

> Comprendre l'IA et ses impacts

Université du Temps Libre

```
/* question 5 */
function TraiterEntrees() {
    if (isset($_POST) && count($_POST)==1)
    {
        /* on devrait valider la syntaxe de nom ici, pour le moment
         * on fait simple, cf. cours et TP11 */
        $nom = $_POST['nom'];
        CreationPersonne($nom);
    }
    if (isset($_GET) && count($_GET)==2)
    {
        if ($_GET['action']=="DEL")
        {
            /* récupérer et valider l'ID avant de le jouer (à faire) ...
             * $_GET['id']; ... */
        }
    }
}
```

2 - IA symboliques

1st law : A robot may not injure a human being or, through inaction, allow a human being to come to harm.

2nd law : A robot must obey the orders given it by human beings except where such orders would conflict with the First Law.

3rd law : A robot must protect its own existence as long as such protection does not conflict with the First or Second Laws.

(Handbook of Robotics, 56th Edition, 2058 A.D.) [1]

"After 'Runaround' appeared in the March 1942 issue of Astounding, I never stopped thinking about how minds might work."

Marvin Minsky [2]

Traduction :

Après la parution de "Runaround" [1] dans le numéro de mars 1942 d'Astounding, je n'ai jamais cessé de penser à la façon dont les esprits pourraient fonctionner.

HOMO SAPIENS

humain sage

Caractère remarquable : intelligence

percevoir
comprendre
prévoir
manipuler

Calculer comment agir efficacement
et de manière sûre dans une grande
diversité de situations nouvelles

D'où vient le terme « IA » ?

- John McCarthy (1927-2011)
 - 1949 : étudiant en mathématiques au CalTech sur un langage pour traduire les raisonnements humains
 - 1955 : proposition d'une conférence sur le thème des « machine pensantes » [5]
 - 1956 : conférence au Dartmouth College
 - 1958 : langage lisp [6]
 - 1971 : prix Turing (M.Minsky, 2 ans plus tôt) [7]

D'où vient le terme « IA » ?

A PROPOSAL FOR THE
DARTMOUTH SUMMER RESEARCH PROJECT
ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

J. McCarthy, Dartmouth College
M. L. Minsky, Harvard University
N. Rochester, I.B.M. Corporation
C. E. Shannon, Bell Telephone Laboratories

August 31, 1955

A Proposal for the
DARTMOUTH SUMMER RESEARCH PROJECT ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

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:

1) Automatic Computers

If a machine can do a job, then an automatic calculator can be programmed to simulate the machine. The speeds and memory capacities of present computers may be insufficient

D'où vient le terme « IA » ?



Nathaniel Rochester Marvin L. Minsky John McCarthy
Oliver G. Selfridge Ray Solomonoff Trenchard More Claude E. Shannon

August 1956

1956



This picture was originally downloaded from exhibits.stanford.edu. The author is unknown. This picture was altered to enhance the clarity of its content and to add commands.

1967

Qu'est ce que l'IA ?

- Pas de réel consensus, domaine plus que tech.
- Parlement Européen [8] : *L'IA désigne la possibilité pour une machine de reproduire des comportements liés aux humains, tels que le raisonnement, la planification et la créativité.*
- Encyclopédie Larousse [9] : *Ensemble de théories et de techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine.*

Qu'est ce que l'IA ?

humain vs. modèle rationnel

raisonnement
vs.
comportement

Système qui pense comme l'humain	Système qui pense rationnellement
Système qui agit comme l'humain	Système qui agit rationnellement

Agent rationnel

- Programme autonome qui perçoit, s'adapte, détermine, et atteint le meilleur objectif possible
- Modèle « standard » généralisable (et largement appliqué!)
 - En automatique (contrôle automatisé)
 - En recherche opérationnelle (optimisation d'un critère)
 - En statistiques, où la décision se prend en minimisant une *perte*...
- **Déduction logique des actions à réaliser** (*c'est ce qu'il y a de mieux à faire...*)

[3] pp. 3-4

Agent rationnel

- La complexité du monde demande une puissance de calcul pas toujours disponible pour déterminer l'objectif dans le temps imparti
- La formalisation de l'objectif n'est pas toujours possible, ou fait l'objet de compromis
- Alignement de valeurs : objectif (et moyens) pas toujours en accord avec les critères de l'humain

Technologie probablement inadéquate sur de nombreux problèmes

! Attention !

- Ne pas confondre :
 - **Aide à la décision** : l'outil rend une situation plus intelligible, permet éventuellement une simulation depuis une situation donnée
 - **Intelligence artificielle** : prend la décision (qui peut nécessiter d'être validée par l'opérateur...)
 - Les deux ont souvent les même étapes au début, mais pas la même fin / finalité

Once upon a time...

Deux familles d'IA

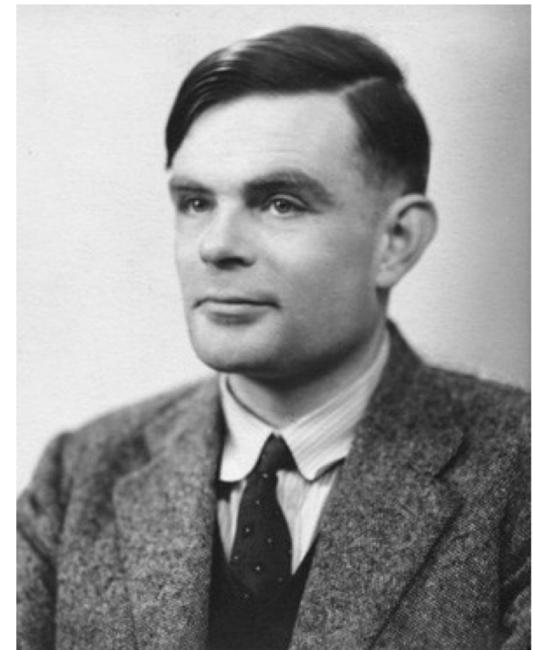
- Alan Turing envisage dans [10] deux voies :

