
The background of the slide is a dark blue color with a white circuit board pattern. The pattern consists of various lines, dots, and shapes representing electronic components and connections, scattered across the entire page.

Intelligence Artificielle : Principes et Applications

Chapitre 01 Partie 2

Three cyan circles of varying sizes are positioned in the bottom-left corner of the slide. The largest circle is on the left, and two smaller circles are stacked vertically to its right.

Responsable du matière
Dr. Hadjadj Abdelhalim



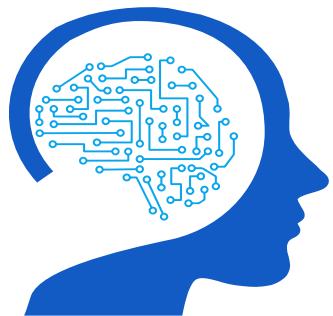
Machine déterministe



Humain **résout un problème** → Machine **exécute la solution**

Machine/Système algorithmique (**non intelligent**)

- ✓ Système d'exécution de la solution ;
- ✓ Machine déterministe à états finis ;
- ✓ À tout moment durant l'exécution, la prochaine instruction à exécuter est bien déterminée.



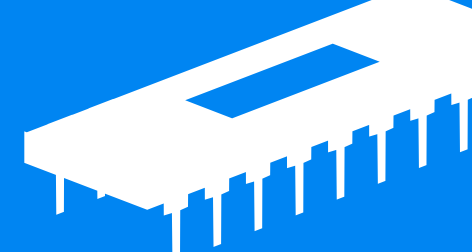
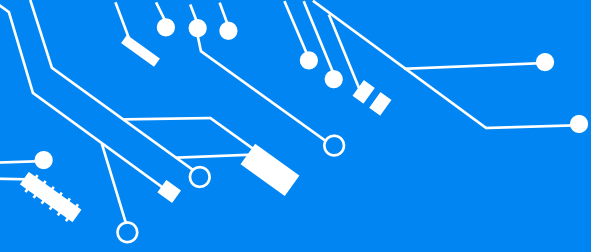
Machine Non déterministe

Humain **définit le problème** → Machine **le résout**

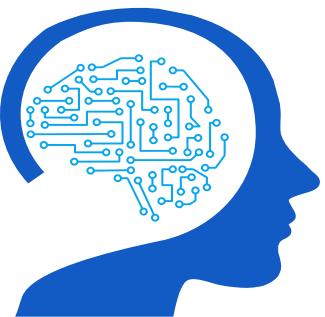
Système de résolution (**automatique**) de Problèmes

- ✓ La Machine/Système est appelée à trouver → la solution à un problème donné (Système de résolution automatique de problèmes) ;
- ✓ Espace de recherche (espace d'états, de buts, ...)
- ✓ Stratégies de recherche ;
- ✓ Exploration de l'espace ;
- ✓ Prise de décision devant différents choix.





Agents



Centre universitaire de Mila

Master I: Matière Intelligence artificielle : Principes et Applications

Agent de résolution

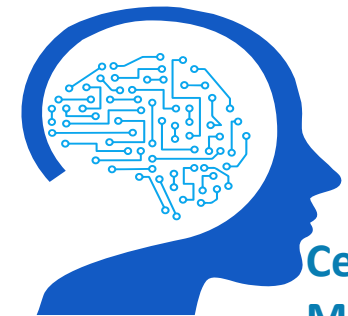
Nous pouvons dire qu'un **AGENT** de résolution de problèmes

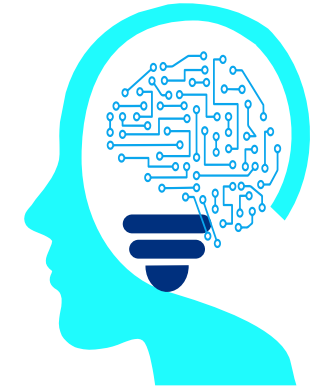
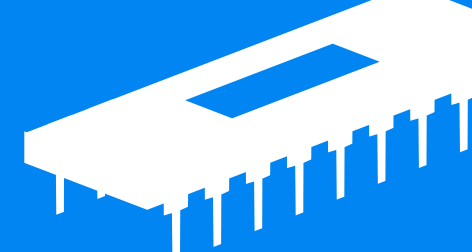
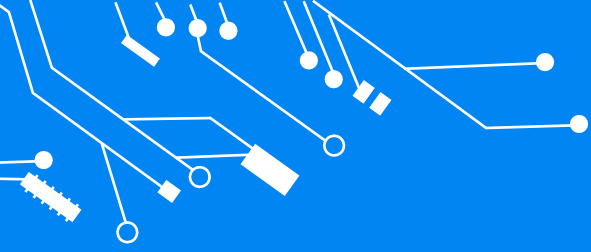


