



Chapitre 4: Résolution de Problèmes

dekhicilatifa@gmail.com

[Sites.google.com/site/latifadekhici](https://sites.google.com/site/latifadekhici)

Plan

Introduction au problème

1. Jeux et énigmes

- Jeu e taquin
- Méthodes de résolution du jeu de taquin
 - Méthodes exactes
 - **Heuristique**
- Exercice :Enigme des 6 missionnaires
- Exercices: jeu tic tac to

2. Optimisation

- Types
- Exemples de problèmes
- Méthodes
 - **Méta heuristique**
 - La descente



Problème

1. Modélisation d'un problème : espace de recherche, solutions
2. Formulation : Objectif, Contraintes
3. Application d'une méthode
4. Obtention d'une solution

Utilisation des heuristiques

° JEUX ET ÉNIGMES

jeu du taquin

- Données :
 - Situation de départ D

	3	2
6	5	1
7	4	8

Situation d'arrivée A

1	2	3
8		4
7	6	5

- Solution : passer de D à A par une suite de mouvements autorisés

jeu du taquin

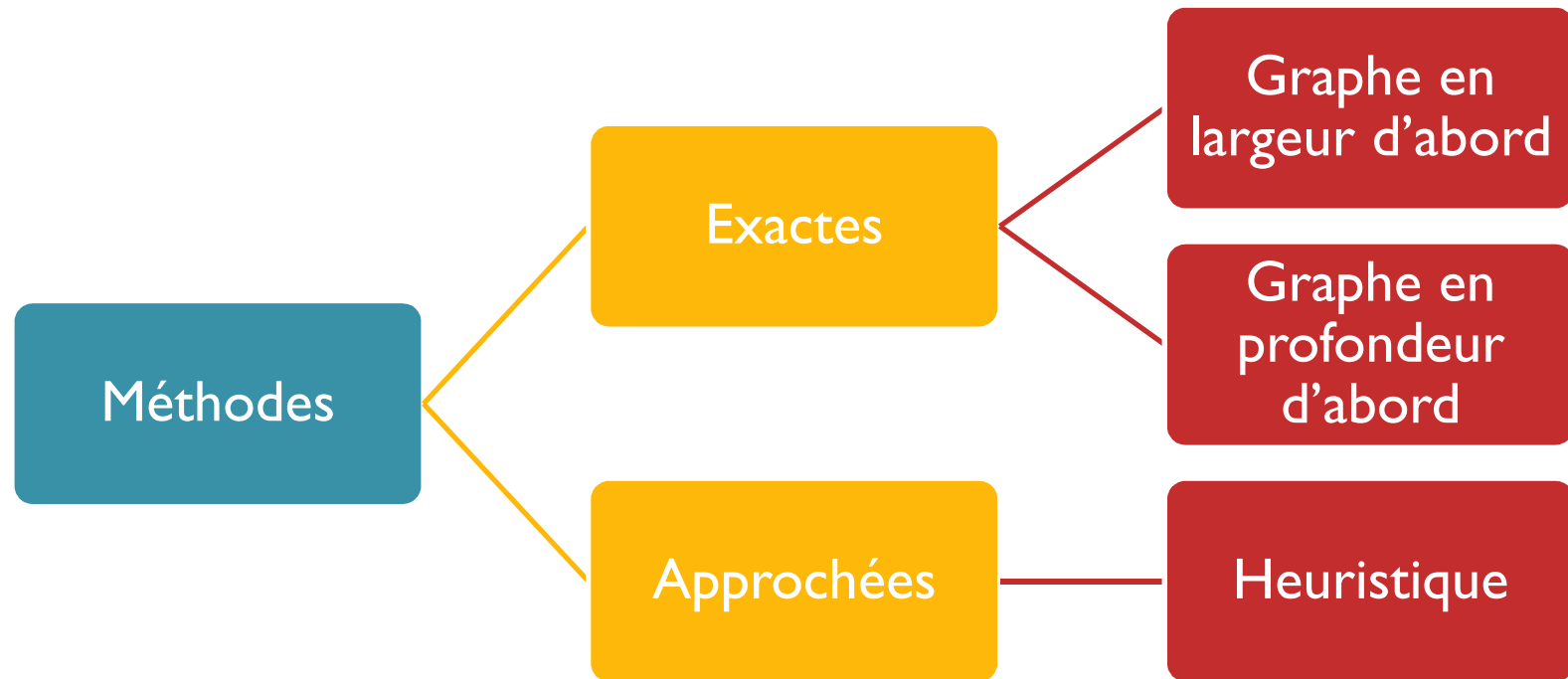
Mouvements autorisés

	3	2
6	5	1
7	4	8

3		2
6	5	1
7	4	8

3	5	2
6		1
7	4	8

Méthodes de résolution du jeu de taquin



Exacte: aveugle, garantit la solution mais dans un temps très grand

Approchée: intelligente, rapide trouve souvent (mais sans garantie) la solution

Graphe en largeur d'abord

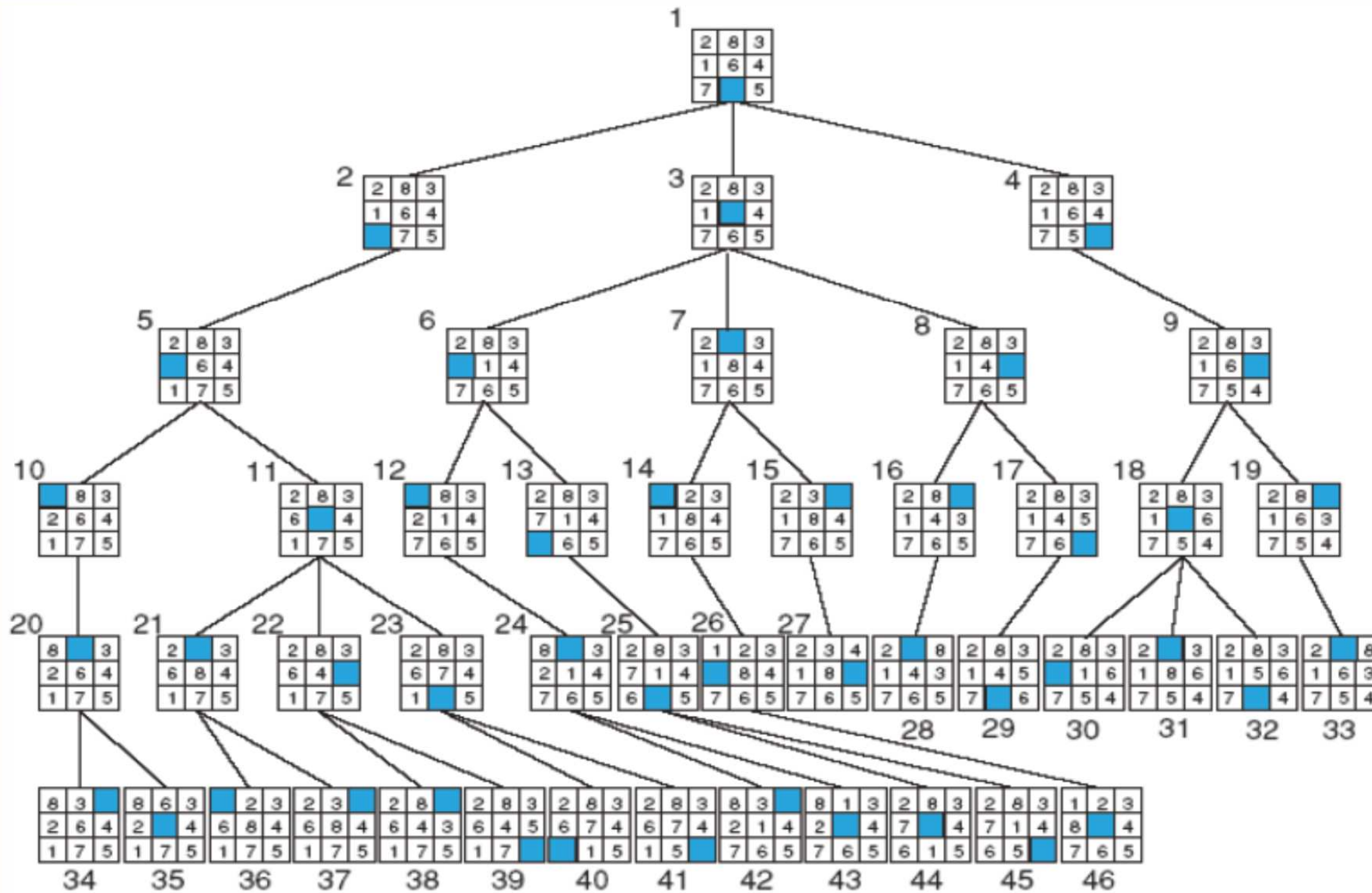
- Tout nœud de profondeur p est développé avant tout nœud de profondeur $p+1$
- Nœuds générés niveau par niveau (par couches de même profondeur)

