

Intelligence Artificielle

Chapitre 2^{AI} : Représentation et Résolution de Problèmes

Par : Dr Sarah CHABANE MECHIOURI

Contenu du chapitre

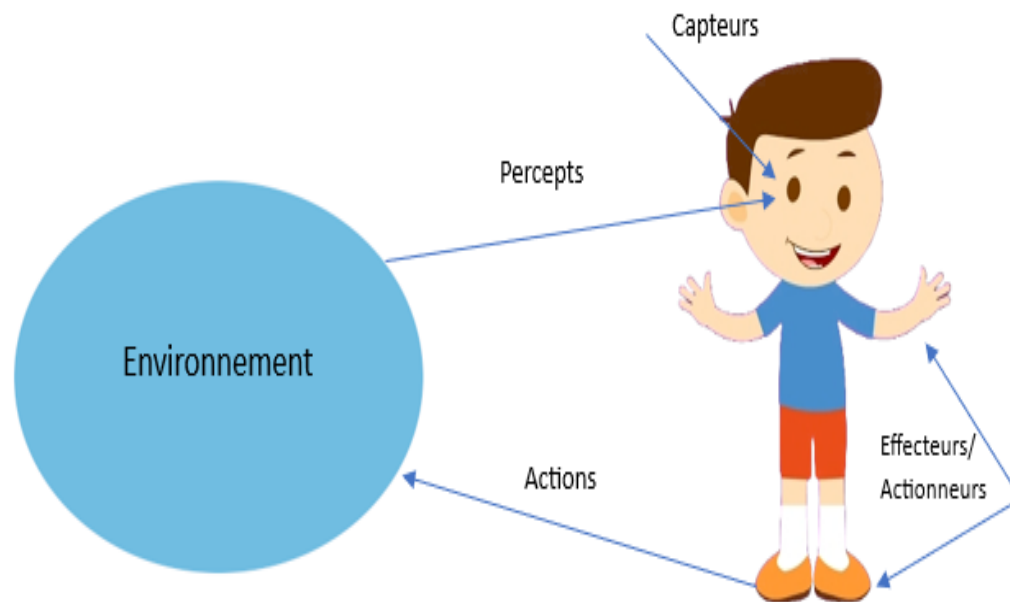
- Introduction
- Types de problèmes
- Représentation des problèmes.
- Résolution des problèmes.
- Stratégies de recherche dans un graphe.
 - Stratégies non informées.
 - Stratégies informées.

Introduction



Comment les humains prennent des décisions rationnelles?

C'EST QUOI UN AGENT ?



- Un agent peut être toute chose qui peut percevoir son environnement à l'aide de **CAPTEURS** (SENSORS) et agir sur cet environnement à l'aide d'**ACTIONNEURS** (ACTUATORS).
- Un agent peut **PERCEVOIR**, **PENSER**, et **AGIR**.

AGENTS

- ❑ **Agent humain a :**

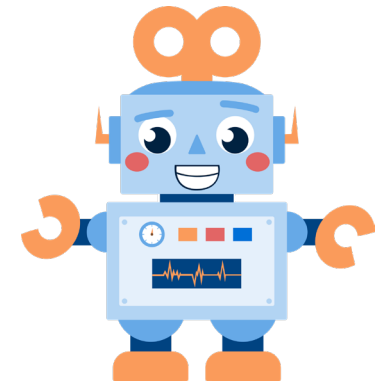
- ❑ Des yeux, des oreilles et d'autres organes comme capteurs
- ❑ Des mains, des pieds, une voix qui travaillent comme actionneurs.

- ❑ **Agent robotique a :**

- ❑ Des caméras, des capteurs infrarouges... comme capteurs
- ❑ Plusieurs moteurs comme actionneurs.

- ❑ **Agent logiciel a :**

- ❑ Clavier, contenus de fichiers comme capteurs d'entrées
- ❑ Un écran, accès en écritures agit sur ces entrées en affichant le résultat sur l'écran.



Agent avec objectifs explicites



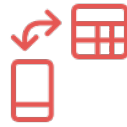
Identifier les objectifs

Le but organise le comportement en limitant les objectifs et les actions à considérer.



Formuler le problème

Un modèle abstrait d'une partie pertinente du monde.



Recherche de la solution

Tester les séquences d'actions dans un modèle abstrait



Trouver une solution

Identifier une séquence d'actions qui atteint l'objectif



Exécuter les actions

Mettre en œuvre les actions de la solution une à la fois

Représentation d'un problème



- **Objectif** : Concevoir un système de résolution automatique de problèmes indépendant du problème à résoudre.



- Quand est-ce qu'on parle de problème en IA ?
 - Un agent (sujet) est confronté à **'un problème'** dès que l'action à effectuer n'est pas un réflexe (non prévisible) sur son environnement.

Représentation d'un problème

- On a un problème quand :
 - On se trouve dans une certaine situation → **Etat**
 - On a un but à atteindre → **Etat avec des caractéristiques données.**
 - On ne voit pas immédiatement la suite d'actions à accomplir pour atteindre le but
→ **Résoudre le problème.**