EST un agent **dirigé** sur les résultats

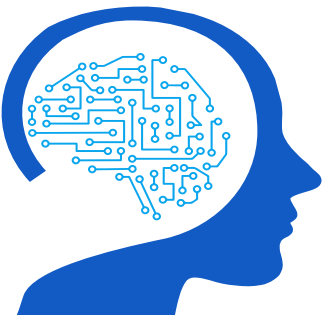


se concentre toujours sur **la Satisfaction Des Objectifs**.





Qu'est-ce qu'un problème?



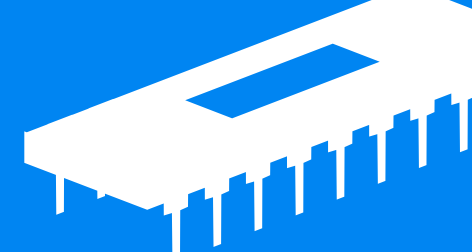
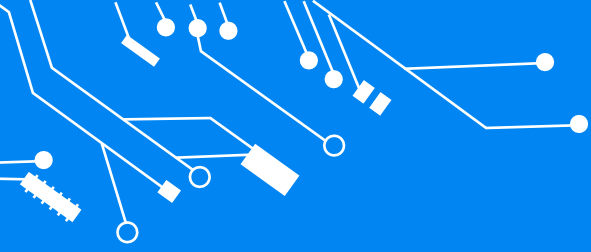
Centre universitaire de Mila

Master I: Matière Intelligence artificielle : Principes et Applications

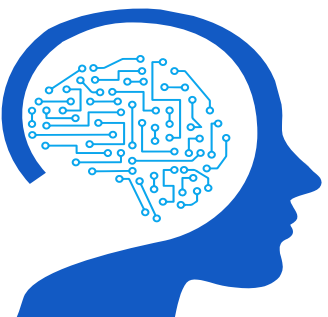
Un problème

Un Collection **d'informations** que
l'agent utilise pour **décider** quelles
actions accomplir.





Comment définir un problème ?



Définir un problème (1)

1. Formulation **d'un but** (état à atteindre)
2. Formulation des **états** et les **actions** à considérer
3. Exploration des solutions → examiner les différentes séquences d'actions menant à **un état but** et **choisir la meilleure**



Définir un problème (2)

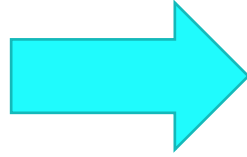
- ✓ Identifier un **état initial**
- ✓ Identifier **les actions possibles** par définition les opérateurs de changement d'état (*l'ensemble des états possibles du problème*)
- ✓ Une **fonction de successeur**, qui définit l'état résultant de l'exécution d'une ACTION dans un état,
- ✓ Un ensemble **d'états buts**
- ✓ Une **fonction coût**, associant à chaque action un nombre non négatif (le coût de l'action)



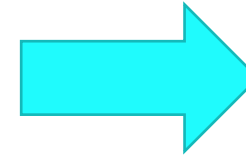
Définir un problème (3)

Taquin

1	4	3
2		6
7	8	5



1	4	3
	2	6
7	8	5



1	2	3
4	5	6
7	8	

✓ **État initial** → Les huit tuiles dans n'importe quelle case

✓ **Actions** → Déplacement gauche, haut, bas, droite.