+garantie de trouver une solution (si elle existe)

-Très gourmande en mémoire

-Parcours possible de tout l'espace de recherche

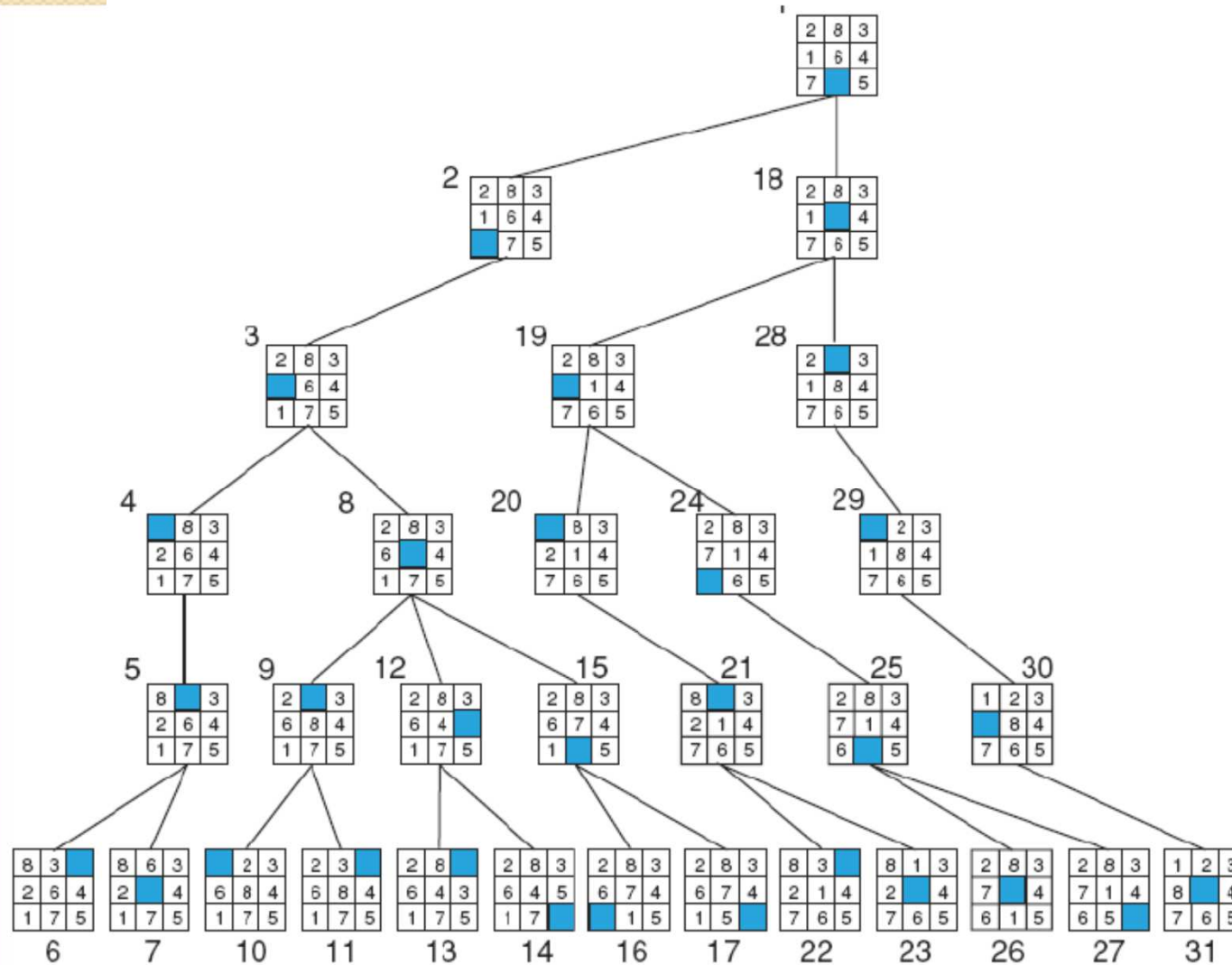
Graphe en largeur d'abord



Graphe en profondeur d'abord

- L'algorithme explore une branche jusqu'au bout avant de considérer des branches alternatives,
 - + rapide si une solution se trouve `a gauche dans l'arbre des recherches
 - + efficace à implémenter
 - possibilité de régression infinie(bouclages → branches infinie)
 - lent si les solutions se trouve à droite dans l'arbre des recherches