Résolution de problèmes

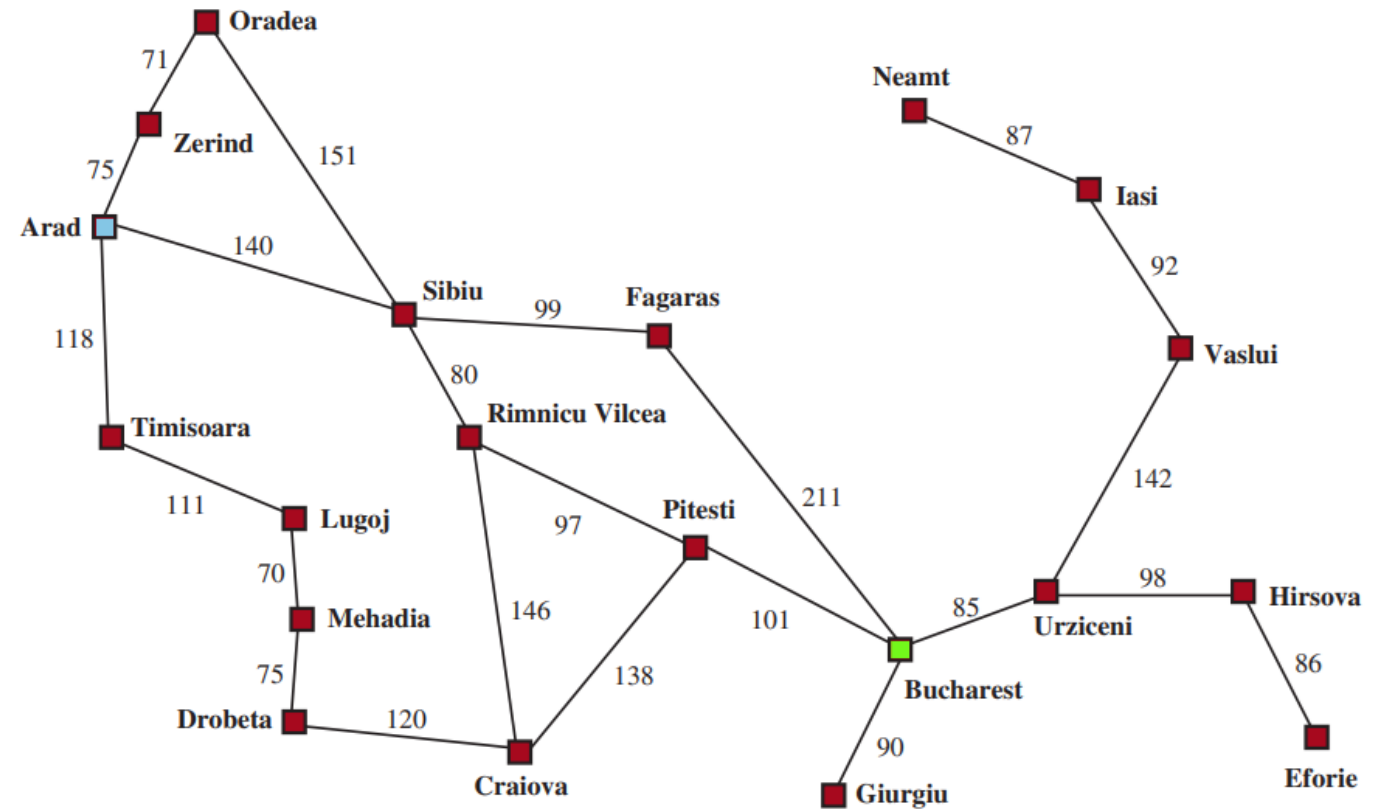


La résolution consiste alors à effectuer des choix en progressant, de situation en situation, d'une hypothèse initiale jusqu'à la solution.

Exemple d'un agent avec objectif explicite : Touriste en Roumanie

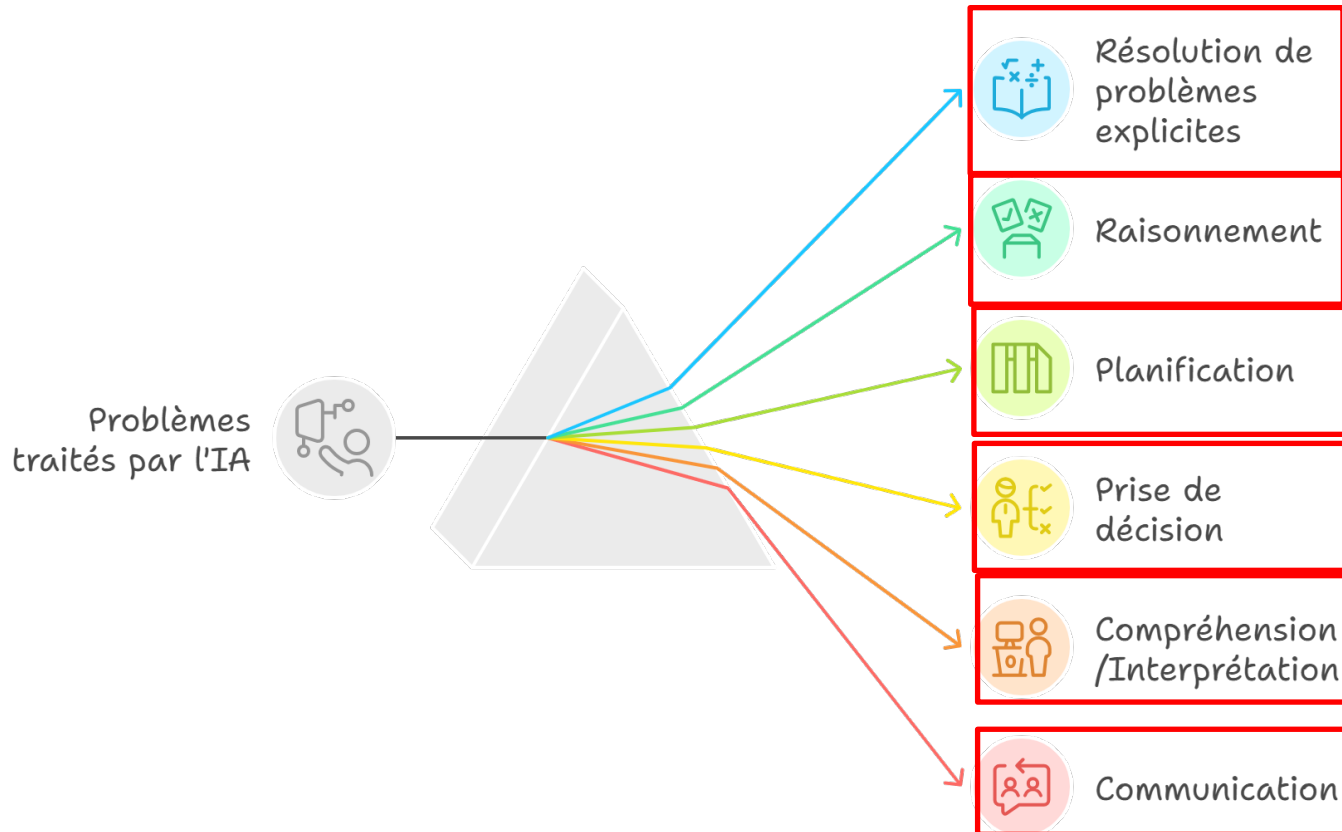
- Un touriste est à « Arad », le lendemain il doit prendre un vol depuis « Bucharest »
- **Formuler le but :** être à « Bucharest »
- **Formuler le problème :**
 - Etats: Les différentes villes de Roumanie
 - Actions : Se déplacer entre les villes.
- **Trouver la solution :** Trouver une séquences de villes :