✓ **Test de but** → Un état qui correspond à l'état final

Fonction de successeur → l'exécution de l'action *droite* dans le premier état de produira le deuxième l'état de figure,

✓ **Cout des actions** → Chaque déplacement d'une tuile a cout de 1



Définir un problème (4)

Taquin

Les algorithmes d'aujourd'hui arrivent à résoudre les taquins 3×3 et 4×4 (*espaces d'états de taille 181440 et d'environ 1,3 milliard respectivement*)

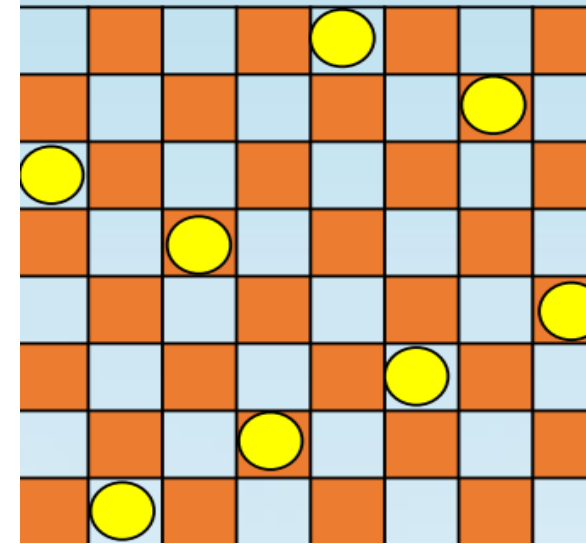
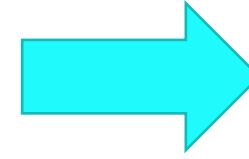
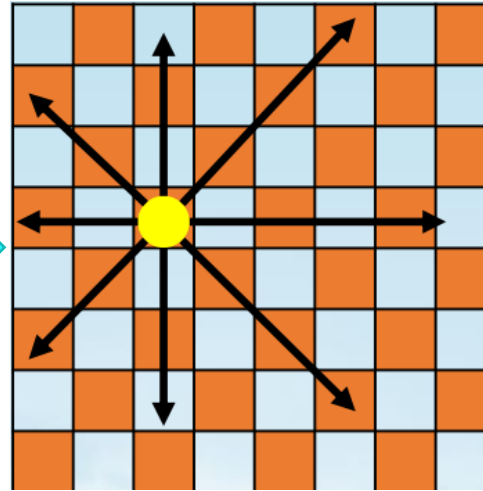
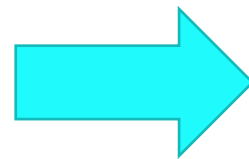
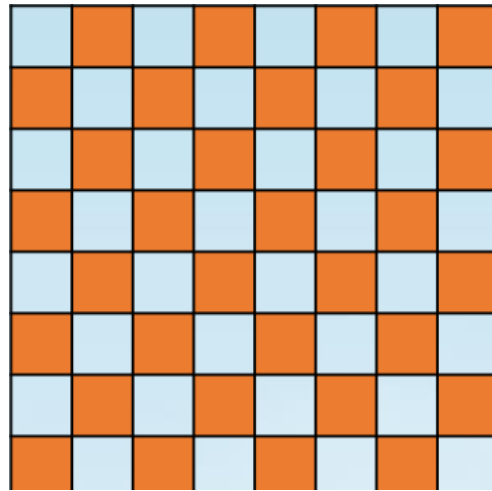
Mais les instances du taquin 5×5 (avec un espace d'états de taille 10×25)

Restent Difficiles



Définir un problème (5)

8 Reines



- ✓ **État initial** Aucune reine sur l'échiquier
- ✓ **Actions** Ajouter une reine sur une case vide
- ✓ **Test de but** Les 8 reines sont placées sur l'échiquier sans attaque



Définir un problème par un graphe

Problème comme un graphe orienté

- Les **nœuds** sont des **états** accessibles depuis **l'état initial**
- Les arcs sont des **actions**

Nous appellerons ce graphe **l'espace des états**,



Définir un problème par un graph

Solution sera **un chemin** de **l'état initial** à un **état but**
Une solution est **optimale**, si la **somme des coûts des actions**
du **chemin** est **minimale parmi** toutes les solutions du
problème