- IA symbolique : l'homme rassemble une base de règles servant au raisonnement

Approches DESCENDANTES

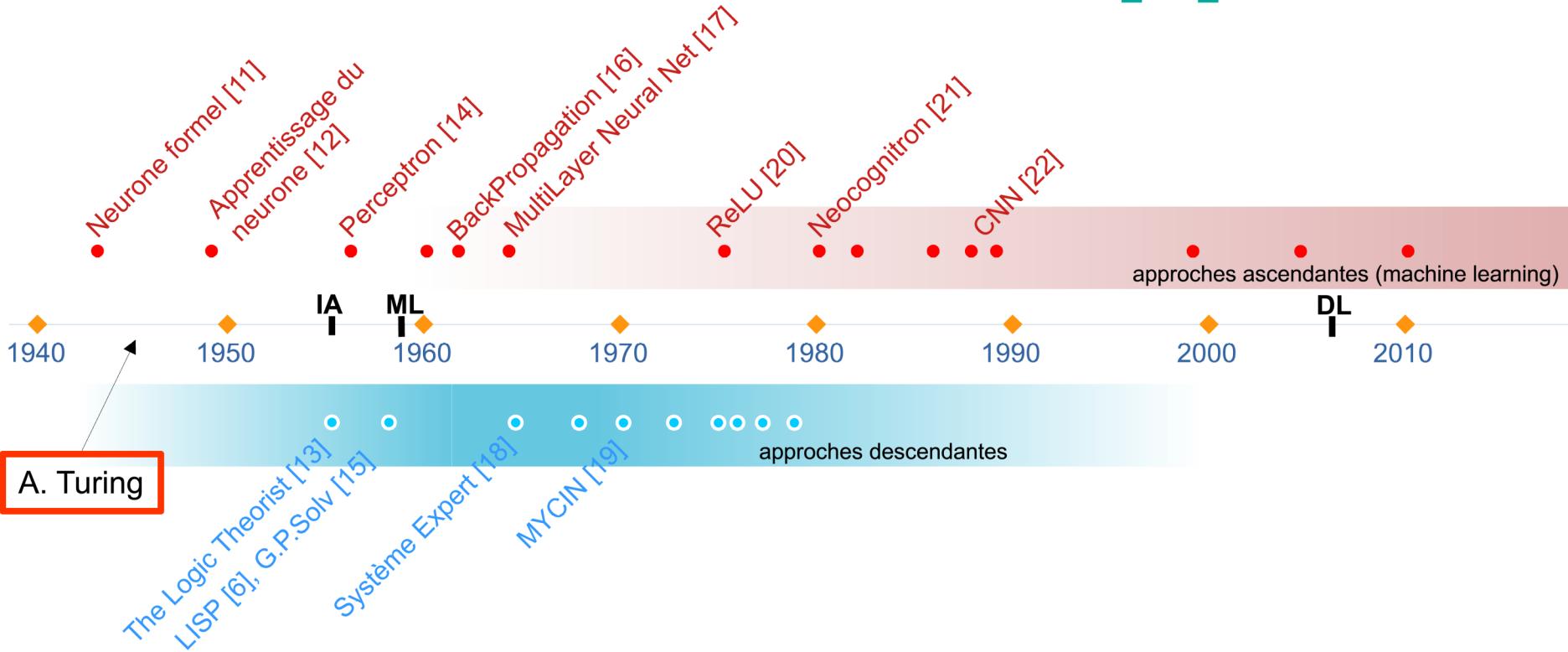
- IA *numérique* : la machine découvre elle-même les règles d'après une base de cas

Approches ASCENDANTES



Alan Turing (1912-1954)

Deux familles d'IA [7]



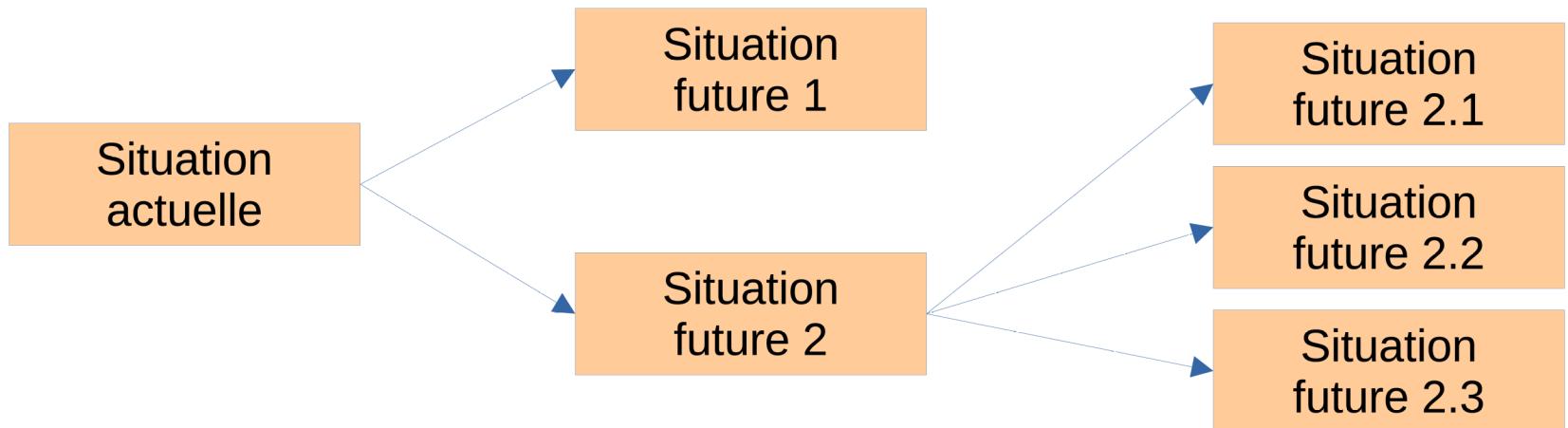
Approche intuitive

Principe

- Les décisions d'expert sont souvent conditionnées : **si** on observe ceci, **alors** ...
- On peut aisément construire un algorithme qui poserait les questions (observe-t-on ceci?) et réagirait en fonction des réponses

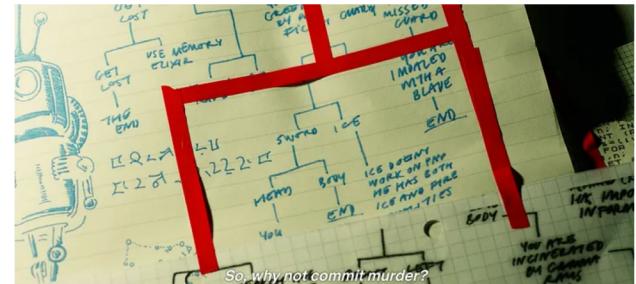
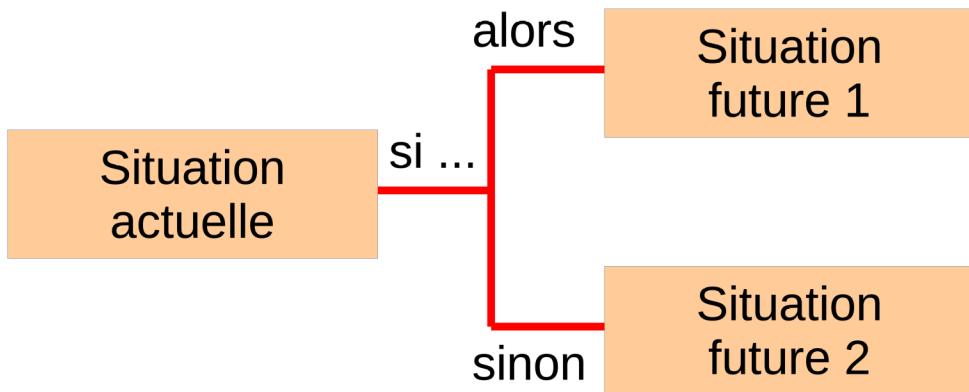
Principe

- Représenter les situations possibles de façon à les énumérer :