Ex: Arad,Sibiu; Fagaras, Bucharest.



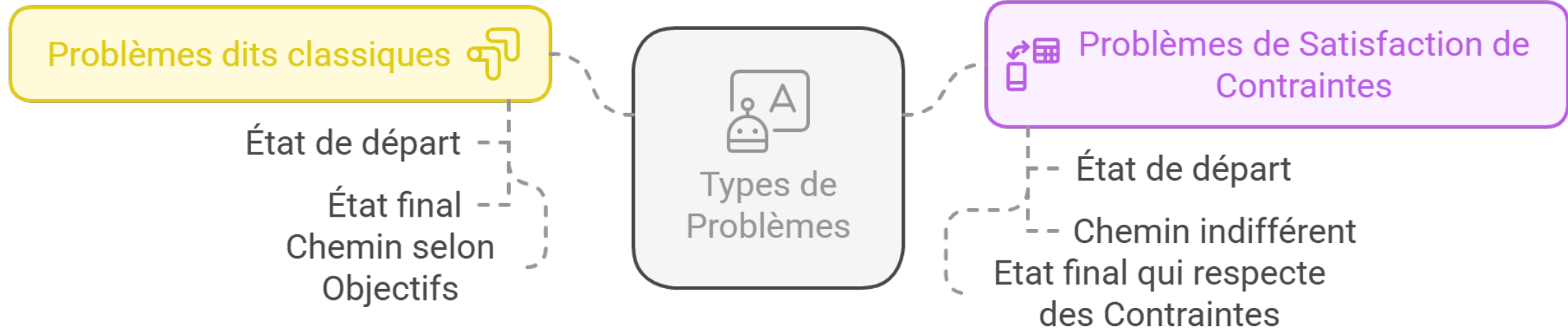
Types de Problèmes en IA

Types de problèmes en IA



- Problèmes en Mathématique, en Physique, en Mécanique, en Informatique, en Ingénierie, ... dans la Vie Quotidienne, etc.
- Démontrer la véracité d'une proposition/argument constitue un problème
- Atteindre un Objectif/But constitue un Problème
- Prendre une décision; effectuer un choix, constitue un problème
- Comprendre/Interpréter une situation, un texte, un discours constitue un problème
- Gagner dans un Jeu (situation de compétition) constitue un problème