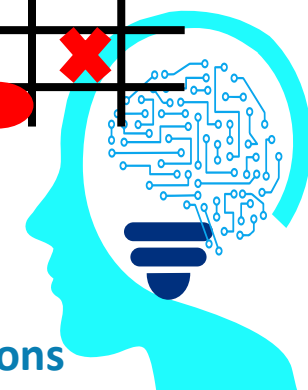
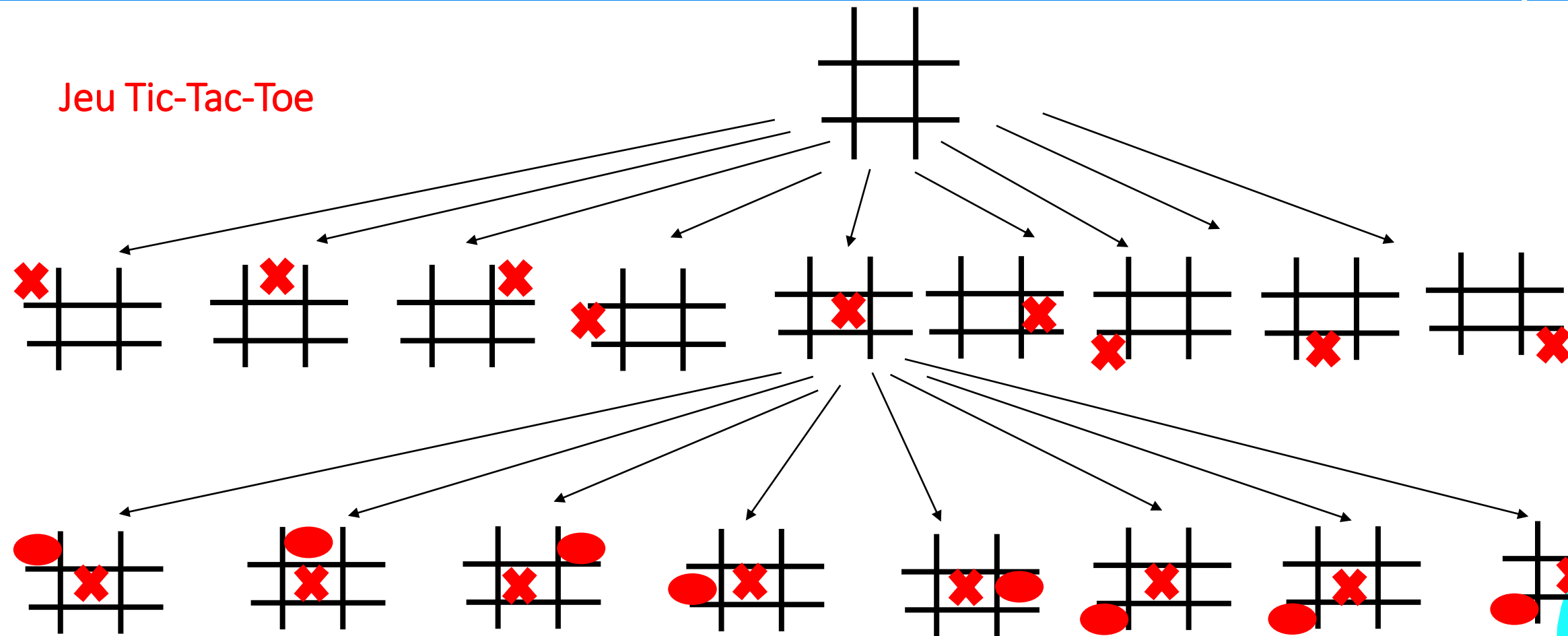
Définir un problème par un graph

- ✓ Les **nœuds** représentent les **états**
- ✓ Un **arc (i,j)** représente **Opération/Action** permettant d'aller de l'état **i** à l'état **j**
- ✓ **Solution** \longrightarrow chemin entre l'**état initial** et l'**état final**
- ✓ **Recherche de Solution** \longrightarrow Recherche d'un chemin entre l'**état initial** et l'**état final**,



Définir un problème par un arbre

Jeu Tic-Tac-Toe



Modélisation d'un problème

Modélisation par (E, e_0, E_f, T) :

- ✓ E : l'ensemble de tous les états
- ✓ e_0 : l'état initial, $e_0 \in E$
- ✓ E_f : l'ensemble des états finaux $E_f \subset E$
- ✓ T : la fonction de transition : associe à chaque état e_i un ensemble de couples (A_{ij}, e_{ij})

A_j soit une action élémentaire permettant de passer de l'état e_i à l'état e_{ij} .