Graphe en profondeur d'abord





Meilleur d'abord, Heuristique

- Intermédiaire entre profondeur d'abord et largeur d'abord.
- Heuristique :
à chaque étape, on génère le meilleur fils des nœuds connus

Fonction heuristique

- $W(n)$ = nombre de carrés mal placés dans ce noeud
- $P(n)$ = somme des distances “manhattan” de chaque carré par rapport à leur destination finale [sans tenir compte des obstacles]

Heuristique

- du grec ancien eurisko, trouver
- méthode approchée conçue pour un problème particulier permettant de trouver des solutions avec un temps de calcul raisonnable
- traduit une stratégie, une manière de penser, s'appuyant sur notre connaissance du problème
- indispensable pour les problèmes NP difficiles



Enigme des 6 missionnaires

- 3 cannibales et 3 hommes se trouvent sur la rive gauche. Ils doivent atteindre la rive droite à l'aide d'une barque pouvant contenir 1 ou 2 missionnaires. Si les cannibales sont plus nombreux que les hommes, ces derniers sont mangés. Trouvez un plan de traversée



Solution?

- Une suite de voyages **possibles** à effectuer afin d'atteindre la situation finale

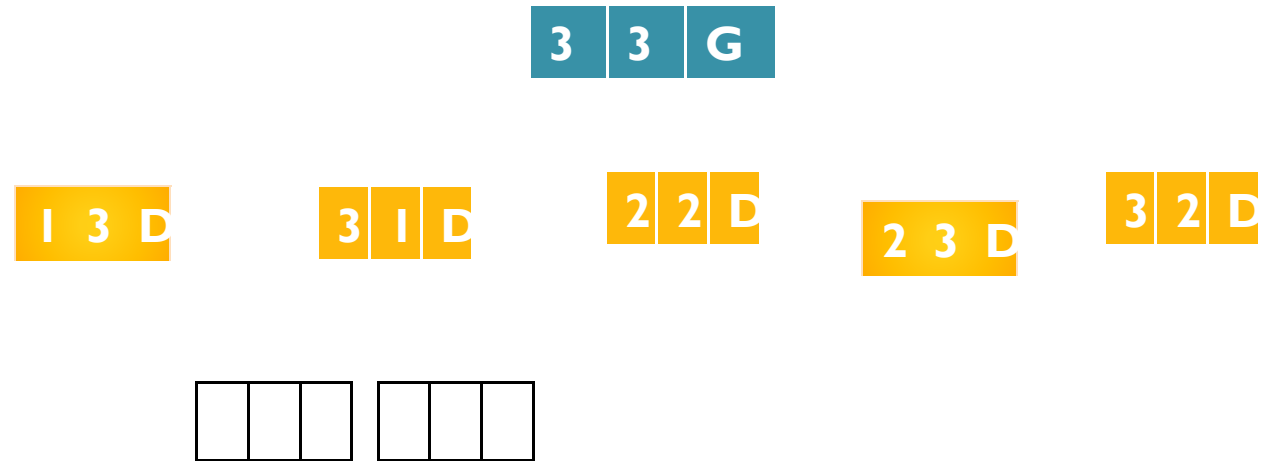
Codification

h	h	h	C	C	C	B

H	C	B
3	3	G

H1	H2	C1	C2	B
3	0	3	0	G

Graphe en largeur d'abord à deux niveaux





Heuristique

- Travail à faire , recherche web

Exercice (jeu tic tac to)

- Proposer deux fonctions heuristiques pour évaluer un état d'un joueur X contre un autre O

	X	O			
	O	X			
		X	O		

Heuristique

- $\text{Max } H1(i) = \max(\text{nombre de } X \text{ bien alignés})$
- $\text{Min } \max(\text{nombre de } O \text{ bien alignés})$
→ $\text{Max } H2(i) = 1 / \max(\text{nombre de } O \text{ bien alignés})$

Utilisation de méta heuristiques



OPTIMISATION

DEKHICILATIFA@GMAIL.COM

[SITES.GOOGLE.COM\SITE\LATIFADEKHICI](https://sites.google.com/site/LATIFADEKHICI)

Optimisation

- **Langue française**

permettre d'obtenir le meilleur résultat possible par une action adaptée = améliorer, maximiser, mettre au point.