Types de problèmes à définir



Types de problèmes à définir

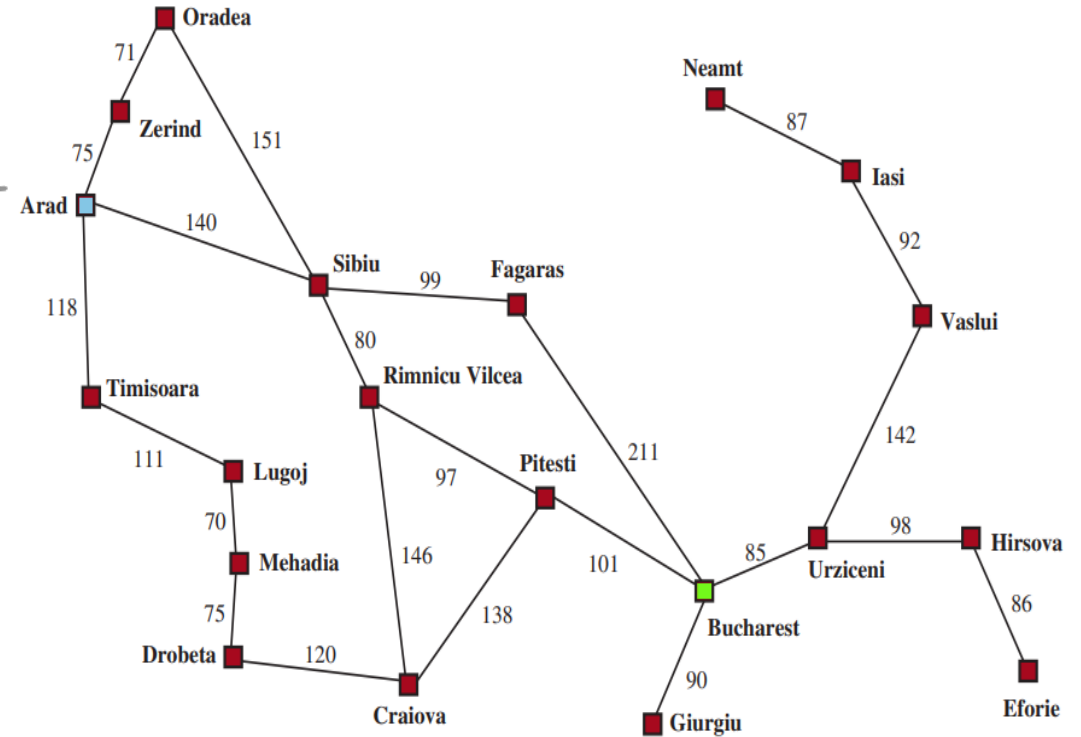
Problèmes dits classiques 

État de départ

État final

Chemin selon
Objectifs

Types de
Problèmes



Exemple : Le voyage en roumanie

- Une **solution** est une séquence d'actions partant de l'état initial et menant au but.
 - Arad – Zerind – Oradea – Sibiu- Rimnicu Vilcea -Pitesti – Bucharest
- Une **solution** est dite **optimale** si son coût est le minimum des coûts des autres solutions.
 - Arad –Sibiu- Fagaras - Bucharest

Types de problèmes à définir


Problèmes dits classiques

État de départ

État final

Chemin selon

Objectifs

 A
Types de
Problèmes

Problèmes de Satisfaction de Contraintes

État de départ

Chemin indifférent

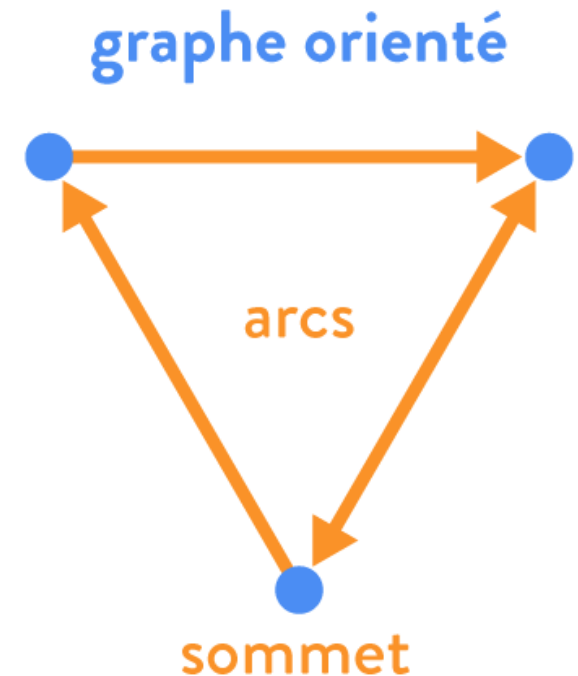
Etat final qui respecte
des Contraintes

Exemples

- Plan de table pour un mariage
- Créer un emploi du temps
- Gestion de pistes des aéroports

Représentation d'un problème : Espace de recherche

- **Un problème** est vu comme **un graphe orienté** où :
 - Les nœuds/sommets sont les états accessibles depuis l'état initial.
 - Les arcs/arêtes sont les actions



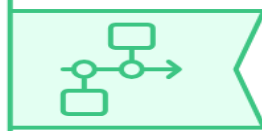
Définition d'un problème de recherche



Identifier l'état initial

Déterminer le point de départ du problème

Par exemple : "Arad"



Définir la fonction successeur

Énumérer les actions ou états possibles suivants $\text{succ}(x)$:

par exemple,

$\text{succ}(\text{Arad}) = \{\text{Zerind}, \text{Timisoara}, \text{Sibiu}\}$



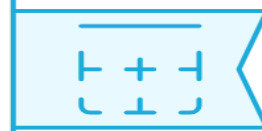
Établir un test de terminaison

Définir les critères pour savoir si l'état final est atteint.

2 types :

- Explicite e.x :
"à Bucharest"

- Implicite, e.x :
"vérifier mat au échec"



Calculer le coût

Évaluer le coût associé à chaque action ou transition

- par exemple la somme des distances, le nombre d'actions exécutées, etc.