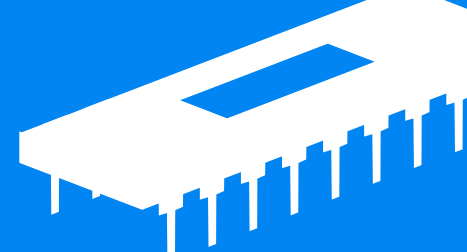
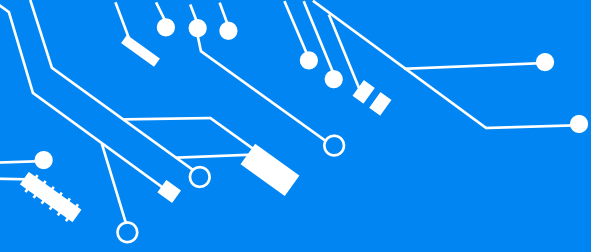


Un état

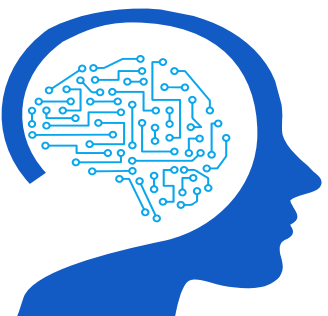
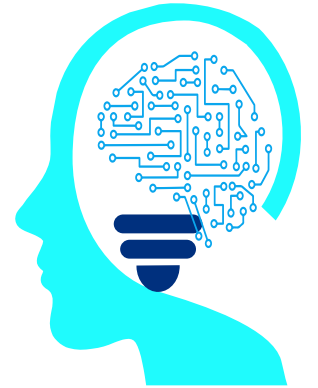
- les problèmes étudiés sont composés d'un ensemble de **situations** que l'on peut décrire à l'aide d'un **ensemble de variables** appelé **variable d'état**.
- Les **valeurs attribuées** à ces **variables** permettront alors de définir **un état donné**.

Ces variables décrivent généralement les attributs des différents objets (situations,...) de l'environnement du problème.





C'est quoi la résolution des problèmes en intelligence artificielle ?

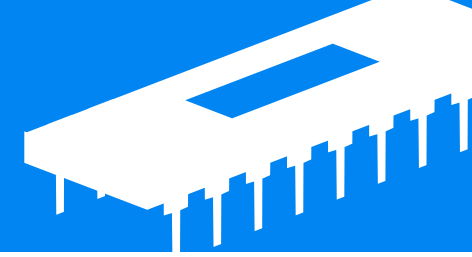


Résolution des problèmes

- ❖ La **résolution des problèmes** en intelligence artificielle (IA) repose sur l'idée que des méthodes générales peuvent être appliquées à une **variété de problèmes**, quel que soit leur domaine **spécifique**.
- ❖ Cette approche souligne l'importance d'un algorithme qui reste **neutre** par rapport au problème traité, permettant ainsi une **flexibilité** et une **adaptabilité** dans la résolution de problèmes.



Résolution des problèmes



Une tentative de
programmation
des ordinateurs pour

[Rich & sknight]

Faire ce que l'humain fait mieux

Faire des choses dont on dit qu'elle
nécessite de l'intelligence quand elles sont faites par des humains

Winston: Étude des calculs qui rendent possible la perception, le raisonnement et l'action



Résolution des problèmes



Une composante essentielle de l'intelligence artificielle



Englobe un certain nombre de techniques un arbre, B-tree, des algorithmes heuristiques



Pour résoudre un problème



Résolution des problèmes

Le problème de l'IA est directement lié à la nature des humains et à leurs activités



DONC



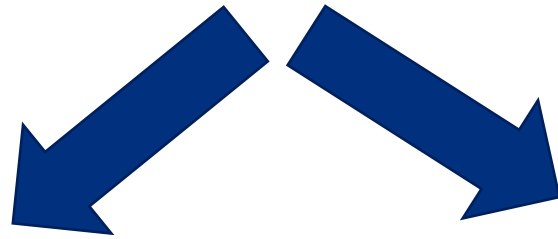
Nous avons besoin d'un certain nombre **d'étapes finies** pour résoudre un problème qui rend les travaux humains faciles