- **Mathématiques**

soit f : trouver x tel que $f(x) = \min_x f(x)$

- **Terminologie**

espace de recherche, espace des {états, configurations, solutions, alternatives}

f : fonction objectif, coût/perte à minimiser (si gain à maximiser)

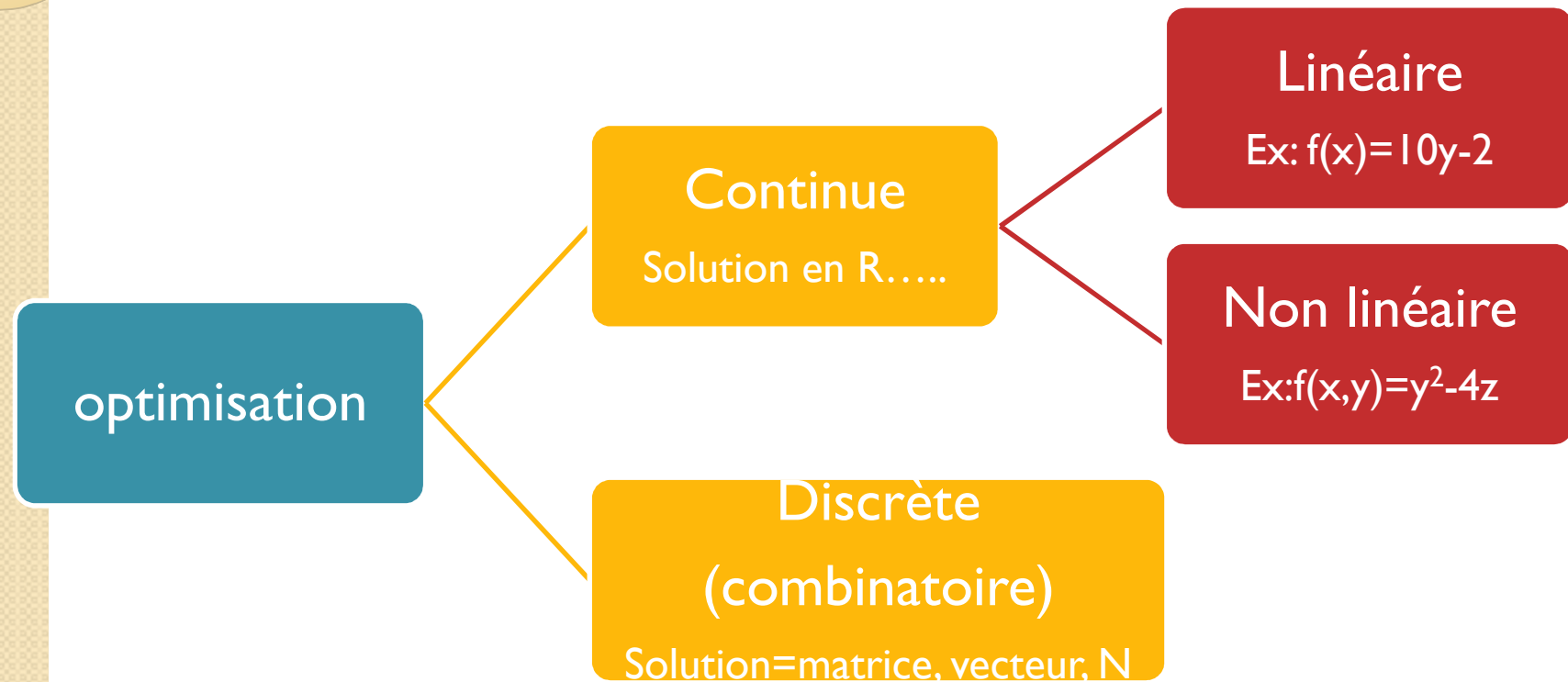
x : optimum, minimum



Optimisation, définition

- L'optimisation est une branche des mathématiques, cherchant à analyser et à résoudre analytiquement ou numériquement les problèmes qui consistent à déterminer le meilleur élément d'un ensemble, au sens d'un critère quantitatif donné.

