

# Résolution de problèmes en IA: jeux et Data Mining

**Alexandre Termier**

**d'après les transparents de Marie-Odile Cordier,  
François Portet, Elisa Fromont et Vincent Claveau et  
le polycopié de Marie-Odile Cordier et Marie-Christine  
Rousset (univ. Paris-Sud)**

Vous avez

A la base pour J. McCarthy :

« *Traitement d'informations complexes* »

- ❑ Expression inventée en 56 au Dartmouth College (M. Minsky, J. McCarthy)
- ❑ S'intéresse au comportement intelligent humain (percevoir, raisonner, agir, communiquer...), dans le but de le modéliser et le reproduire sur machine
- ❑ Au confluent de plusieurs disciplines (def difficile)
  - ❑ psychologie
  - neurosciences
  - informatique

« *La question de savoir si un ordinateur peut penser n'est pas plus intéressante que celle de savoir si un sous-marin peut nager* »

Edgar W. Dijkstra

# Qu'est-ce qu'être intelligent?

Quelles sont les activités intelligentes ?

- Pour un humain?
- Pour une machine?
- Pour un animal?



# Qu'est-ce qu'être intelligent?

Quelles sont les activités intelligentes ?

Comprendre l'anglais (le français?),  
rentrer chez soi d'un endroit quelconque?,  
reconnaître quelqu'un dans la rue?,  
prendre des notes en cours?,  
faire des mots croisés?,  
apprendre un texte?,  
être capable d'évaluer la distance d'une chose à une autre?,  
comprendre les motivations de quelqu'un?,  
imaginer un scénario?,  
...

# Plusieurs manières de voir l'IA ?

<b>Mesure</b> <b>Objectifs</b>	<b>par rapport à l'humain</b>
<b>mécanisme</b>	Penser (résoudre) comme un humain (approche cognitive)
<b>résultat</b>	Agir (produire) comme un humain (test de Turing)

# Mécanisme/résultat : exemple du jeu d'échec

## ❑ Approche « cognitive »

- ❑ comprendre comment joue l'humain
- ❑ dégager des règles en étudiant les coups des grands maîtres
- ❑ résoudre le problème comme le ferait un humain
- ❑ objectif : comprendre le fonctionnement du cerveau humain - programmes pour (in-)valider les hypothèses