Résolution des problèmes

2 Grande étapes

Formulation de l'objectif

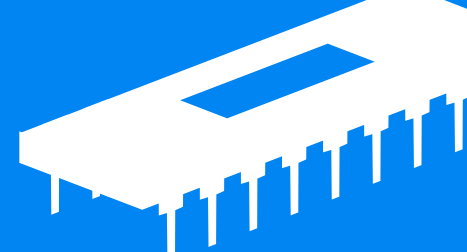
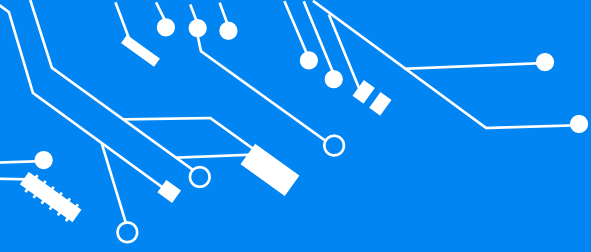


Formulation du problème

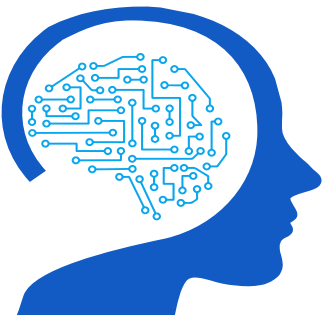
Simple étape de la résolution de problèmes.
Il organise des étapes finies pour formuler une cible / des objectifs qui nécessitent une action pour atteindre l'objectif

Étapes fondamentales de la résolution de problème qui décide de l'action à entreprendre pour atteindre l'objectif formulé





Exemples de problèmes



Exemples de problèmes

Toys Problèmes

Des problèmes types utilisés pour tester des algorithmes le taquin, la chèvre et le chou, le Wumpus, l'aspirateur, le labyrinthe, les mots croisés, les jeux d'échecs, de dames, etc.



Exemples de problèmes

Toys Problèmes

- Problèmes de jeux bien définis ;
- La modélisation est facile ;
- intéressant pour comparer les différentes stratégies de résolution.



Problèmes du monde réel

- Calcul de routes, voyageur de commerce, navigation de robots
- Difficiles à résoudre dans le cas général (trop de paramètres) d'où l'importance de la modélisation.
- Résolution de problèmes complexes, comme les problèmes d'allocation de ressources : Préparation automatisée des plannings des enseignants / salles / classes en collège et lycée
optimisation des services d'urgences. .



Exemples de problèmes

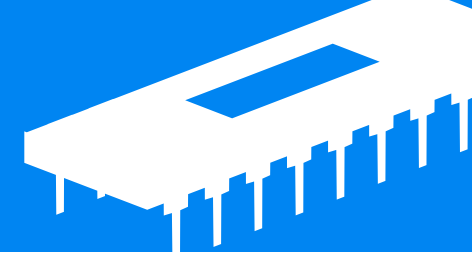
Le problème du **Fermier**, du **Loup**, de la **Chèvre**, du **Chou** et la traversée de la rivière

- Un fermier avec son loup, sa chèvre et son chou veulent traverser la rivière. Il y a un **canot** à bord, mais seul le fermier peut **ramer**, et il ne peut contenir que **deux entités** à la fois (y compris le rameur). Si le loup reste seul avec la chèvre, il va la manger, si la chèvre reste seule avec le chou, elle va le manger.

Que devrait être la séquence des traversées pour que les quatre soient sur l'autre bord ?