Approche intuitive

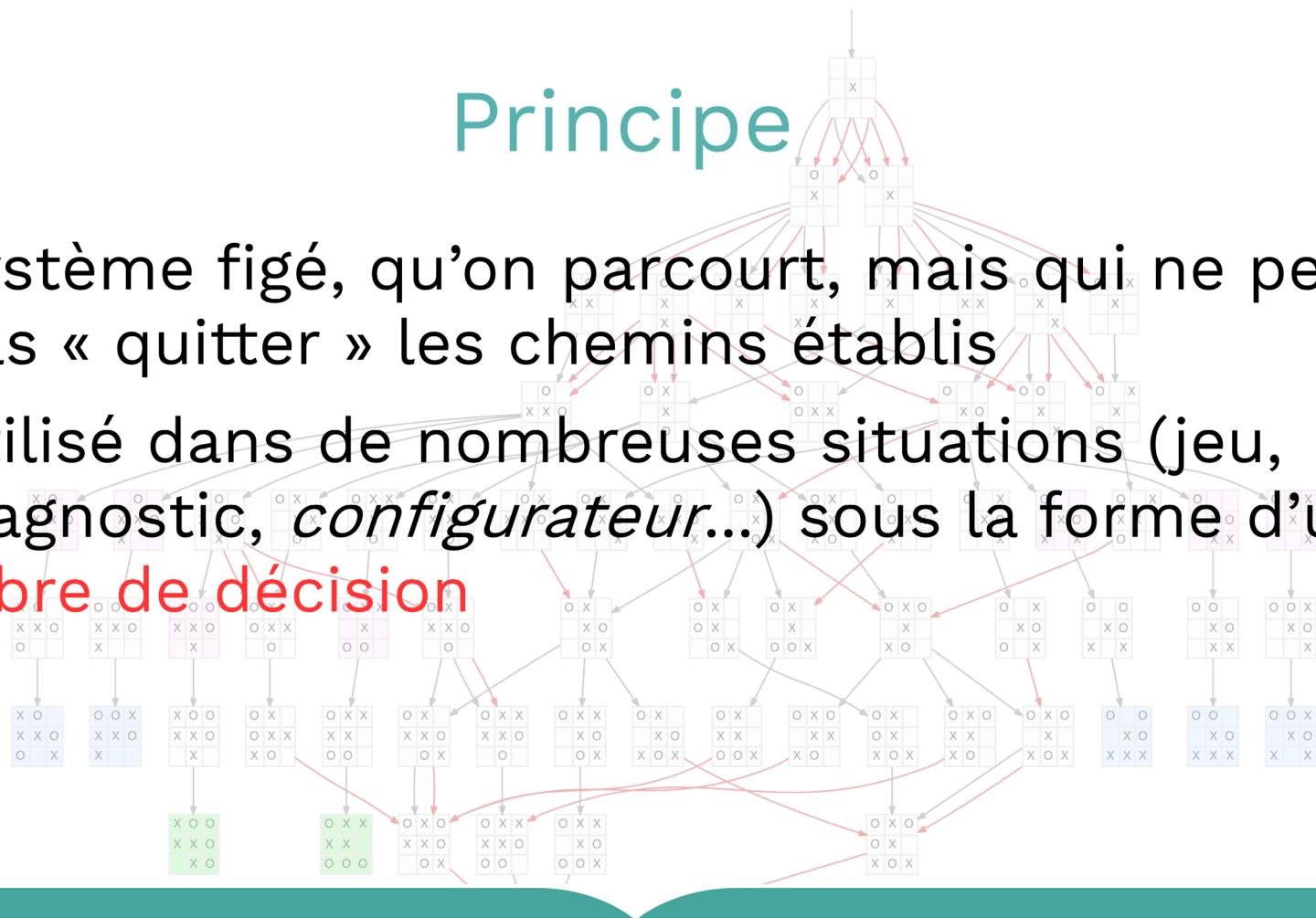
Facile à coder : si ... alors ... sinon ...



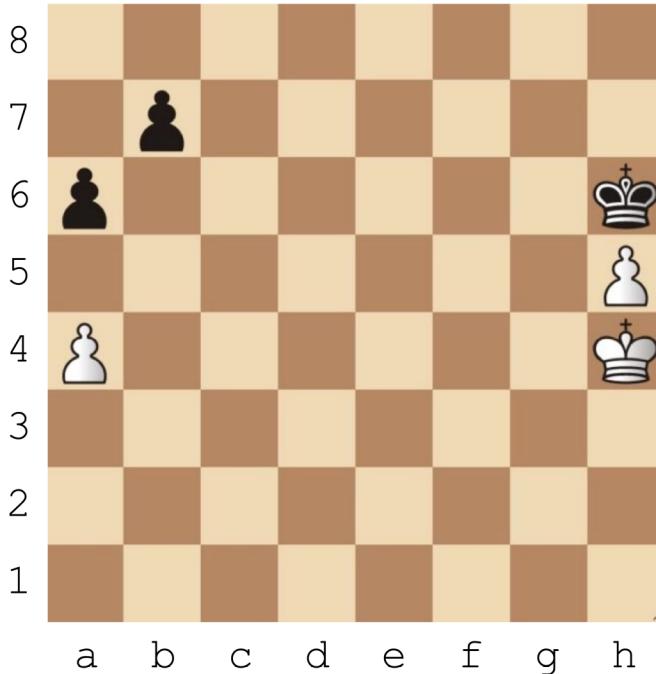
Source : [23]

Principe

- Système figé, qu'on parcourt, mais qui ne peut pas « quitter » les chemins établis
- Utilisé dans de nombreuses situations (jeu, diagnostic, *configurateur...*) sous la forme d'un **arbre de décision**



Exemple : échecs



Aux noirs de jouer :

Pion de a6 → a5

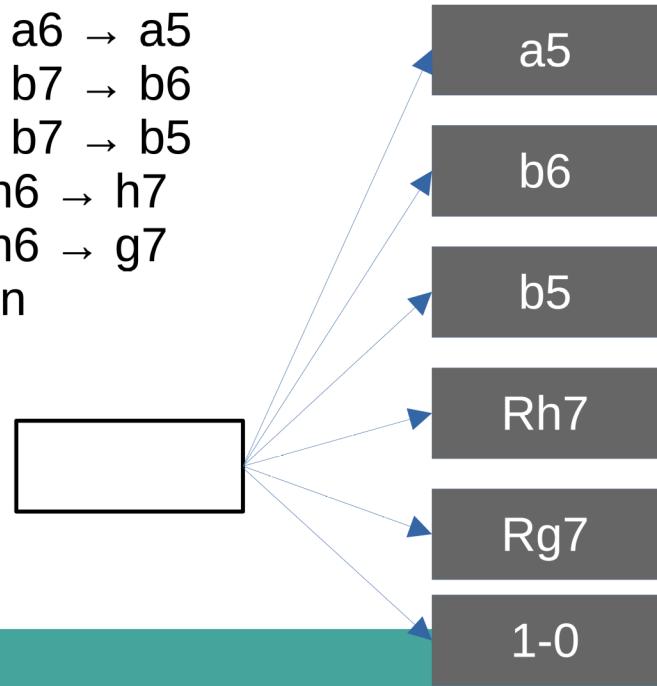
Pion de b7 → b6

Pion de b7 → b5

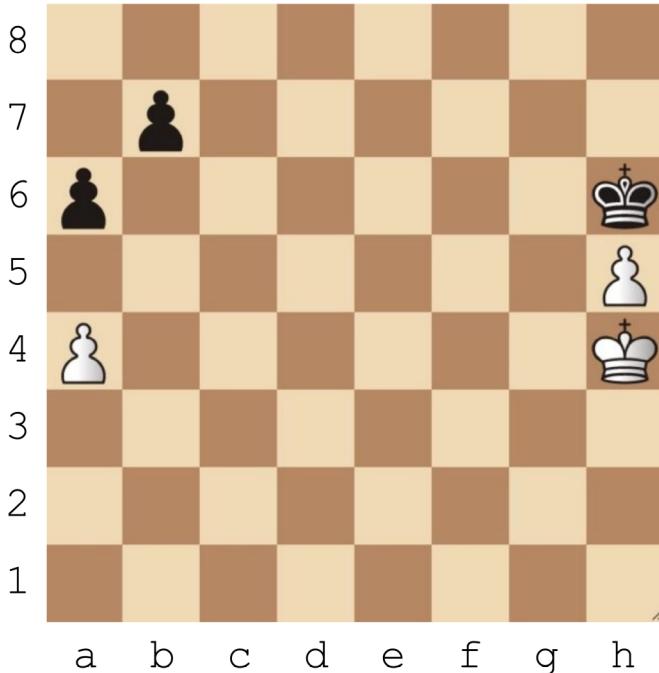
Roi de h6 → h7

Roi de h6 → g7

Abandon



Exemple : échecs



Réponses des blancs à Pion de b7 → b5:

Pion de a4 → a5

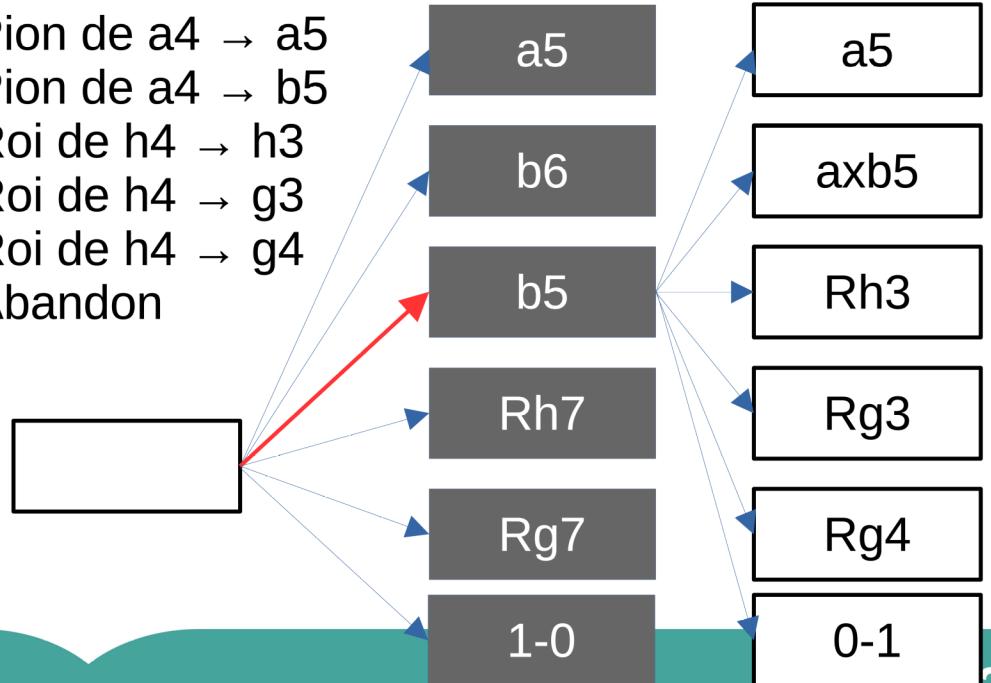
Pion de a4 → b5

Roi de h4 → h3

Roi de h4 → g3

Roi de h4 → g4

Abandon



Problème

- Si... alors... sinon... facile à concevoir, mais difficile à automatiser sur grands espaces, car nécessite de très nombreuses situation à caractériser
- Comment faire quand la situation est partiellement connue ?
→ Problème du passage à l'échelle

Deux approches

- Numérique : on simule toutes les situations possibles et on sélectionne celle qui a le plus de chances de gagner
capacité de stockage + puissance de calcul, algorithmes « intelligents » d'exploration de l'espace des situations
- Symbolique : d'après les règles du jeu, on recherche l'enchaînement qui mène à une meilleure position
On attend de la machine qu'elle décompose le chemin vers la solution au moyen d'une combinaison de règles ≈ raisonnement

Exemple d'approche [24]

On « numérise » en définissant une fonction qui évalue la « qualité » de la situation

- Développer l'arbre, depuis une situation initiale (racine) et évaluer chaque situation
- Depuis un niveau, remonter vers la « racine » en choisissant la position qui minimise le score de l'adversaire et maximise le nôtre

Exemple au morpion : développement

Situation de départ, X joue

O	X	
X	X	
O	O	

O	X	X
X	X	
O	O	

O	X	
X	X	X
O	O	

O	X	
X	X	
X	O	O

niveau 1 (X)

	X	X
X	O	X
O	O	

O	O	X
X	X	X
X	O	O

	X	X
X	O	X
X	O	O

niveau 2 (O)

O	O	X
X	X	X
X	O	O

niveau 3 (X)

Exemple au morpion : évaluation

Situation de départ, X joue

O	X	
X	X	
O	O	

O	X	X
X	X	
O	O	

O	X	
X	X	X
O	O	

O	X	
X	X	
X	O	O

niveau 1 (X)

+1

X	X	
X	O	X
O	O	

-1

O	O	X
X	X	X
X	O	O

-1

O	X	
X	O	X
X	O	O

-1

O	O	X
X	X	X
X	O	O

Exemple au morpion : propagation

Situation de départ, X joue

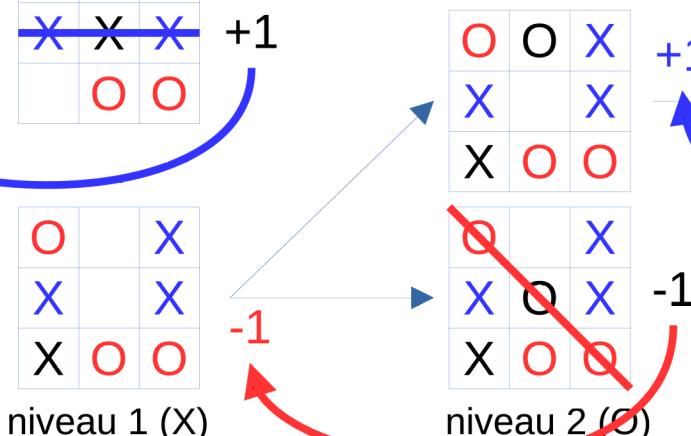
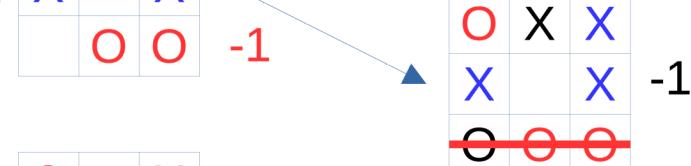
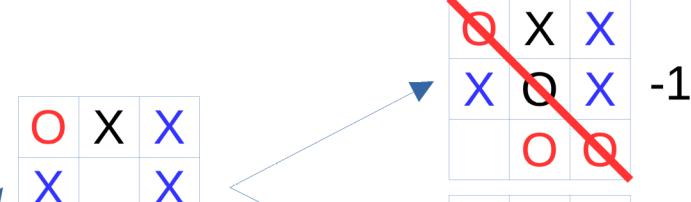
O	X
X	X
O	O

O	X	X
X	X	X
O	O	O

O	X
X	X
O	O

O	X
X	X
X	O

niveau 1 (X)



-1
-1

Depuis les positions finales, remonter le max quand X joue, et le min quand O joue.

