

Résolution de problème en IA

Chapitre 3

Plan du chapitre

1. Introduction
2. Résolution des problèmes en IA
 1. Principe
 2. General Problem Solver
 3. Types de problèmes
 4. Méthodes de résolution de problèmes
3. Représentation et résolution d'un problèmes
 1. Description d'un problèmes
 2. Principe et représentation graphique
 3. Exercices et solutions
 4. Défis
 5. Évaluation des algorithmes de recherche des solutions

Introduction: IA et résolution des problèmes

Humain	Machine
Basé sur des règles et des stratégies	Une grande capacité de calcul et de mémorisation

- Pour certains problèmes, le nombre des possibilités de résolution est très grand
- La machine ne peut pas supporter un nombre gigantesque de possibilités
- On a intérêt de doter la machine par les règles et les stratégies de l'Homme

L'IA s'attaque aux problèmes que l'Homme ne sait pas résoudre facilement

Résolution des problèmes: principe

Considérer qu'il existe des méthodes générales permettant de résoudre n'importe quel type de problème

- L'algorithme doit donc être **neutre** sur le domaine concerné
- Les connaissances de description du problème et de sa résolution doivent être clairement **séparés de l'algorithme**
- Malgré l'ambition unificatrice visée , il existe **différentes démarches** pour aborder la résolution d'un problème

Résolution des problèmes: General Problem Solver

Un solveur général de problème a été construit en 1959 par Newel et Simon

- **But** : modéliser l'activité humaine de résolution de problèmes
 - **Idée** : essayez de réduire les différences entre la situation courante et le but final
- l'influence de ce système est très grande sur les recherches en IA
- le solveur était très ambitieux mais en pratique il s'est limité à la résolution d'énigmes



Résolution des problèmes: Types de problèmes

Satisfaction des contraintes

Contrainte: relation logique entre des variables

- On connaît l'état de départ
- Peu importe le chemin
- On cherche un état final respectant les contraintes

Exemples:

- Sudoku
- Enigme
- Séquençage ADN
- Rendu monnaie

Planification

- On connaît l'état de départ
- On connaît l'état final
- On cherche un chemin selon certains objectifs

Exemples:

- Emploi du temps
- Ordonnancement
- Transport
- Solitaire

Résolution des problèmes: Description d'un problème

La résolution d'un problème peut être décrite comme suit:



Il peut y avoir plusieurs états finaux satisfaisants et permettant de considérer le problème résolu

Résolution des problèmes: Principe et représentation graphique

Pour résoudre un problème il suffit de:

- Considérer l'état initial
- Considérer les opérations qui permettent de changer l'état du monde
- Tenter ces opérations de manière systématique
- Tester si on arrive à un état final satisfaisant