- $c(x, a, y)$ est le coût d'une transition de x vers y ,
 $c(x, a, y) \geq 0$



Exemples de problèmes CSP

- Carte de l'australie →



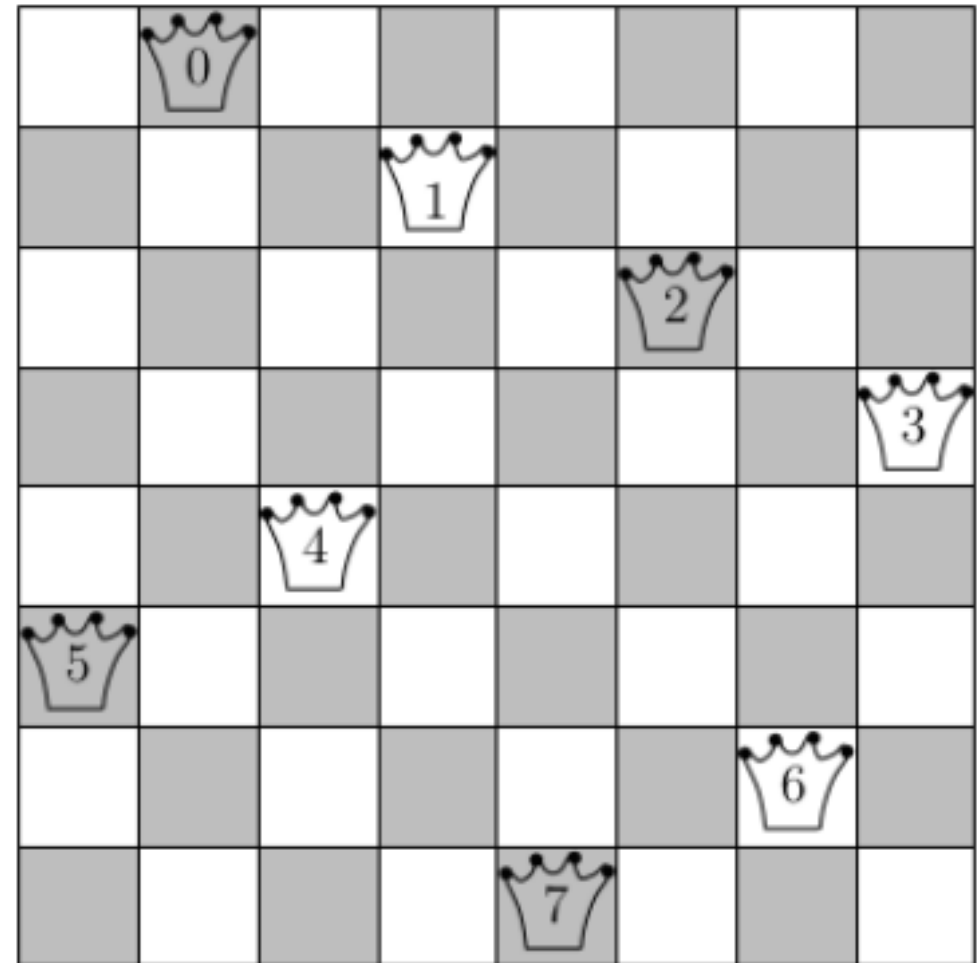
CSP_Exemple.pdf

Formalisation d'un problème CSP

- **Etats** : solutions partielles (affectation de quelques variables)
- **Etat initial** : valuation vide (aucune variable n'est affectée)
- **Actions** : choisir une valeur de son domaine pour une des variables restantes non encore instanciée.
- **Fonction successeur** ; ajouter la nouvelle valeur à la valuation actuelle
- **Test de but** : un état but est un état où toutes les variables sont instanciées et toutes les contraintes sont satisfaites
- **Coût de la solution** : donner le même coût pour chaque action

Exemple CSP : Problèmes des N reines

- Placer N reines sur un échiquier (une grille $N \times N$) tel qu'aucune reine attaque une autre reine c'est - à -dire qu'il n'y a pas deux reines sur la même colonne, la même ligne, ou sur la même diagonale





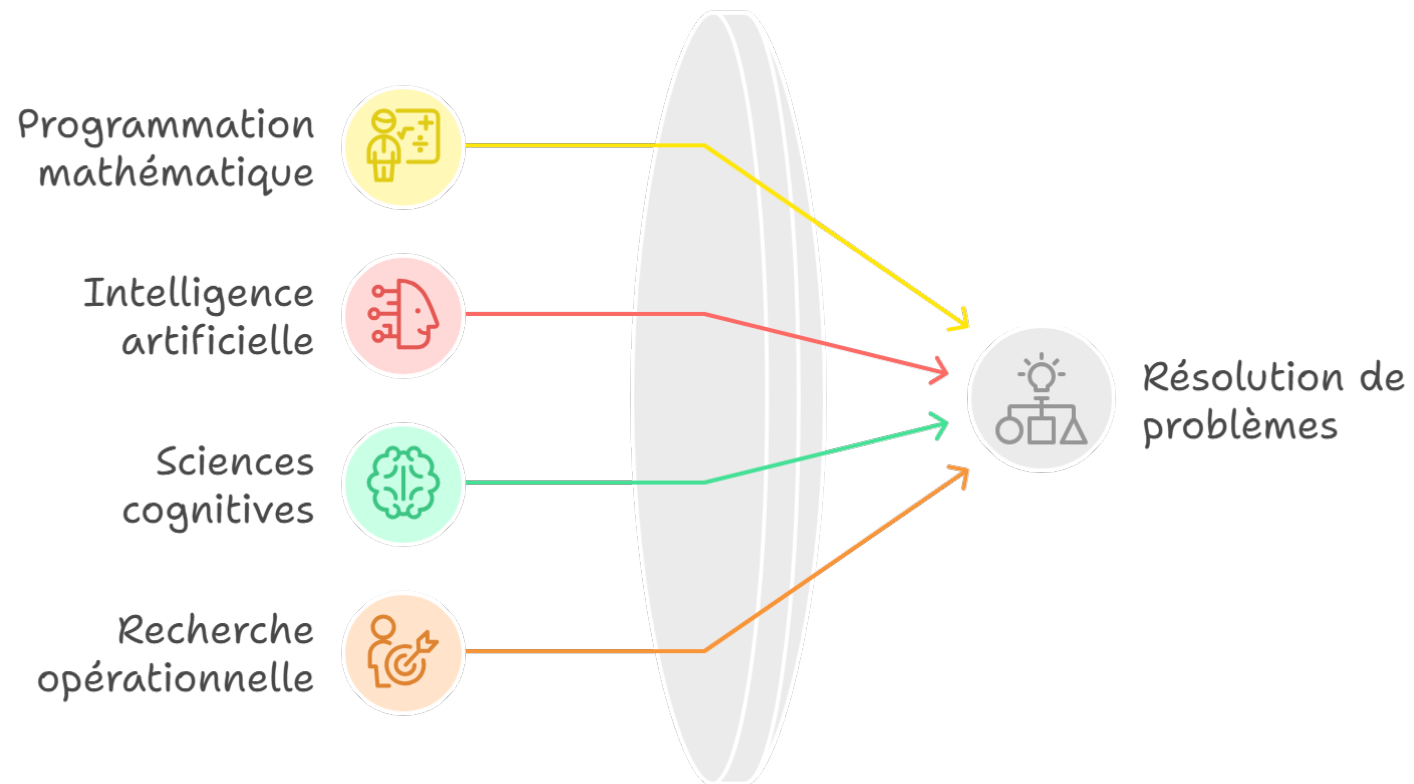
Résolution de problèmes

Résolution d'un problème

- ❑ Résoudre un problème c'est chercher un chemin qui permet d'aller d'une situation initiale à une situation finale (but).