O	O	X
X	X	X
X	O	O

niveau 3 (X)

Exemple au morpion : élagage $\alpha\beta$ [25]

Situation de départ, X joue

O	X
X	X
O	O

+1

O	X	X
X		X
O	O	

+1

niveau 1 (X)

X	X
X	O
O	O

-1

-1

Evaluation en cours de développement pour éviter les branches intéressantes

Exemple au morpion : élagage $\alpha\beta$ [25]

Situation de départ, X joue

O	X
X	X
O	O

O	X	X
X		X
O	O	

+1

O	X
X	X
O	O

+1

coupure α

-1

X	X
X	O
O	O

-1

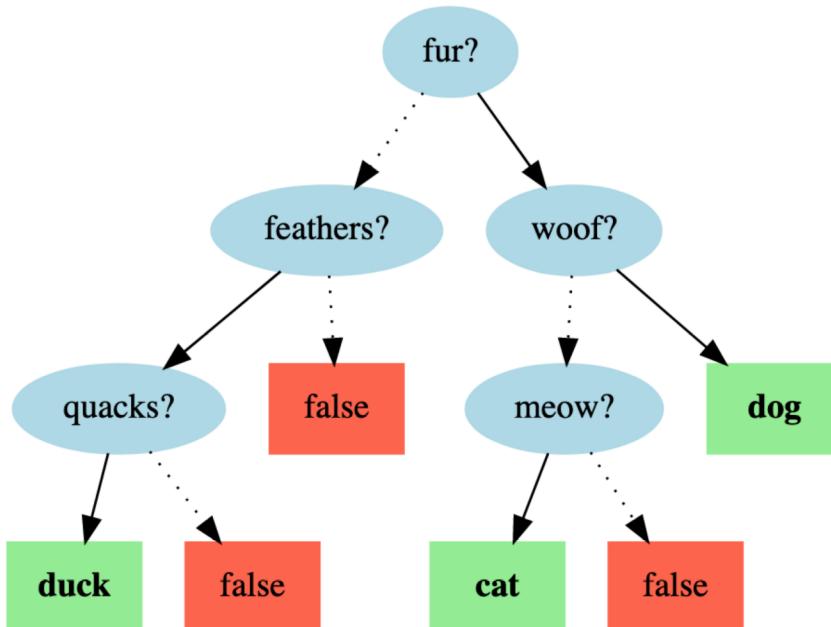
coupure β

Et aux échecs ?

- Valuation des pièces et des situations
- Algorithmes de recherche de « bons » coups (coupe α - β [25], MCTS [26] ...)
- Techniques surpassées par DL/RL [27]
- 1997 : le champion du monde G.Kasparov perd contre Deep Blue (IBM) [28], *pas d'intelligence, juste de la puissance de calcul (1,4 tonnes, 200 millions de situations évaluées / seconde, et un bug...)*

DL : deep learning – RL : reinforcement learning

Exemple de formalisme PROLOG



```
animal(dog) :-  
    is_true("has fur"),  
    is_true("says woof").  
animal(cat) :-  
    is_true("has fur"),  
    is_true("says meow").  
animal(duck) :-  
    is_true("has feathers"),  
    is_true("says quack").  
  
is_true(Q) :-  
    format("~s?\n", [Q]),  
    read(yes).
```

Source : <https://www.metalevel.at/prolog/expertsystems>

! STOP !

De quoi parle-t-on ?

- D'un algorithme programmé pour atteindre 1 seul objectif (ex. gagner un partie d'échecs)
- Dont la connaissance est issue d'experts et a été encodée dans le but d'atteindre l'objectif
- Dont la logique est figée (si alors sinon)

Donc, qui « mime » une intelligence humaine dans un cas très précis et bien « encadré » → AGENT LOGIQUE

IA Symbolique

Symbolique ?

- Dans la machine tout est nombre...
- Mais dans la vie réelle, si on peut tout encoder, le raisonnement n'est pas toujours numérique !
 - (bleu < vert) ?
 - min (lapin, canard) = ?
- On manipule alors des symboles, dans un formaliste logique (cf. algèbre de Boole [29], calcul de prédicats [30]...)

Concept

Peut-on « transmettre » à une machine des règles, de façon à ce que leur utilisation mène à la résolution d'un problème ?

Exemple : la connaissance des règles de base de l'arithmétique permet de résoudre « trouve tous les nombres entiers dont le produit est égal à 80 »

Approche classique :

Faire varier A dans [1..80]

Faire varier B dans [1..80]

Si $(A * B) = 80$

Alors afficher A, B

Approche IA symbolique :

Multiplier (A, B) = 80 ?

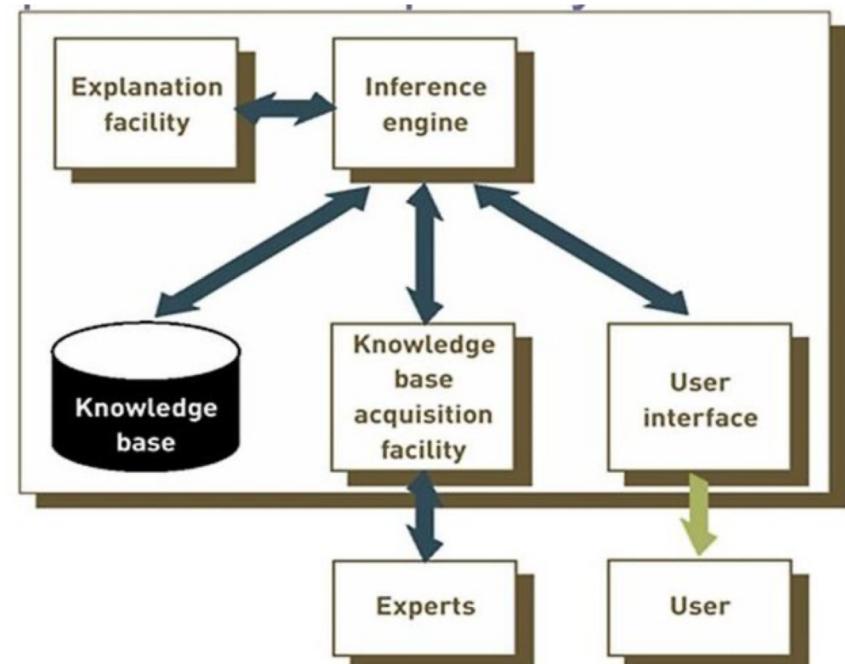
Exemple d'après [31]

Donc, l'IA Symbolique ?

- L'humain utilise sa faculté d'apprentissage et de raisonnement pour la transmettre à la machine, sous forme de règles.
- La machine combine ces règles pour atteindre un but.
- IA Symbolique est la famille « historique » des agents logiques, **systèmes experts**...
- Concept mis en avant par McCarthy en 1958, republié en 1968 [32] puis théorisé par Newell [33] en 1982

Le système expert (SE)...