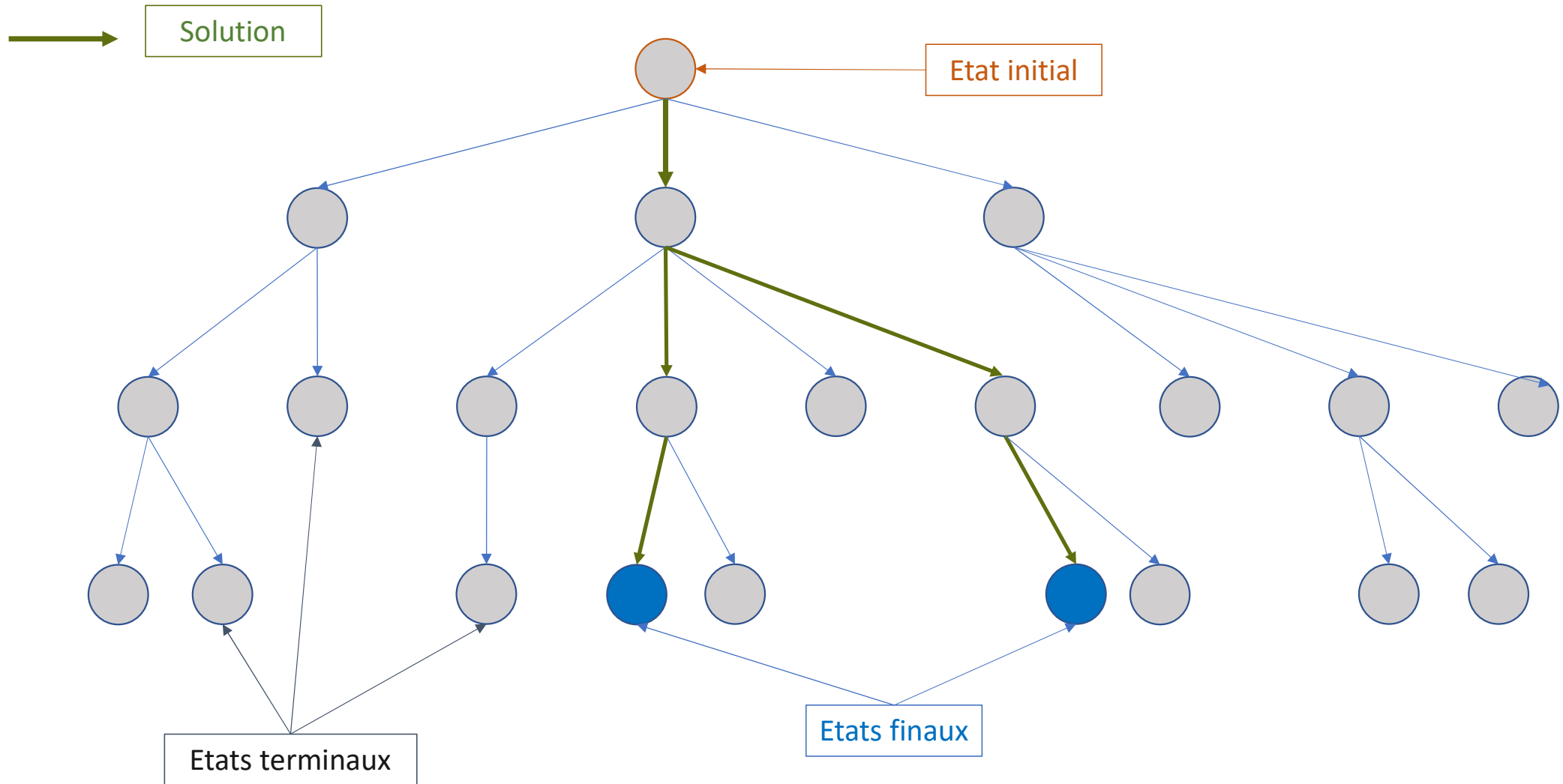
Le système de résolution est modélisé en une structure graphique comportant:

- Un ensemble de structures de données organisées en un graphe ou arbre
- Un ensemble d'opérations caractérisées par leurs conditions d'application et leurs actions
- Une structure de contrôle pour la stratégie de résolution

Un espace de résolution du problème est un graphe d'états

La solution sera un chemin d'un nœud départ vers un nœud but

Résolution des problèmes: Principe et représentation graphique



Représentation et résolution d'un problème: Notations

Un problème est représenté par (I,O,B) avec:

I: ensemble des situations initiales

O: ensembles des opérations qui permettent de changer d'un état à un autre

B: ensemble des situations buts

Résolution d'un problème:

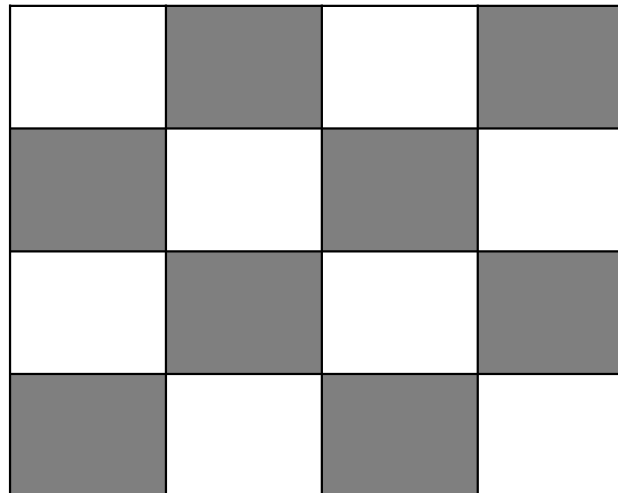
Séquence finie d'opérations permettant d'aller de I à B

