

Chapitre 3

Résolution des problèmes en IA

1. Introduction

Parmi les premiers problèmes que l'on a tentés de résoudre par ordinateur figurent, en bonne place, les jeux et la preuve de théorèmes. En effet, malgré la grande performance intellectuelle reconnue de l'Homme, dans ces deux tâches, on a pensé que la capacité de mémorisation et rapidité de calcul des machines leur permettraient de faire plus vite et au moins aussi bien.

Maintenant, même pour les machines, l'examen de ces problèmes montre :

- Le nombre de voies à explorer pour arriver à une solution est très grand.
- Les simples propriétés de structure de la machine ne suffisent pas pour atteindre des performances valables.

Exemple : En jeu d'échecs, la recherche du meilleur coup, en utilisant seulement les règles de déplacement des pièces, nécessiterait, à un certain moment du jeu, d'envisager un nombre impressionnant de coups, de répliques possibles, de répliques aux répliques, beaucoup trop grand pour n'importe quelle machine actuelle ou probablement future.

A l'inverse, si on observe la démarche d'un joueur averti, on s'aperçoit qu'elle se fonde non pas sur la puissance de calcul, mais sur l'utilisation de règles beaucoup plus précises :

- Evaluation de l'état du jeu en nombre et disposition du jeu.
- Appréciation des coups légaux.
- Mise en œuvre de stratégies offensives ou défensives.

Il s'agit en fait de stocker, dans le cerveau, les expériences vécues et, à partir de cela, construire ses propres stratégies

2. Résolution de problèmes

De façon générale, on s'attaque aux problèmes que l'Homme ne sait pas résoudre facilement ou dans des temps raisonnables, mais à condition qu'ils soient complètement formalisables.

2.1 Exemple1 : Comment résoudre le problème du jeu d'échecs

Pour construire un programme qui puisse jouer aux échecs, il est nécessaire de spécifier :

- la configuration initiale de l'échiquier.
- les règles qui définissent les déplacements autorisés.
- les configurations de l'échiquier qui représentent une victoire pour un joueur.

La configuration initiale : un tableau 8x8 où chaque position contient un symbole représentant la pièce.

La configuration but : toute configuration de l'échiquier dans laquelle l'adversaire n'a pas de coups licites et son roi est attaqué.

Les coups licites : Ils représentent un moyen de passer d'une configuration à une autre. Ce sont les règles du jeu : par exemple :

Case (i,j) : colonne i, ligne j

Noirs	8	x	x	x	x	x	x	x											
	7	x	x	x	x	x	x	x											
	6																		
	5																		
	4																		
	3																		
	2	x	x	x	x	x	x	x											
	1	x	x	x	x	x	x	x											
		1	2	3	4	5	6	7	8										

→

x	x	x	x	x	x	x	x	x	
x	x	x	x	x	x	x	x	x	
x	x	x							
x	x	x	X						

Pion Blanc en case (4,2) }
 Case (4,3) vide } → Déplacer le pion de la case (4,2) à la case (4,4)
 Case (4,4) vide }

Ceci peut être généralisé :

Pion Blanc en case (j,2) }
 Case (j,3) vide } → Déplacer le pion de la case (j,2) à la case (j,4)
 Case (j,4) vide }

2.2 Formalisation de problèmes et définitions

- Variable d'état : Tout problème est relatif à un certain nombre d'objets que l'on peut décrire sous forme de variables d'état.

- Etat d'un problème : C'est l'ensemble de valeurs que prennent ces variables d'états à un instant donné. Un état sera représenté par une structure de données dépendant du problème traité. C'est, par exemple, le tableau décrivant l'échiquier dans le cas du jeu d'échecs.

- Espace d'états : C'est l'ensemble des états possibles pour le problème considéré.

- Représentation d'un problème : Un problème peut être formalisé par un **triplet (I,O,B)** où :

- **I** est l'ensemble des **états initiaux**.
- **O** est l'ensemble des opérateurs du système permettant de passer d'un état à un autre.
- **B** est l'ensemble des **états buts ou finaux**.