Exemples de problèmes

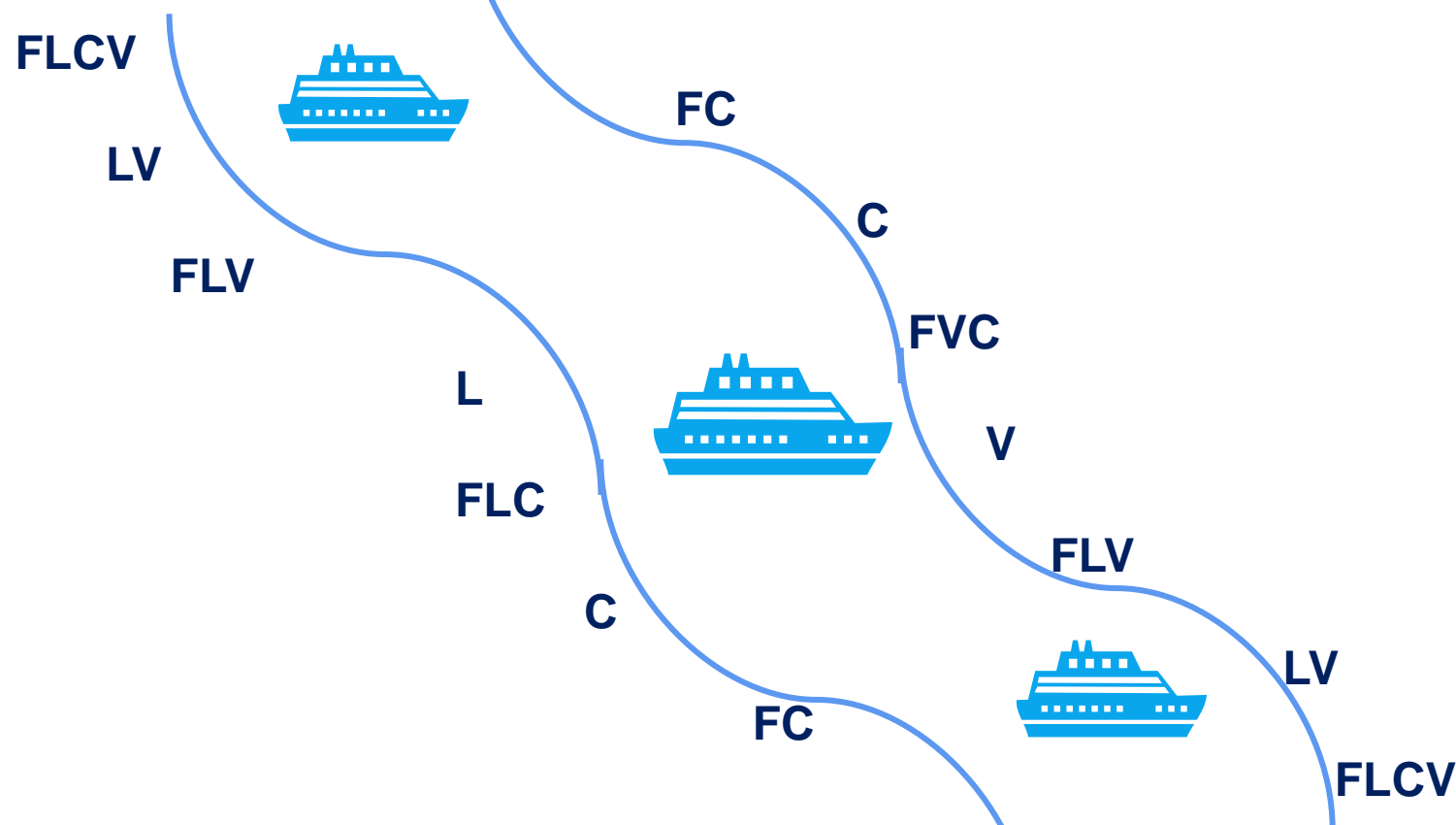


Fermier → F

Loup → L

Chèvre → C

Chou → V



Centre universitaire de Mila

Master I: Matière Intelligence artificielle : Principes et Applications



Exemples de problèmes

Se rendre de son domicile (Mila) à un lieu précis (Arrivée) d'une autre ville (Alger « Musée »), **مقام الشهيد** le plus rapidement possible, avant une date donnée (obligation de passer par une ville étape B). (Exemple : de Mila au Musée d'Alger avant 10h)