- **Une base de faits** : ce qu'on sait, **évolutive**
- **Une base de règles** : les relations logiques permettant des déductions
- **Un moteur d'inférence** : les mécanismes de raisonnement qui exploitent les règles pour construire de nouveaux faits



Source : [30]

Les faits

- Ce que l'on sait être CONNU, ou INCONNU, ou INDETERMINE
- INCONNU peut être obtenu
 - soit par calcul (numérique ou déductif)
 - soit en le demandant à l'utilisateur (qui peut ne pas savoir...)
- INDETERMINE peut se déduire...
- Le moteur d'inférences utilise la base de règles pour déduire de nouveaux faits
- Les faits peuvent se contredire... ou invalider des règles...

Les faits

- Faits booléens (+ calcul propositionnel) : **SE ordre 0**
 - Si agé_de_plus_de_18_ans alors majeur
- Faits réels ou symboliques : **SE ordre 0+**
 - Si $\text{age} \geq 18$ alors statut = majeur
- Utilisation de variables, de l'unification, et calcul de prédictats : **SE ordre 1**
 - Si $\text{age}(X, \text{Age})$ ET $\text{Age} \geq 18$ alors $\text{majeur}(X)$

Faits/Règles = Connaissances

- **C1** La roue est un élément de la structure des choses
- **C2** La voiture est un moyen de transport. Il faut sous-entendre une classification
- **C3** Mr Durand est député ← évolutive
- **C4** Un nombre pair est un multiple de 2 ← définition
- **C5** $U = RI$ (loi d'Ohm) ← règle de calcul
- **C6** Si le moteur cale et si l'allumage est normal alors suspecter le carburateur ← expertise
- **C7** Si le patient est un enfant, ← métarègle envier de donner priorité les maladies infantiles

Exemple d'après [34]

Or, représentation difficile...

- Connaissances très diversifiées
- Formalisme logique pas toujours adéquat
- Langage informatique approprié (LISP, Prolog...)
- Syntaxe : structure les *énoncés*
- Sémantique : valeur de vérité résultante
- Pas de représentation universelle, donc partage limité...

Exemple de formalisme (MYCIN)

	RULE035	LISP
DECLARATIF	<p>PREMISE: (\$AND (SAME CNTXT GRAM GRAMNEG) (SAME CNTXT MORPH ROD) (SAME CNTXT AIR ANAEROBIC))</p> <p>ACTION: (CONCLUDE CNTXT IDENTITY BACTEROIDES TALLY .6)</p>	
IMPERATIF	<p>IF: 1) The gram stain of the organism is gramneg, and 2) The morphology of the organism is rod, and 3) The aerobicity of the organism is anaerobic</p> <p>THEN: There is suggestive evidence (.6) that the identity of the organism is bacteroides</p>	

Source : [19] p. 71

Déduction

- Règles composée de prémisses (à gauche) et de conclusions (à droite)
- Si la partie gauche est vraie, alors la partie droite l'est aussi : **prémisses → conclusion**
- Utilisation de tables de vérité pour évaluer la valeur de chaque règle dans son contexte (ex. [3] p. 197)
- Unification permet de lier les variables de même nom ou de même position dans les prédicats

Moteur d'inférence

- Calcule les déductions = **construction de nouvelles connaissances**, d'après faits, règles, et informations obtenues de l'environnement
- Exemple dans un système expert :
 - Chaînage avant : faits → but
 - Chaînage arrière : but → faits
 - Chaînage mixte : (avant + arrière)

Exemple de chaînage AV(ant)

- Règles
 - (r1) $P \Rightarrow Q$
 - (r2) $L \wedge M \Rightarrow P$
 - (r3) $B \wedge L \Rightarrow M$
 - (r4) $A \wedge P \Rightarrow L$
 - (r5) $A \wedge B \Rightarrow L$
- Faits
 - (f1) A
 - (f2) B

Source : [3] p. 207

Exemple de chaînage AV(ant)

- Règles

$$(r1) P \Rightarrow Q$$

$$(r2) L \wedge M \Rightarrow P$$

$$(r3) B \wedge L \Rightarrow M$$

$$(r4) A \wedge P \Rightarrow L$$

$$(r5) A \wedge B \Rightarrow L$$

- Faits

$$(f1) A$$

$$(f2) B$$

A

B

Source : [3] p. 207

Exemple de chaînage AV(ant)

- Règles

$$(r1) P \Rightarrow Q$$

$$(r2) L \wedge M \Rightarrow P$$

$$(r3) B \wedge L \Rightarrow M$$

$$(r4) A \wedge P \Rightarrow L$$

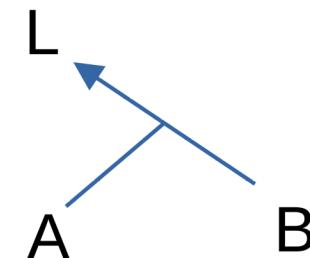
$$(r5) A \wedge B \Rightarrow L$$

- Faits

$$(f1) A$$

$$(f2) B$$

L



Source : [3] p. 207

Exemple de chaînage AV(ant)

- Règles

$$(r1) P \Rightarrow Q$$

$$(r2) L \wedge M \Rightarrow P$$

$$(r3) B \wedge L \Rightarrow M$$

$$(r4) A \wedge P \Rightarrow L$$

$$(r5) A \wedge B \Rightarrow L$$

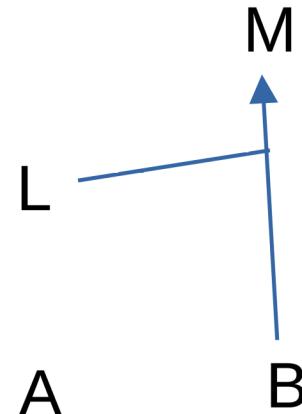
- Faits

$$(f1) A$$

$$(f2) B$$

L

M



Source : [3] p. 207

Exemple de chaînage AV(ant)

- Règles

$$(r1) P \Rightarrow Q$$

$$(r2) L \wedge M \Rightarrow P$$

$$(r3) B \wedge L \Rightarrow M$$

$$(r4) A \wedge P \Rightarrow L$$

$$(r5) A \wedge B \Rightarrow L$$

- Faits

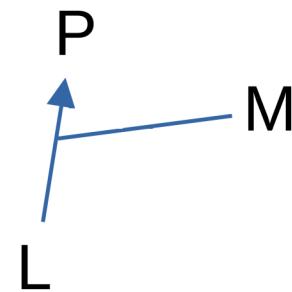
$$(f1) A$$

$$(f2) B$$

$$L$$

$$M$$

$$P$$



A

B

Source : [3] p. 207

Exemple de chaînage AV(ant)

- Règles

$$(r1) P \Rightarrow Q$$

$$(r2) L \wedge M \Rightarrow P$$

$$(r3) B \wedge L \Rightarrow M$$

$$(r4) A \wedge P \Rightarrow L$$

$$(r5) A \wedge B \Rightarrow L$$

- Faits

$$(f1) A$$

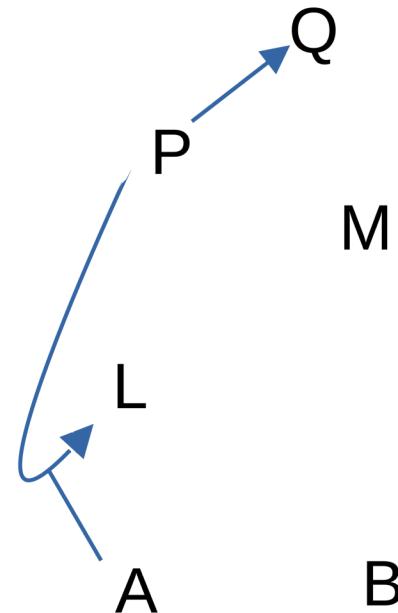
$$(f2) B$$

$$L$$

$$M$$

$$P$$

$$Q$$



Source : [3] p. 207

Exemple de chaînage AV(ant)