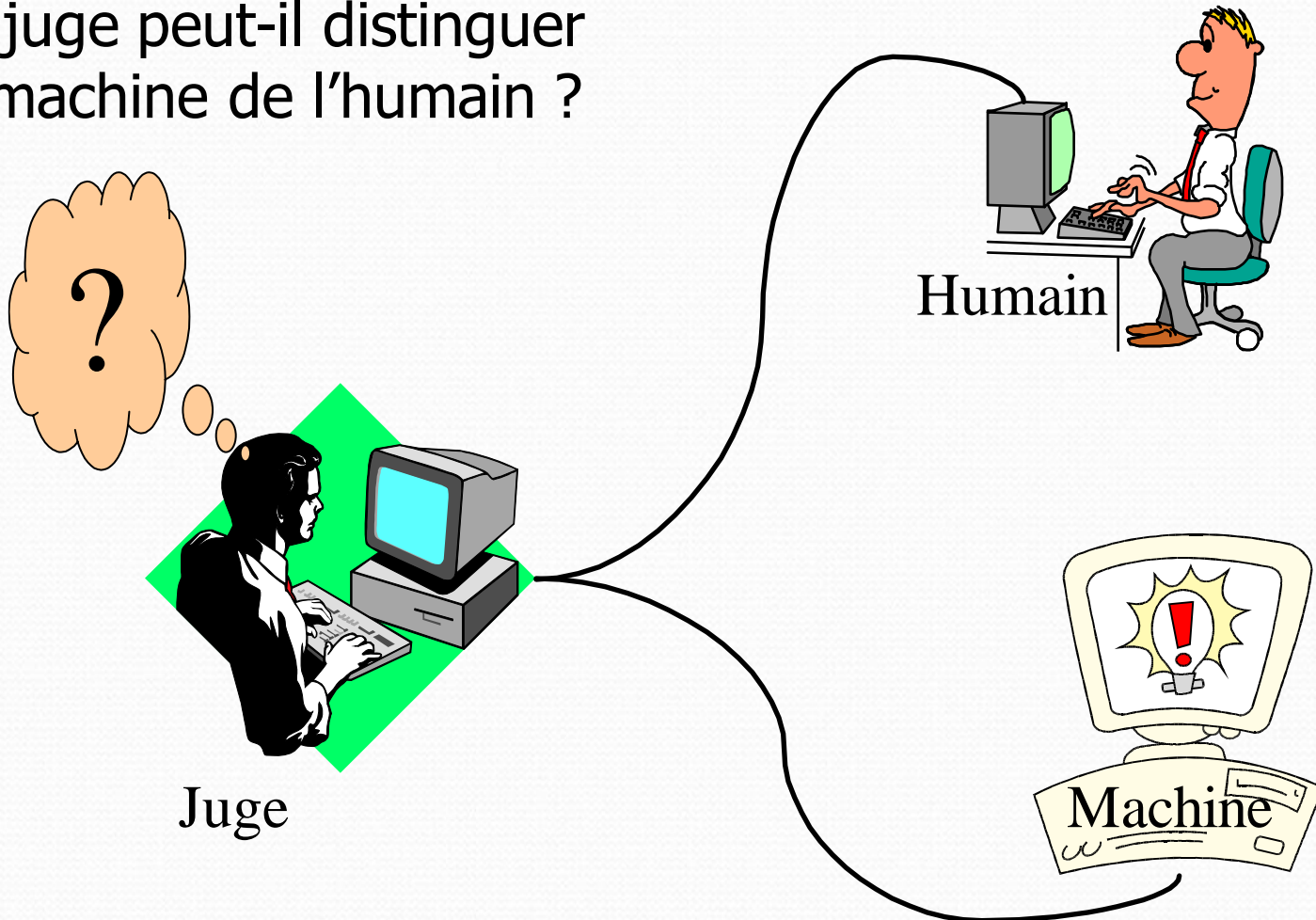
## ❑ ou .... satisfaire le test de Turing

- ❑ avoir les mêmes résultats qu'un humain face au même problème
- ❑ approche pragmatique



# Agir comme un humain : le test de Turing (1950)

Le juge peut-il distinguer  
la machine de l'humain ?



# Agir comme un humain : le test de Turing (1950)

**But** : donner une définition opérationnelle de l'intelligence d'une machine

- ❑ **Comportement intelligent** = habileté à atteindre le niveau humain de performance dans les tâches cognitives, suffisamment pour bernier un instructeur
- ❑ **Difficulté** : test non reproductible, dépendant du problème résolu, testant autant le juge que la machine ...



# Agir comme un humain : le test de Turing (1950)

Q: Please, write me a sonnet on the subject of the Eiffel tower

A: I never could write a poetry

Q: Add 39057 to 70764

A: (pause about 30 seconds, and then, give as answer)

105621

Q: Do you play chess?

A: Yes

Q: I have King at K1 and no other pieces. You have only King at K6 and R at R1. It is your move. What do you play?

A: (after a pause of 15 seconds) : R-R8 mate

A. Turing « Computing Machinery and Intelligence », Mind, 59, 433-460, 1950

# Plusieurs manières de voir l'IA ?

<b>Mesure</b> <b>Objectifs</b>	<b>par rapport à l'humain</b>	<b>par rapport rationalité/vérité</b>
<b>mécanisme</b>	Penser (résoudre) comme un humain (approche cognitive)	Penser rationnellement (approche logique)
<b>résultat</b>	Agir (produire) comme un humain (test de Turing)	Agir rationnellement (approche pragmatique)



# Penser rationnellement

## ❑ Codification des processus de raisonnement irréfutables

- ❑ Structures argumentatives donnant des conclusions correctes ssi prémisses correctes

Syllogismes (Aristote)

« *Tous les hommes sont mortels*

*Socrate est un homme*

*Socrate est mortel »*

➔ **modélisation du raisonnement par la logique**

## ❑ Développement de la logique formelle (Tradition logique de l'IA)

### ❑ Limitations

- ❑ Tout ne peut se coder en logique formelle (exceptions, incertitude...)?  
Raisonnement de sens commun – logiques non standards
- ❑ Différences entre résoudre en théorie et en pratique (combinatoire)