Centre universitaire de Mila

Master I: Matière Intelligence artificielle : Principes et Applications

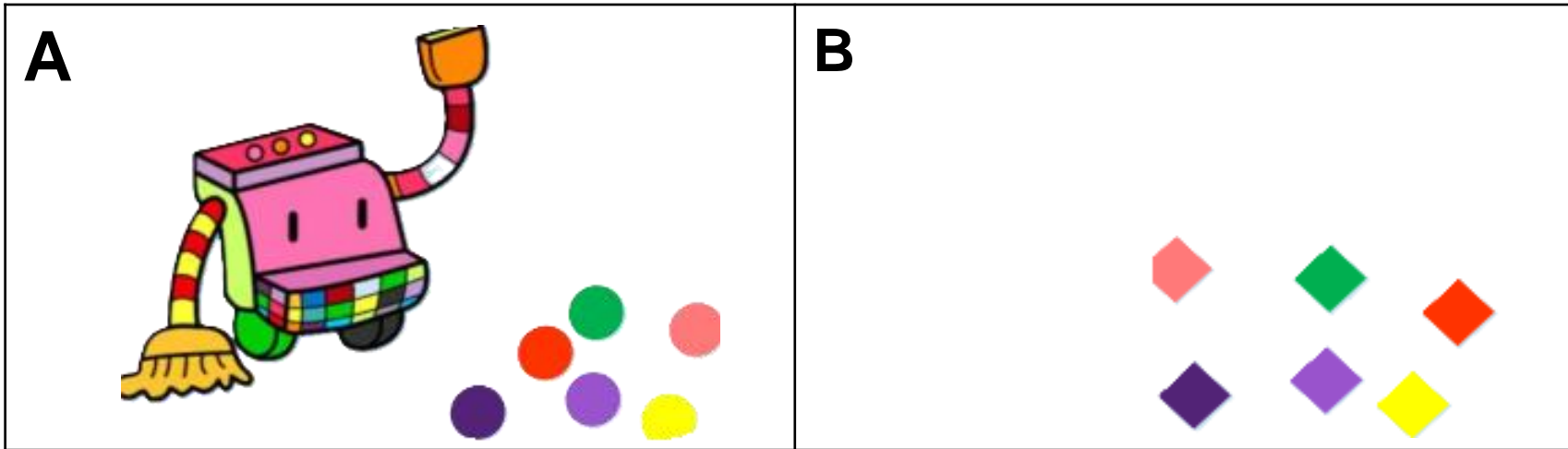


Exemples de problèmes

- ✓ **État initial** : La station (...) d'où part le client, la date et l'heure.
- ✓ **Actions** : Le trajet d'une willaya ou station à l'autre.
- ✓ **Test de but** : Les états où le client est au lieu de sa destination.
- ✓ **Etas** : Chaque état est composé d'une station (...), la date et l'heure actuelle.
- ✓ **Coût des actions** : Va dépendre des préférences du client. Ce pourrait être 1 pour chaque action (**pour minimiser le nombre d'action**), ou la durée des voyages (**pour minimiser le temps**), ou le prix des trajets (**pour trouver le voyage le moins cher**).



Exemples de problèmes



- ✓ **État initial** : Un état aléatoire.
- ✓ **Actions** : Gauche, droite et aspirer.
- ✓ **Test de but** : Vérifie que le sol est propre.
- ✓ **États** : Les emplacements du robot et de la poussière.
- ✓ **Coût des actions** : 1 par déplacement.



Quelle est la différence en Taquin et 8 reines

- Avec le taquin, nous savons depuis le début quel état nous voulons, et la difficulté est de trouver une séquence d'actions pour l'atteindre.
- Le problème des huit reines, nous ne sommes pas intéressés par le chemin, mais seulement par l'état but obtenu.

Ces deux jeux sont des exemples de deux grandes classes de problèmes étudiés en IA : **des problèmes de planification et des problèmes de satisfaction de contraintes(CSP)**.

Représentation formelle & choix de l'algorithme

- Représentation formelle des états du problème (*l'ensemble des variables d'états*): cette étape peut faire appel à l'un des formalismes de représentation de connaissances ou directement à des structures de données comme les listes et les tableaux.
- Le choix de l'algorithme de recherche qui va choisir quels opérateurs va-t-il appliquer et sur quels états du problème en vue de trouver l'état but le plus vite possible. Cet algorithme doit donc disposer de procédures de test des états pour déterminer s'il a ou non atteint son but.



Fin de

partie