- Règles

$$(r1) P \Rightarrow Q$$

$$(r2) L \wedge M \Rightarrow P$$

$$(r3) B \wedge L \Rightarrow M$$

$$(r4) A \wedge P \Rightarrow L$$

$$(r5) A \wedge B \Rightarrow L$$

- Faits

$$(f1) A$$

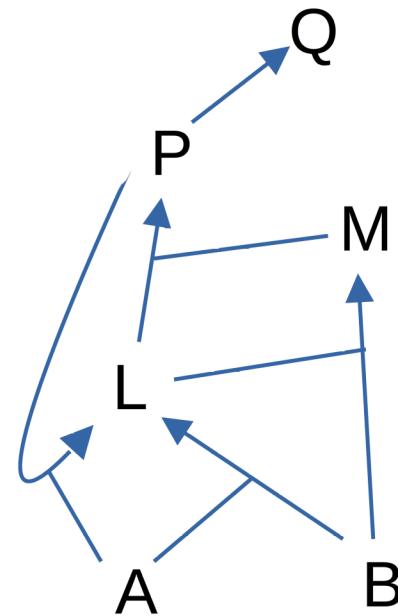
$$(f2) B$$

$$L$$

$$M$$

$$P$$

$$Q$$



Source : [3] p. 207

Exemple en géométrie

Le dictionnaire utilisé

L losange
P parallélogramme
R rectangle
T trapèze
S les 4 côtés sont égaux
X les diagonales sont perpendiculaires
D il y a un angle droit
A deux côtés adjacents sont égaux
C carré
V cerf-volant

La base de règles

$L \rightarrow P$
 $P \text{ et } X \rightarrow L$
 $P \rightarrow T$
 $A \text{ et } R \rightarrow C$
 $C \rightarrow R$
 $S \rightarrow L$
 $A \text{ et } X \rightarrow V$
 $D \text{ et } S \text{ et } T \rightarrow R$
 $A \text{ et } P \text{ et } X \rightarrow L$
 $S \rightarrow A$

Chaînage AR(rière)

- Cherche à démontrer un but donné
- On considère les règles qui ont pour but la conclusion à atteindre
 - Si la condition de l'une de ces règles est vérifiée : succès
 - Sinon les prémisses inconnues deviennent de nouveaux « sous-but » à démontrer

Chaînage AR(rière)

Règles

$$a \rightarrow c$$

$$a \text{ ET } d \rightarrow e$$

$$b \text{ ET } c \rightarrow e$$

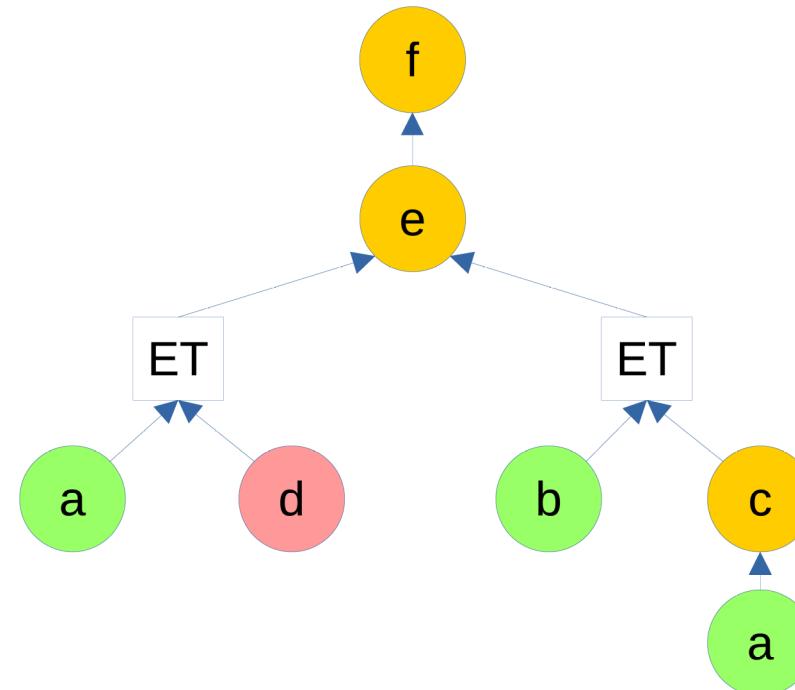
$$e \rightarrow f$$

Faits

a, b

But

f



Et si la base de faits ne suffit pas ?

- Chaînages AV/AR nécessitent une connaissance suffisante dès le début, sinon blocage de l'algorithme d'inférence.
- Pour éviter cela, le système expert doit pouvoir poser des questions (faits demandables) pour acquérir des connaissances « variables », dépendantes du contexte...
- Utilise le chaînage AR pour remonter à des faits demandables afin de conclure sur le but

Et quand on n'est pas sûr ?

- Faits peuvent être associés à des coefficients de vraisemblance
 - maladie = rougeole (0,7)
- Les règles peuvent introduire des coefficients d'affaiblissement venant moduler la croyance dans la conclusion
- Les faits sont alors pondérés

Simplification du problème

- Certaines approches fonctionnent par « réduction » du problème initial
- L'idée est de chercher un but équivalent, qui est potentiellement plus simple à résoudre
- On considère que **l'objet de l'étude n'est** pas le but à atteindre, mais **le raisonnement pour atteindre le but** (concept de métacognition, cf. J.Pitrat [36])

Exemples de systèmes experts

DENDRAL [37]

- « Dendritic Algorithm »
- 1^{er} système expert de l'Histoire
- Identification de molécules organiques d'après des données chimiques et des résultats de spectrométrie
- Par inférences successives, construit un arbre des possibilités d'après le type et la disposition des atomes de la molécule
- Traitement beaucoup plus rapide qu'un humain, précision comparable

MYCIN [19]

- Diagnostic des maladies infectieuses du sang, et des méningites (dév. de 1972 à 1978)
- Faits accompagnés d'un facteur de certitude
- ≈600 règles munies d'un coefficient d'atténuation
- Résultats dépendants de l'ordre d'application des règles, et soumis à des effets de seuils sur la certitude des faits
- Inutilisé en pratique pour des raisons de mise en oeuvre

MYCIN

TABLE 31-1 Ratings of Antimicrobial Selection Based on Evaluator Rating and Etiologic Diagnosis

<i>No. (%) of items in which therapy was rated acceptable*</i>	<i>No. (%) of items in which therapy was rated acceptable by majority of evaluators (n = 10)</i>	<i>No. of cases in which therapy failed to cover a treatable infection (n = 10)</i>
<i>Prescribers</i>		
MYCIN	52 (65)	7 (70)
Faculty-1	53 (68)	1
Faculty-2	48 (60)	1
Infectious disease fellow	48 (60)	1
Faculty-3	46 (57.5)	0
Actual therapy	46 (57.5)	0
Faculty-4	44 (55)	0
Resident	36 (45)	1
Faculty-5	34 (42.5)	0
Student	24 (30)	3

*Therapy was classified as acceptable if an evaluator rated it as equivalent or as an acceptable alternative.