# Agir rationnellement

- ❑ Agir rationnellement : bonne décision, bon choix
  - ❑ Agent intelligent
    - ❑ programme qui agit dans un environnement « intelligemment » en fonction des circonstances/buts (éventuellement évolutifs)
    - ❑ apprend de l'expérience
    - ❑ fait des choix étant données ses limitations de perception (et donc des erreurs)
- Ex : robot se déplaçant , programme qui apprend (par ex par punitions/récompenses / renforcements)

# Approche pragmatique/classique de l'IA

- ❑ avoir des connaissances (représentation, acquisition...)
- ❑ raisonner sur ces connaissances (accéder, inférer, généraliser, planifier, décomposer, par analogie, l'absurde...)
- ❑ avoir de bonnes stratégies (choix)

Mais aussi

- ❑ avoir conscience de ses connaissances (méta),
- ❑ être capable d'expliquer les résultats,
- ❑ être capable d'apprendre



# A la base, la résolution de problèmes ....

Beaucoup de problèmes de raisonnement peuvent être vus comme des problèmes de recherche d'une solution parmi un ensemble de solutions possibles

- ❑ Planification : chercher la bonne séquence d'opérations pour atteindre un but
- ❑ Jeux : placer  $n$  reines sur un échiquier  $n \times n$  sans prise, taquin, échecs, bridge, puzzle...



# Les problèmes intéressants l'IA :

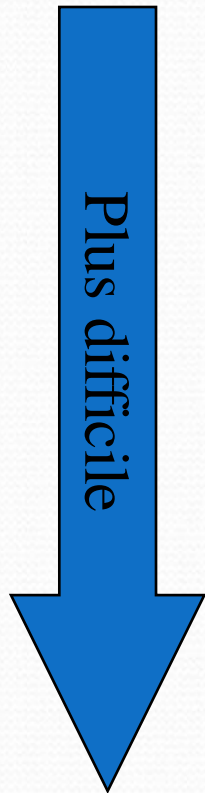
## pbs de complexité NP

- « *L'IA commence là où l'informatique classique s'arrête : tout problème pour lequel il n'existe pas d'algorithme connu ou raisonnable permettant de le résoudre relève a priori de l'IA.* » Laurière

➔ pas de suite d'instructions menant au but

- Une classe de problèmes particulièrement intéressante pour l'IA est celle des problèmes NP

# Rappel complexité (en temps)



Polynomial (P)

(tri, ...)

Non déterministe Polynomial (NP)

(coloriage, emploi du temps, sac à dos ...)

Exponentiel par nature (E)

(recherche des sous-ensembles d'un ensemble)



# Les domaines de l'IA

## (complexité des problèmes)

- ❑ Problèmes qui ont une **combinatoire** importante (crypto-arithmétique, mots croisés...)

Ex : SEND + MORE = MONEY  $10!/2 = 1814400$  possibilités (10.9.8.7.6.5.4.3)

Ex : le jeu d'échecs ( $10^{160}$  possibilités)

- ⇒ Problèmes nécessitant l'utilisation d'une **heuristique** (euriskein = trouver) pour « simplifier le problème » (casser la combinatoire)
  - ⇒ Les heuristiques codent des connaissances, un savoir-faire...
- complexité du pb => choix (stratégie) => risque d'erreur !



# Exemple du représentant de commerce (TSP)

*Travelling salesman problem*

- ❑ Un représentant doit visiter  $n$  villes
  - ❑ Il doit commencer et terminer à la même ville
  - ❑ Il doit visiter chaque ville une et une seule fois
- 
- le nombre de circuits possibles est  $(n!)/2$
  - explosion combinatoire
-

# Exemple du représentant de commerce (TSP) - suite

- ❑ Un problème TSP avec 10 villes a 181 000 circuits possibles
- ❑ Un problème TSP avec 20 villes a 10 000 000 000 000 000 circuits possibles
- ❑ Un problème TSP avec 50 villes a  $10^{62}$  circuits possibles
- ❑ Il y a (seulement)  $10^{21}$  litres d'eau sur Terre



