ex. H.A . Simon, *Les sciences de l'artificiel*, Folio Gallimard, p. 111

$$\begin{array}{rcccccc} & D & O & N & A & L & D \\ + & G & E & R & A & L & D \\ \hline = & R & O & B & E & R & T \end{array}$$

indice : D= 5

- ▶ méthode brute $10! = 10 \times 9 \times 8 \cdots = 3\,628\,000$ combinaisons
- ▶ méthode “intelligente”, déductive, **séquentielle**

De tels systèmes de déductions peuvent être utilisés pour PROUVER des théorèmes, dans certaines limites.

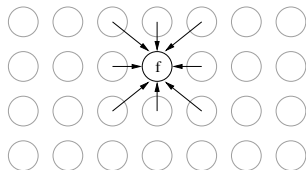
MAIS : Comment faire évoluer un tel système ? robustesse ?

Equipe MaIA : nous explorons une autre voie.

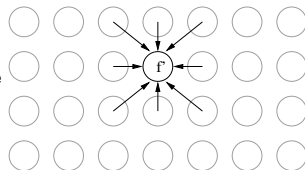
Intelligence Artificielle

Automates cellulaires

cas classique



asynchronisme

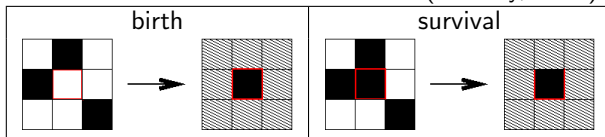


$f' = f$ avec probabilité α

$f' = \text{Id.}$ avec probabilité $1 - \alpha$

grille torique, états 0/1, voisinage avec 8 voisins adjacents

- ▶ démonstration sur le *Jeu de de la vie* (Conway, 1970)



Quelle robustesse pour une mise à jour
synchrone vs. **asynchrone** ?

A l'origine des automates cellulaires, von Neumann, vers 1950 pose une question fondamentale :

Une machine peut-elle, à l'instar des êtres vivants, s'auto-reproduire ?

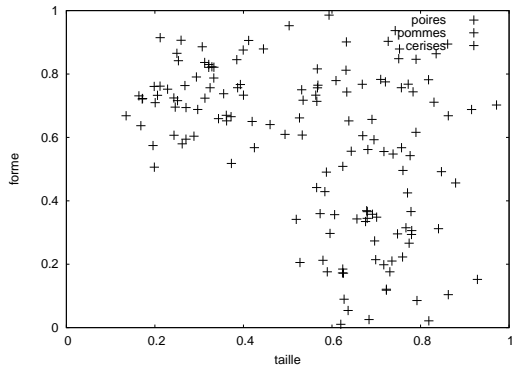
Les automates cellulaires sont utilisés pour :

- ▶ Modèle de calcul **massivement parallèle**,
- ▶ Modéliser les situations avec de nombreuses "particules" en interaction
- ▶ Analyser les propriétés d'auto-organisation des systèmes.

Enjeux pour la modélisation et la compréhension de la nature,
Enjeux économiques, p. ex. développements de nouveaux processeurs.

Intelligence Artificielle

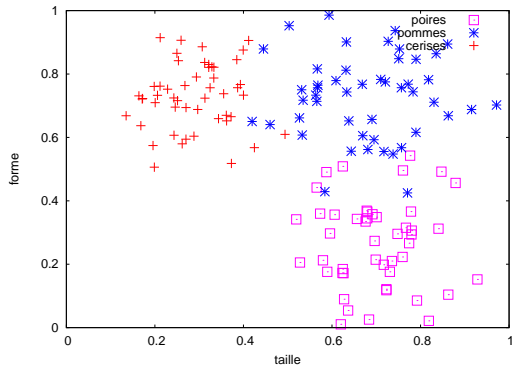
Apprentissage automatique



Apprendre à distinguer des objets

Intelligence Artificielle

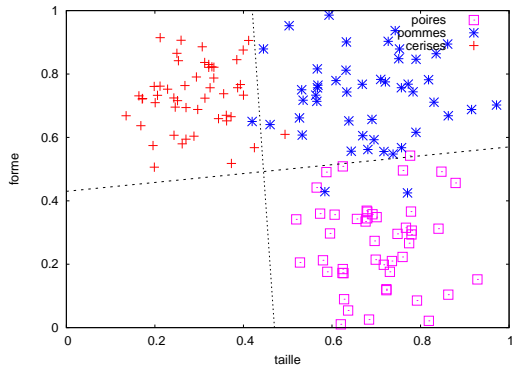
Apprentissage automatique



Apprendre à distinguer des objets

Intelligence Artificielle

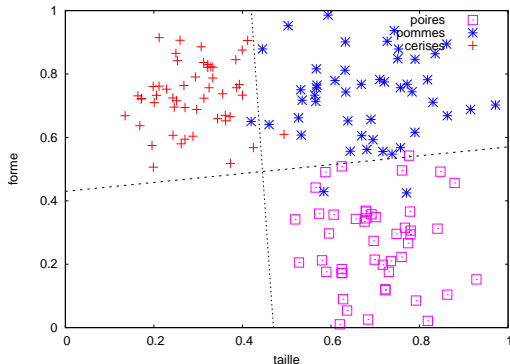
Apprentissage automatique



Apprendre à distinguer des objets

Intelligence Artificielle

Apprentissage automatique



Apprendre à distinguer des objets

Applications :

- ▶ parole
- ▶ écriture
- ▶ vision
- ▶ diagnostique médical
- ▶ jeu (échecs, go)
- ▶ moteurs de recherche
- ▶ ...

Où en est-on ?

Limites techniques de l'intelligence artificielle :

- ▶ jeux de stratégie (Go),
- ▶ vision artificielle,
- ▶ langage “naturel”,
- ▶ traduction automatique,

Les difficultés ne sont pas les mêmes pour l'humain et pour l'ordinateur

Qu'est-ce que l'IA nous fait comprendre sur l'intelligence ? Quels enseignements sur la conscience, le libre arbitre, les sentiments, etc ?

Conclusion

- ▶ Des approches spécialisées jusqu'à présent.
- ▶ Importance de la technique
GPS, preuve de théorèmes, logistique, diagnostic médical, etc.
- ▶ L'intelligence artificielle, c'est la recherche d'**algorithmes** que l'humain considère comme intelligents.

Conclusion

- ▶ Des approches spécialisées jusqu'à présent.
- ▶ Importance de la technique
GPS, preuve de théorèmes, logistique, diagnostic médical, etc.
- ▶ L'intelligence artificielle, c'est la recherche d'**algorithmes** que l'humain considère comme intelligents.

Le défi de l'intelligence est de recomposer le puzzle

l'IA devient un *outil*, et est ainsi une preuve d'intelligence

Comment entretenir un rapport libre avec la technique ?

- ▶ Quels risques pour l'homme ?
- ▶ Quelle responsabilité pour nous (tous) ?
- ▶ Quel rapport à l'outil, spécialisation ?
- ▶ Selon quels chemins poursuivre la réflexion ?