Exercice 1: Problème des 4 reines

Il s'agit de placer 4 reines sur un échiquier comportant 4 lignes et 4 colonnes, de manière à ce qu'aucune reine ne soit en prise.

On rappelle que 2 reines sont en prise si elles se trouvent sur une même diagonale, une même ligne ou une même colonne de l'échiquier.

1. Définir le triplet (I,O,B) de ce problème
2. Présenter le graphe de résolution de ce problème

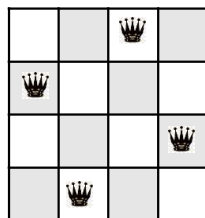
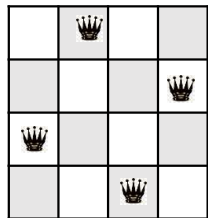
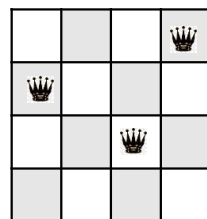
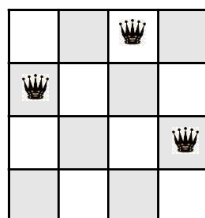
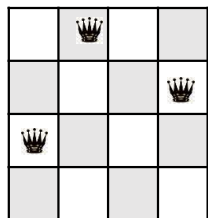
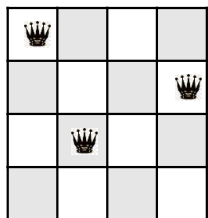
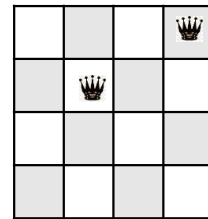
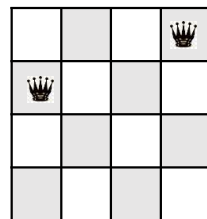
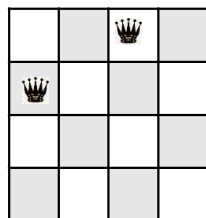
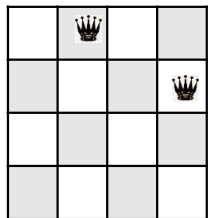
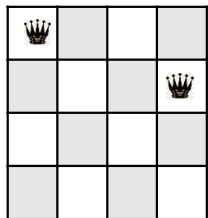
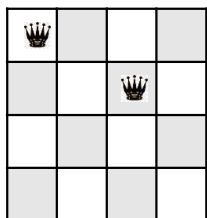
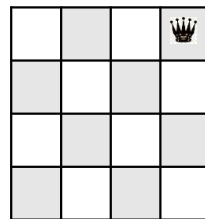
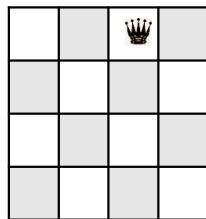
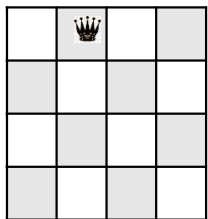
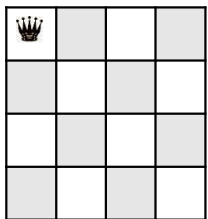
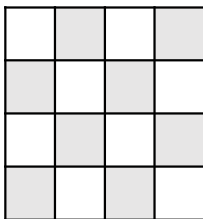