# Approche IA des problèmes NP

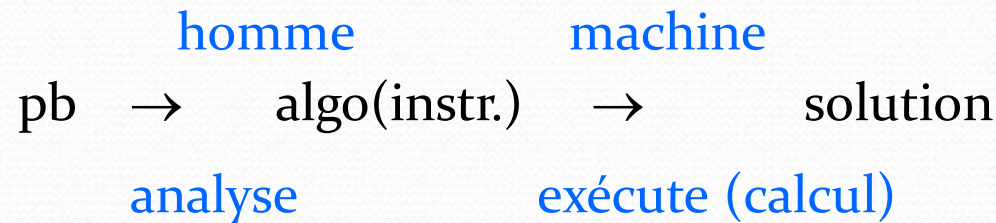
- ❑ Pas raisonnable d'explorer tout l'espace de recherche
- ❑ Trouver de « bonnes » solutions plutôt que de trouver toutes les solutions optimales
- ❑ Adapter la stratégie (heuristique) à la situation, à un savoir-faire, aux données...
  - résolution en temps polynomial mais parfois perte d'optimalité



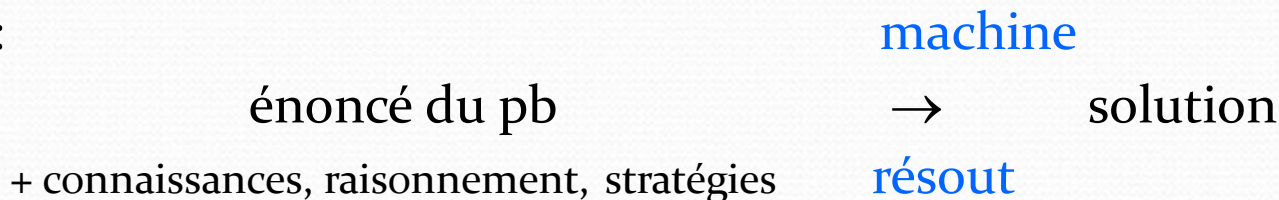
# Approche IA des problèmes

- ❑ Informatique classique : ordinateur manipulant des informations numériques, exécutant des instructions
- ❑ IA : ordinateur manipulant des informations symboliques (connaissances), raisonnant sur ces connaissances (résoudre, construire la solution)

Classiquement :



IA :



# État de l'art

- ☐ Bien jouer au ping-pong ?
- ☐ Conduire sur une route de montagne ?
- ☐ Conduire dans le centre du Caire ?
- ☐ Bien jouer au bridge ?
- ☐ Découvrir de nouveaux théorèmes ?
- ☐ Inventer une histoire drôle ?
- ☐ Traduire du français en suédois en temps réel ?



# État de l'art

- |  |                  |
|--|------------------|
| <input type="checkbox"/> Bien jouer au ping-pong ?                       | <u>Presque</u>   |
| <input type="checkbox"/> Conduire sur une route de montagne ?            | Presque          |
| <input type="checkbox"/> Conduire dans le centre du Caire ?              | <u>Presque ?</u> |
| <input type="checkbox"/> Bien jouer au bridge ?                          | Presque          |
| <input type="checkbox"/> Découvrir de nouveaux théorèmes ?               | Oui              |
| <input type="checkbox"/> Inventer une histoire drôle ?                   | Non              |
| <input type="checkbox"/> Traduire du français en suédois en temps réel ? | <u>Bientôt ?</u> |

# A faire ... pour le cours 2

- Test de Turing – Cleverbot
  - Citer un exemple de question-réponse qui vous a paru intéressante lors de votre dialogue avec cleverbot (ou un autre bot du même style) et expliquer pourquoi
  - Quelle(s) question(s) penseriez-vous astucieux de poser pour démasquer l'interlocuteur dans un « vrai » test de Turing. Dîtes pourquoi.
- Définition de l'intelligence artificielle : voir Wikipédia (français/anglais)
- Article de Turing (<http://www.loebner.net/Prizef/TuringArticle.html> )
  - Choisir une des objections de la section 6, la résumer et dire ce que vous en pensez (une dizaine de lignes en tout)