Ainsi, une solution au problème consistera en une séquence d'opérations appartenant à **O**, permettant d'aller d'un élément de **I** vers un élément de **B**.

- Espace de résolution d'un problème : il sera représenté par un graphe d'états. Ainsi, une solution au problème consistera en un chemin conduisant d'un nœud de départ vers un nœud but.

- Système de résolution : Il comporte :

- Un ensemble de structures de données, organisés en un graphe.
- Un ensemble d'opérateurs caractérisés par leurs conditions d'application et leurs actions.
- Une structure de contrôle mettant en œuvre la stratégie de résolution.

2.3 Exemples de problèmes

- **Problèmes réels** :

- Recherche de parcours (guidage routier)
- Configuration de circuits VLSII où le placement de millions d'éléments sur une puce est crucial pour le fonctionnement efficace du produit ;
- Robotique (assemblage automatique, navigation autonome)

- **Jeux** :

3. Exemples de résolution de jeux

Dans cette section, nous allons résoudre les problèmes de jeux suivants :

- Le taquin
- Les 8 reines
- Les 2 cruches
- Les missionnaires et les cannibales

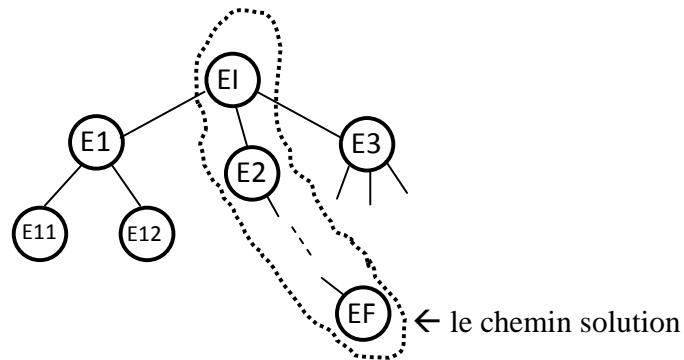
4. Modes de représentation de résolution d'un problème (représentation formelle)

Il existe deux façons classiques pour représenter la résolution d'un problème. :

- Le graphe d'états
- Le graphe ET/OU

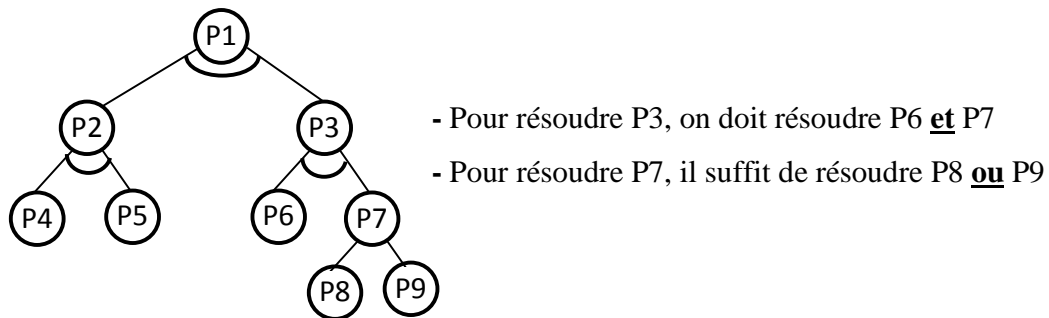
4.1 Graphe d'états

L'espace des états successifs d'un problème en cours de résolution est traduit sous forme d'un graphe dont chaque nœud représente un état et chacun des arcs est une opération faisant passer d'un état à un autre.



4.2 Graphe ET/OU

C'est un graphe de réduction de problèmes



4.3 Stratégies de résolution

Dans les deux modes de représentation, la structure clé est le graphe (arbre). Résoudre un problème consistera à se déplacer dans cette structure, dans la recherche d'une solution. Il existe différentes stratégies de résolution qu'on détaillera dans le chapitre suivant.