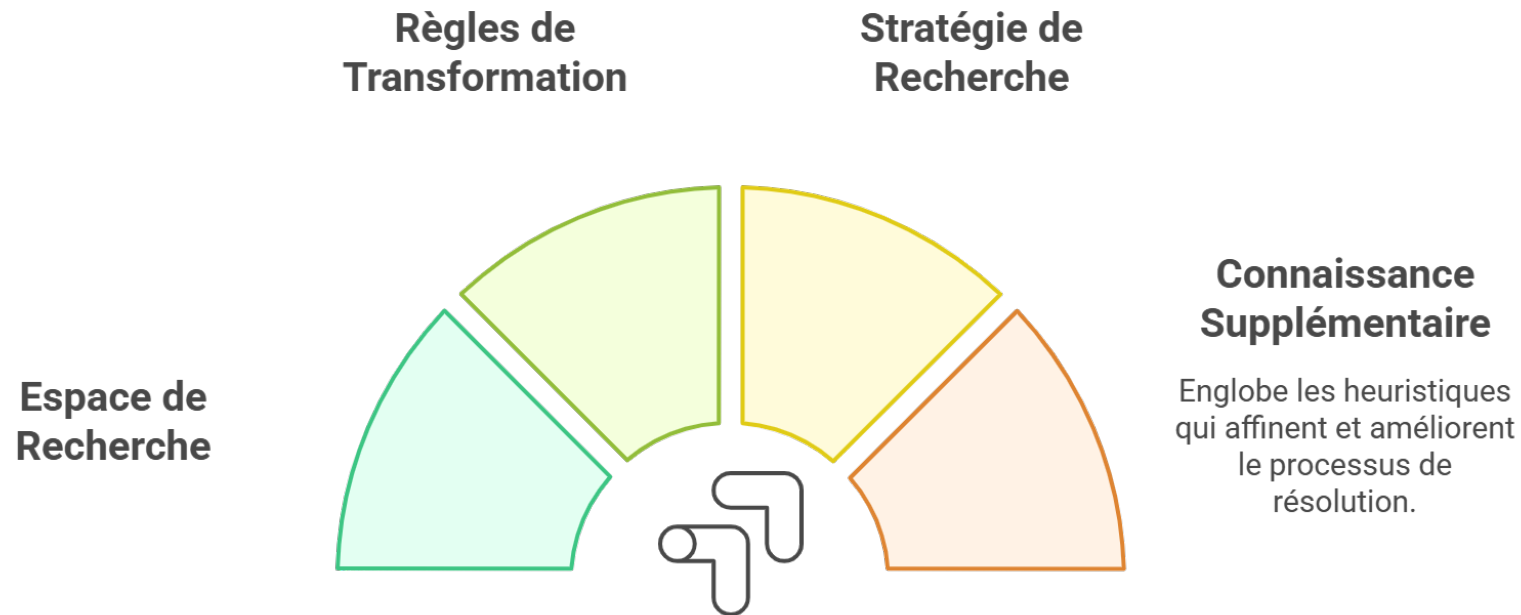


Intersection des disciplines pour la résolution de problèmes



Système de résolution de problèmes

En étudiant les différents systèmes « cognitifs » on découvre des concepts communs caractérisant le **Système de Résolution de Problèmes** :



Systeme de resolution de problemesSuite

- ❑ **Un espace de recherche :** modélise une vue abstraite et simplifiée du monde réel.
 - ❑ **Nature:** espace d'états, de problèmes, de plans..
 - ❑ **Représentation:** Logique Propositionnelle, Réseaux Sémantiques, ...

Systeme de resolution de problemes Suite

- **Un ensemble de règles de production** : $t \rightarrow q$
 - Une règle est une unité du comportement; elle permet de transformer l'état de l'espace faisant ainsi avancer la recherche.
 - **Exemple** : ``la configuration de l'échiquier correspond à la situation A`` \rightarrow ``déplacer la tour à la case X``

Systeme de resolution de problemes Suite

- ❑ **Stratégie de recherche** : un mécanisme de contrôle qui choisit la règle à déclencher parmi les règles applicables.
 - ❑ Une règle est applicable si sa tête s'unifie avec l'état courant de l'espace.
 - ❑ Plusieurs règles peuvent être applicables à un moment donné.
- ❑ **Etats initiaux** .
- ❑ **Etats finaux** . Si état courant = état final → Fin recherche

Stratégie de recherche : Quelle règle doit être déclenchée ?

Règle 1

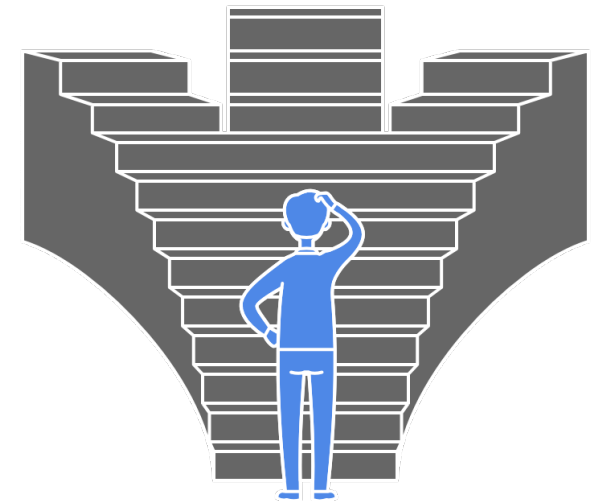
Applicable si son en-tête s'unifie avec l'état courant de l'espace

Règle 2

Applicable si son en-tête s'unifie avec l'état courant de l'espace

Règle 3

Applicable si son en-tête s'unifie avec l'état courant de l'espace



Méthode de résolution d'un problème

- En général, l'objectif est d'atteindre un but précis en appliquant une séquence d'opérateurs à une situation initiale.
- Pour analyser la structure du problème, il faut essayer de trouver la représentation adéquate à ce problème.
- En Intelligence Artificielle, il existe 2 types de représentation : la représentation en **espaces d'états** et celle en **réduction de problèmes** .