Exercice 1: Problème des 4 reines, solution

I : échiquier vide

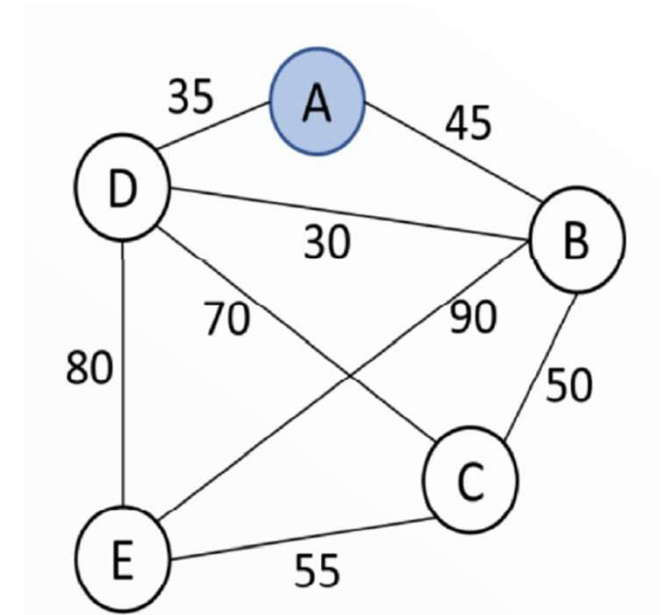
B: les 4 reines sont placées de façon qu'aucune d'entre elle ne menace l'autre

O: opération de placer une reine



Exercice 2: Problème du voyageur de commerce

- Le problème de voyageur de commerce consiste à partir d'une ville A et revenir à la même ville en passant par certains nombre de villes B, C, D et E sans repasser 2 fois par la même ville
- on considère la carte des villes indiquant les distances entre les différentes villes à visiter,
- L'objectif est de trouver un chemin partant et revenant à la même ville A



1. Définir le triplet(I,O,B) de ce problème
2. Présenter le graphe de résolution de ce problème
3. Trouver le trajet qu'il doit effectuer en minimisant la distance parcourue

Solution

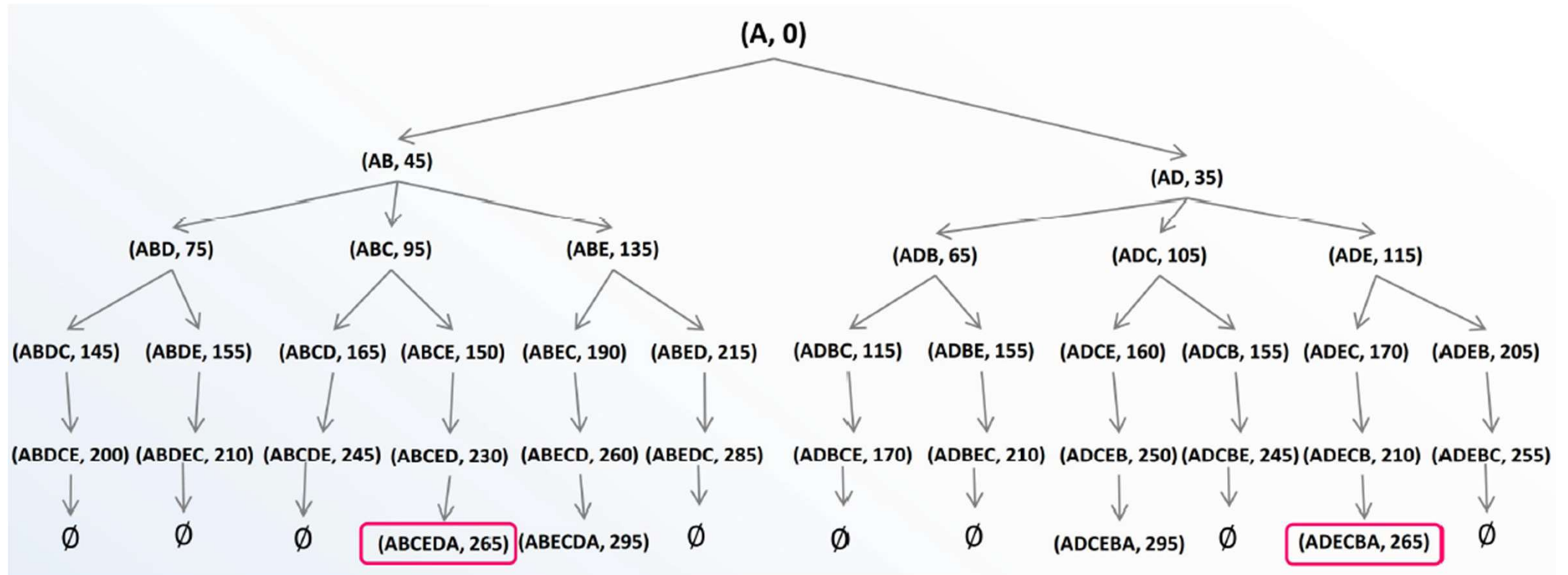
- I: Initialement, le voyageur se trouve à la ville A