OCAPI [39]

- Description morphologique de galaxies
- Décide, en fonction du but à atteindre, des opérations de traitement d'images à appliquer

But	détection-zone-objet
données d'entrée :	image
données de sortie :	ix, iy, x, y, taille
règles de choix :	{ }
règles d'évaluation :	{ si :juger taille trop-petite/specifs et non étoiles absentes alors :juger détection ambiguë et :échec si détection non ambiguë et taille < specfs-min + 2 alors :juger détection limite ... }

Description et utilisation d'opérateurs de façon à enrichir la base de Connaissances sur l'image à traiter

Problème à résoudre : planification des opérations pour atteindre le but

PROSPECTOR [40,41]

- Evaluation géologique de sites dans le cadre de prospection minière
- Développement de 1976 à 1981, en INTERLISP
- Connue pour avoir prédit le site d'un gisement de molybdène dans l'état de Washington
- Ecart de décision avec les experts estimé à 7 %
- Aussi utilisé comme aide à la formation
- Utilisation de réseaux sémantiques

RUFUS [34]

- Aide au diagnostic des pannes électriques pour la RATP
- Ecriture en LISP
- Validation du concept sur maquette de 350 règles
- Assistance d'un spécialiste pour l'entretien du SE
- Permet à un technicien débutant de diagnostiquer des pannes complexes, du domaine de l'expert
- Frustration du technicien qui ne comprend pas toujours ce qu'il fait et pourquoi la machine le demande...

L'IA symbolique est-elle morte ?

Système expert vs. App classique

Table 1. Comparison of Expert system with the conventional system

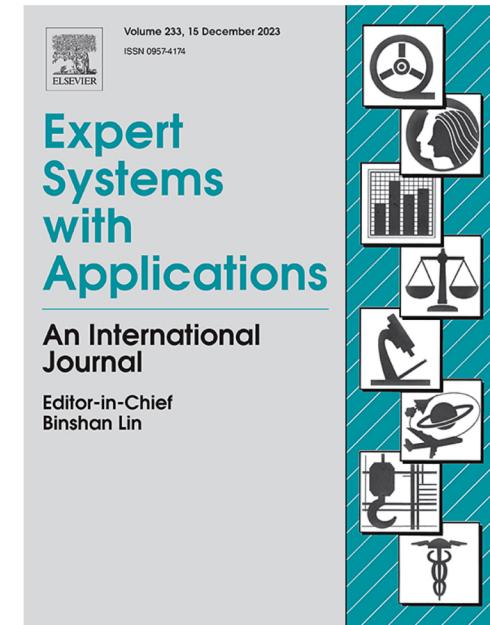
Expert system	Conventional system
Knowledge base is clearly separated from the processing (inference) mechanism	Information and its processing are usually combined in one sequential program
Program does not make mistakes	May make a mistake
Explanation is a part of the most expert system	Explanation is part of most ES conventional system
System can be operated with only a few rules (as the first prototype)	System operates only when it's completed
Execution is done by using heuristic and logic	Execution is done on a step by step (algorithmic)
Can operate with incomplete or uncertain information	Need complete information to operate
Effective manipulation of large knowledge bases	Effective manipulation of large database
Representation and use of knowledge	Representation and use of data

Difficulté d'usage

- Règles logiques [OK, pb de formalisation]
- Moteur d'inférence [OK, pb des conflits]
- **Constitution de la base de règles**
 - Problème difficile, car l'expertise est difficile à établir !
 - Variabilité entre experts
 - Processus mental pour résoudre un problème par l'expert dans un cas spécifique (base de faits) ne repose pas que sur du « rationnel »...

Elle traverse plutôt un « hiver »

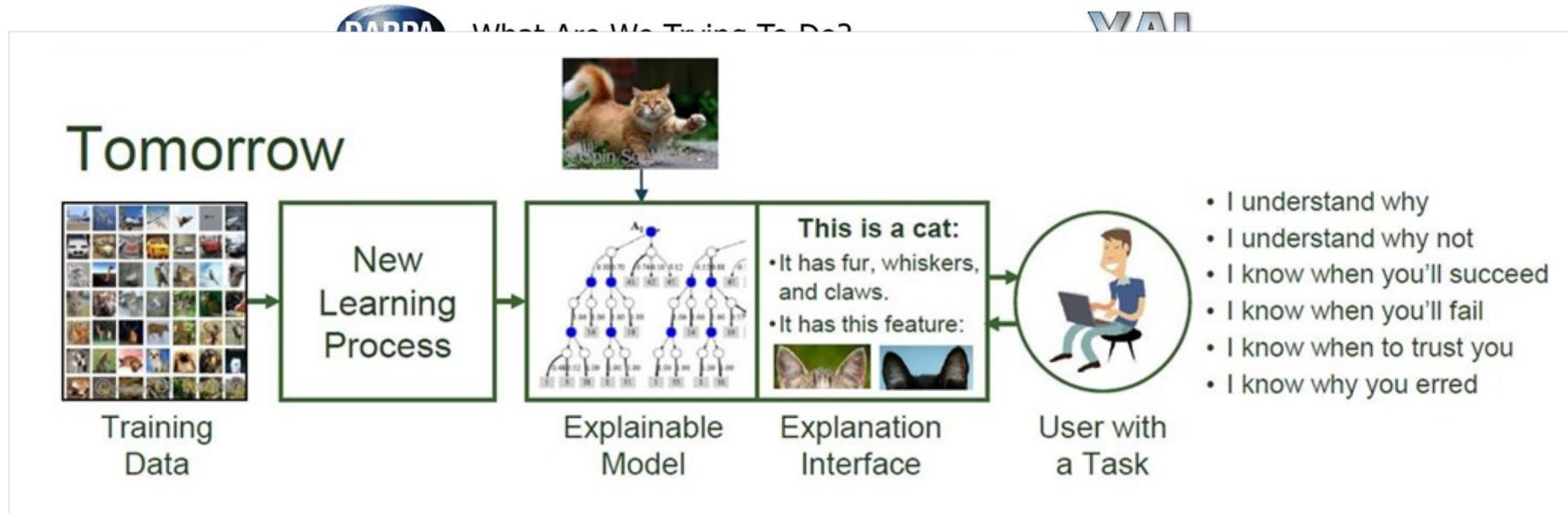
- Mise en sourdine dans le rapport Villani [43]
- Recherche toujours active, mais peu visible
- Elle a un avantage indéniable : elle suit des règles de logique :
 - IA qui peut expliquer son « raisonnement »
 - IA qui peut améliorer notre compréhension
 - IA qui peut être « corrigée »



En attendant la sortie du tunnel...

- Construction au niveau mondial d'une base de connaissances (web sémantique / LOD)
- L'humain utilise les règles (connaissances) et l'expérience (apprentissage par base de cas)
- Et si l'IA numérique pouvait nous aider à construire les règles des IA symboliques ? (rule-based ML)
- Programmes de recherche sur l'explicabilité des IA [44]

eXplainable AI (XAI)



IA Symboliques

UTL :: Comprendre l'IA et ses impacts



Av. Monge, 37200 Tours



brouard@univ-tours.fr



<https://www.univ-tours.fr/>



+33 247 367 019 (T. BROUARD)