Les opérateurs de transformation :

- **Représentation par espace d'états**

- L'espace de problème consiste à donner un état initial, un état final et des opérateurs permettant de passer d'un état à un autre

- **Représentation par réduction de problèmes**

- Un problème peut parfois être décomposé en sous-problèmes isolés.
 - Une solution apportée à chacun des sous problèmes donne une solution au problème initial

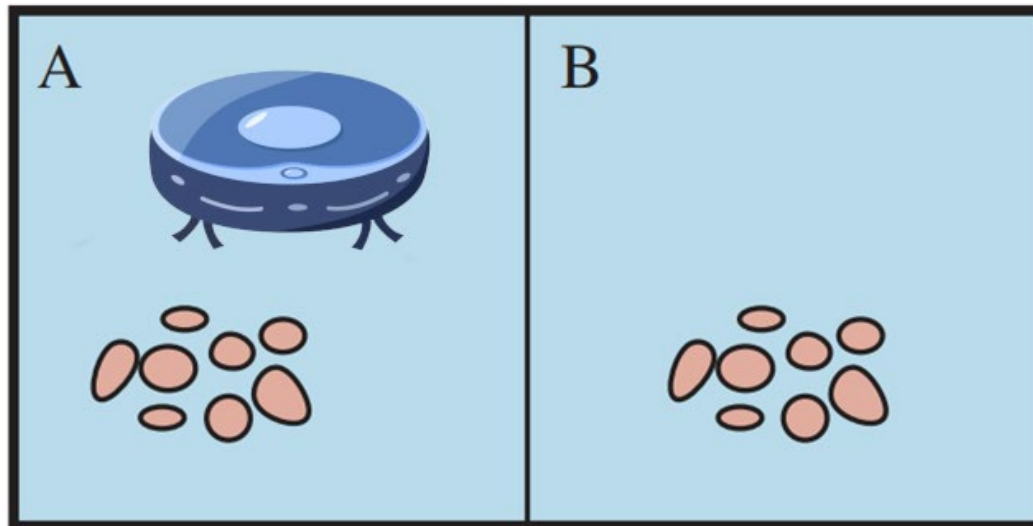
Représentation par espace d'états

Le monde réel est trop complexe pour être modélisé, l'espace de recherche modélise une vue abstraite et simplifiée du monde réel.

- Un **état abstrait** représente un ensemble d'états réels
- Une **action abstraite** représente une combinaison complexe d'actions réelles
 - par exemple, "Arad → Zerind" représente un ensemble de routes possibles de détours, d'arrêts, etc.
 - Une action abstraite doit être une simplification par rapport à une action réelle
- Une **solution abstraite** correspond à un ensemble de chemins qui sont des solutions dans le monde réel.