$$I=\{A\}$$

- Le but consiste à visiter toutes les villes en revenant à la ville A

$B = \{A, x_1, x_2, x_3, x_4, A\}$ tels que x_1, x_2, x_3, x_4 représentent les villes B, C, D et E

- L'opération O est de passer d'une ville à une autre



Chemin: (ABCEDA) ou bien (ADECBA)

Coût: 265

Exercice 3: Problème de la traversée de la rivière

- Un fermier avec son loup son mouton et son chou veulent traverser la rivière
 - les 4 se trouvent sur la rive gauche de la rivière
 - le bateau peut transporter le fermier et un des 3 autres d'une rive à l'autre
 - si le loup reste seul avec le mouton il va le manger
 - si le mouton reste seul avec le chou il va le manger
1. Définir le triplet(I,O,B) de ce problème
 2. Présenter le graphe de résolution de ce problème
 3. Déterminer la séquence des traversées pour que les quatres soient sur la rive droite



Solution

- On représente les entités ainsi:

F -> Fermier , M -> Mouton, L -> Loup, C-> Chou

- On distingue deux rives: D,G
- Sur chaque rive, il peut y avoir:
 - Au max les 4 entités: $D=\{F,M,L,C\}$ ou $G=\{F,M,L,C\}$
 - Au mini aucune entités: $D=\{\}$ ou $G=\{\}$

- Initialement, les quatre entités se trouvent sur la rive gauche

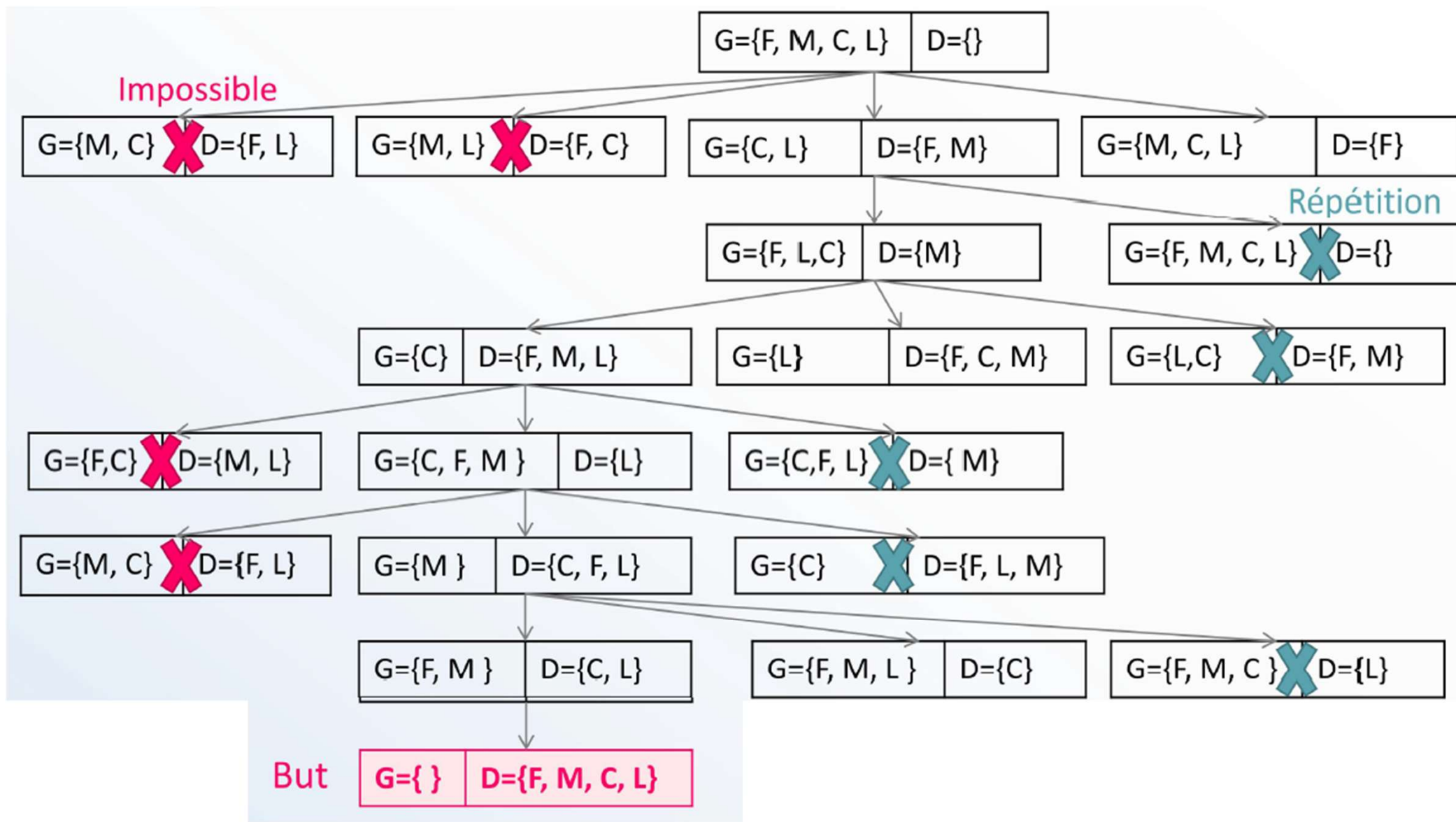
$$I = \{G = \{F, M, L, C\}, D = \{\}\}$$

- A la fin, les quatre entités se trouvent sur la rive droite

$$I = \{G = \{\}, D = \{F, M, L, C\}\}$$

- $O = \{O_1, O_2, O_3, O_4\}$

- O_i : le fermier amène l'un des trois entités d'une rive à une autre



- La solution du problème est alors:
 1. Le fermier conduit le mouton à la rive droite
 2. Le fermier revient tout seul à la rive gauche
 3. Le fermier conduit le loup sur la rive droite
 4. Le fermier ramène le mouton sur la rive gauche
 5. Le fermier conduit le chou vers la rive droite
 6. Le fermier ramène le mouton sur la rive droite

Augmentation de solution partielle

[Generate and Test]

- ☐ On commence la résolution en utilisant un opérateur valide pour l'état initial
- ☐ On continue à le faire à partir de l'état résultant
- ☐ Retour en arrière en cas des états terminaux ou des états déjà explorés
- ☐ Si plus aucun choix d'opérateur n'est possible alors il n'y a pas de solution

Application récursive

[Divide and Solve]

- ☐ On décompose le problème en sous-problèmes jusqu'à arriver à des sous-problèmes « triviaux »
- ☐ On résout ces problèmes par la méthode précédente
- ☐ On remonte l'arbre de décomposition jusqu'à obtenir la solution au problème complet

Complexité en temps

- Combien de temps prend l'algorithme pour trouver la solution ?

Complexité en espace

- Combien de mémoire est utilisé lors de la recherche d'une solution ?

Complétude

- Est-ce que l'algorithme trouve toujours une solution s'il y en a une ?

Optimalité

- Est-ce que l'algorithme renvoie toujours des solutions optimales ?