Exemple : Agent aspirateur

- Un agent aspirateur

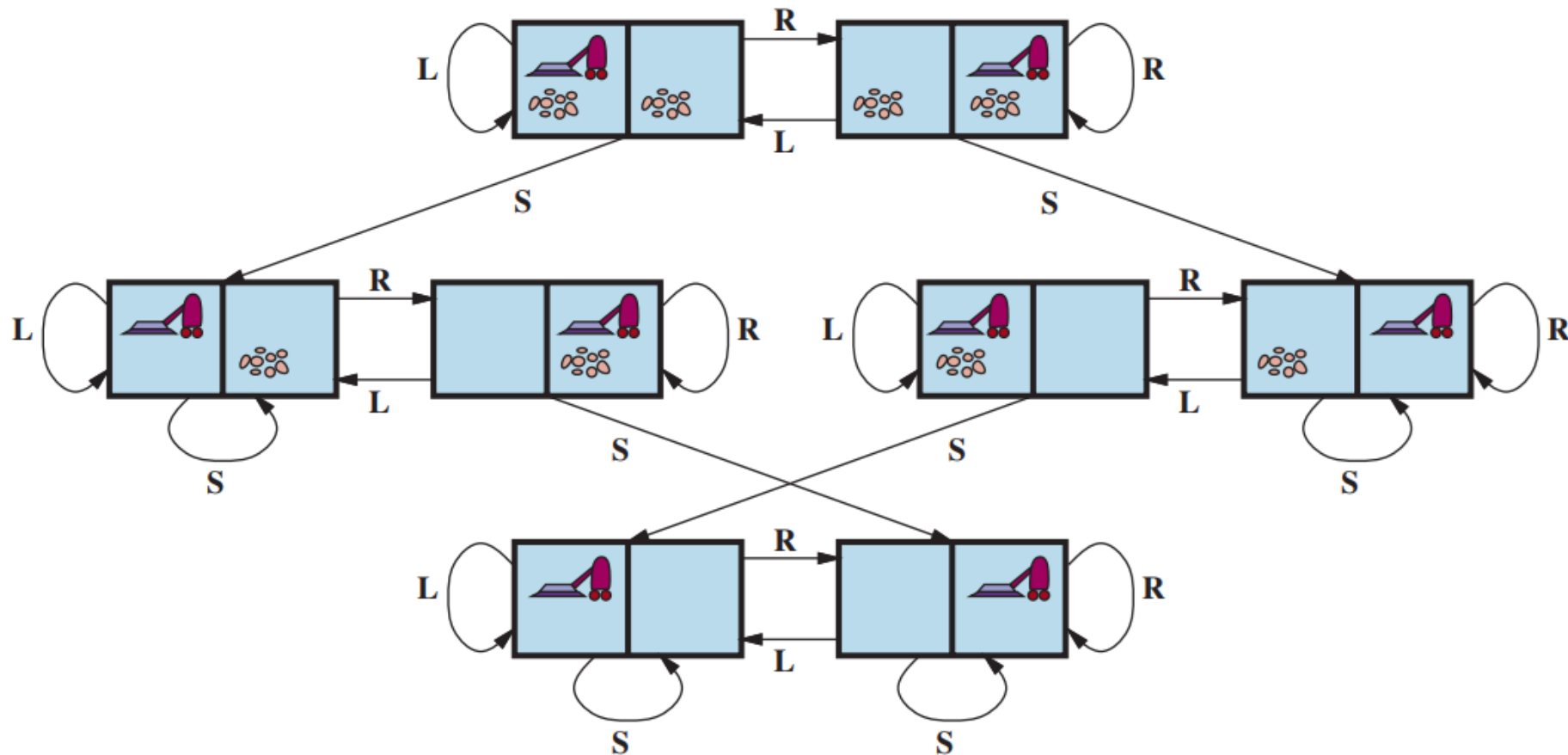


- Deux pièces : A, B
- L'aspirateur peut nettoyer la pièce où il est.

- Quelles informations peut-on avoir sur l'état de cet environnement ?
- Quelles actions peut effectuer l'aspirateur ?

Exemple d'espace d'états : Monde de l'aspirateur

- **Etats** : sol sale ou propre, position de l'aspirateur
- **Actions** : droite(R), gauche(L), aspire(S).
- **Test du but** : les deux pièces doivent être propres
- **Coût du chemin** : 1 par action



Jeu du taquin

- **Etats** : les positions des pièces
- **Actions** : déplacement droite, gauche, haut, bas
- **Test du but** : état but donné
- **Coût du chemin** : 1 par déplacement

Etat initial

7	2	4
5		6
8	3	1

Etat final

	1	2
3	4	5
6	7	8

Représentation en réduction de problèmes.

Cette représentation est définie par :

- Une description du problème initial.
- Un ensemble d'opérateurs transformant les problèmes en sous-problèmes.
- Un ensemble de descriptions de problèmes primitifs.

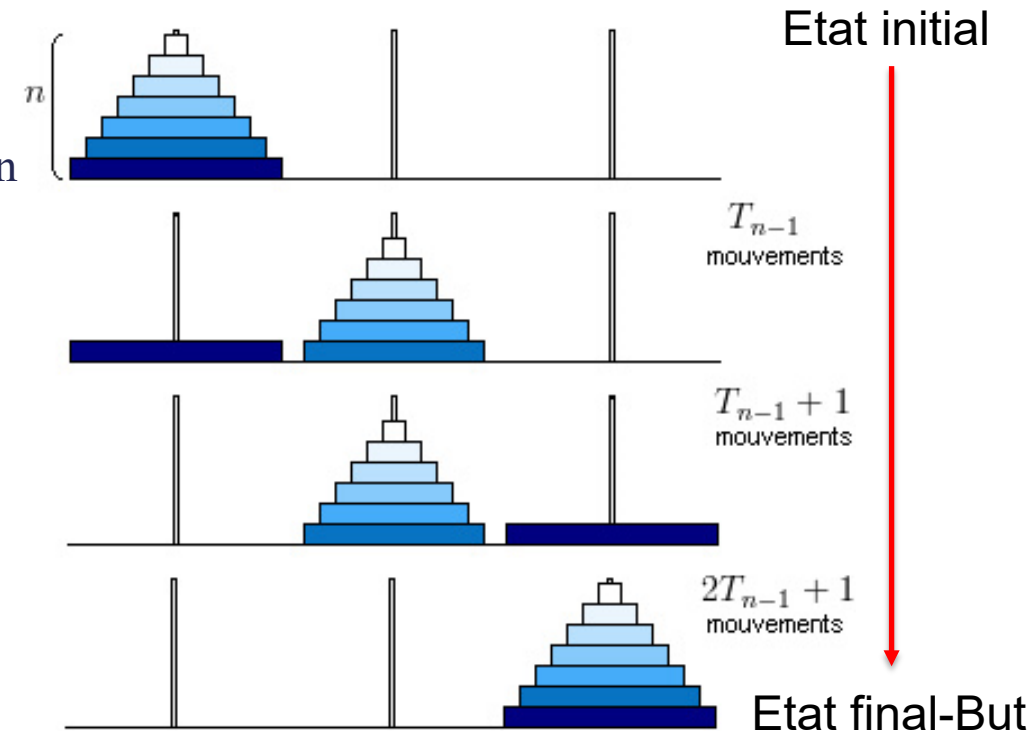
Exemple : Tour de Hanoi

But : Reconstituer en position 3, la tour initialement construite en position 1.

- En le prenant au sommet d'une tour pour le placer sur une position vide ou au sommet d'une tour, sur un disque de taille supérieure.

Le problème : déplacer une pile de taille n d'un piquet 1 vers un piquet 3 peut être remplacé par les **3 sous-problèmes** suivants :

- Déplacer une pile de taille $n-1$ du piquet 1 vers le piquet 2
- Déplacer une pile de taille 1 du piquet 1 vers le piquet 3
- Déplacer une pile de taille $n-1$ du piquet 2 vers le piquet 3 (**Même opération**)



to be continued ...