Types



Solutions

- Solutions **admissibles=faisables** → satisfait les contraintes
- Solution **optimale** → solution faisable qui optimise le critère d'optimisation
- Problème souvent accepte plusieurs solutions admissibles et une ou quelques solutions optimales

Problème d'Optimisation continue

- Max $f(x,y) = 10x + 5y$
 $X < 130$
 $Y < 120$
 $X, Y \geq 0$

X, Y quantités des deux produits

10 et 5 leurs prix

F la recette

130, 120 les quantités limites

À voir en module PL en semestre 2.

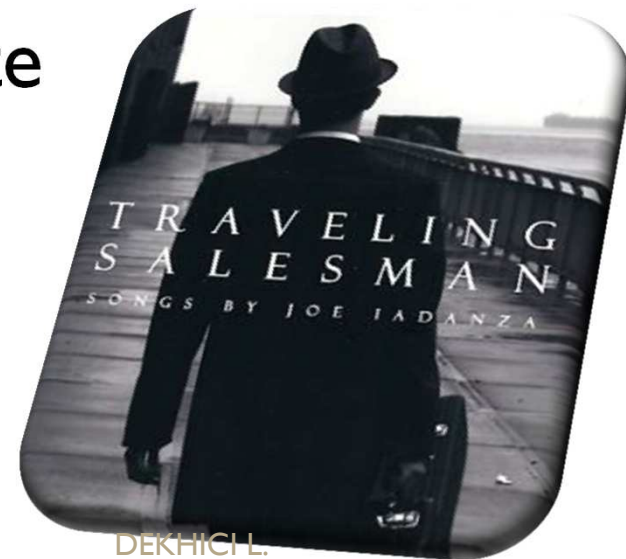


Problèmes d'optimisation discrètes

1. Voyageur de commerce
2. Sac à dos
3. Tournée de véhicules
4. Ordonnancement

Problème du Voyageur du Commerce

- données : n villes, une matrice de distances d_{ij}
- problème : trouver un chemin passant une fois et une seule par chaque ville et minimisant la distance totale parcourue
- Optimisation discrète



Exemple

Oran

Alger

Setif

Tiaret

Tizi Ouzou

Codification, Solutions, Critères

- Min Somme Distance
- Nombre de solutions admissibles
- 3 villes(A, B, C) → 6



- N villes → N!
- 50 villes → 3.04×10^{64}

Problème de tournées de véhicules

- déterminer les tournées d'une flotte de véhicules afin de livrer une liste de clients, ou de réaliser des tournées (maintenance, réparation, contrôles) ou (visites médicales, commerciales, etc.).
- minimiser le coût de livraison des biens.
- extension de voyageur de commerce.



Codification, Solutions, Critères

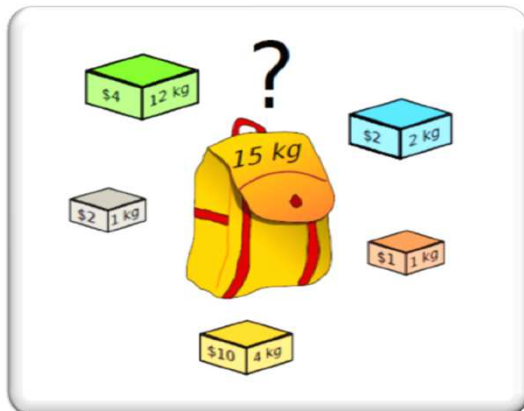
- Min Somme Distance
- Max nombre clients
- Min obstacles(feux tricolores, ralentisseurs, embouteillage)



- Nombre de solutions admissibles
- 2 conducteurs 3 dépôts(A, B, C) → 30
- L conducteur, N dépôts →
- 50 dépôts →

Problème du sac à dos

- Sac à dos: On a des objets 1, 2, 3, ..., n de poids $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ et de valeurs $v_1 \dots v_n$ on veut en mettre dans un sac de façon telle que le poids du sac soit inférieur ou égal à P . Maximiser la valeur prise



Codification, Solutions, Critères

- Max
- Nombre de solutions
- 3 objets(A, B, C)→7

bague	tele	Ipad
0	1	1

- N objets→ $2^N - 1$
- 50 objets→ $2^{50} - 1 =$



Ordonnancement

- Ordre aux tâches+
- Affectation des tâches aux différentes machines

- Malades aux médecins
- Voitures aux pompes d'essence, parking...
- Personnes aux photocopieuses.
- Processus aux processeurs

Ordonnancement en Machines parallèles



Serveur 1

Serveur 2

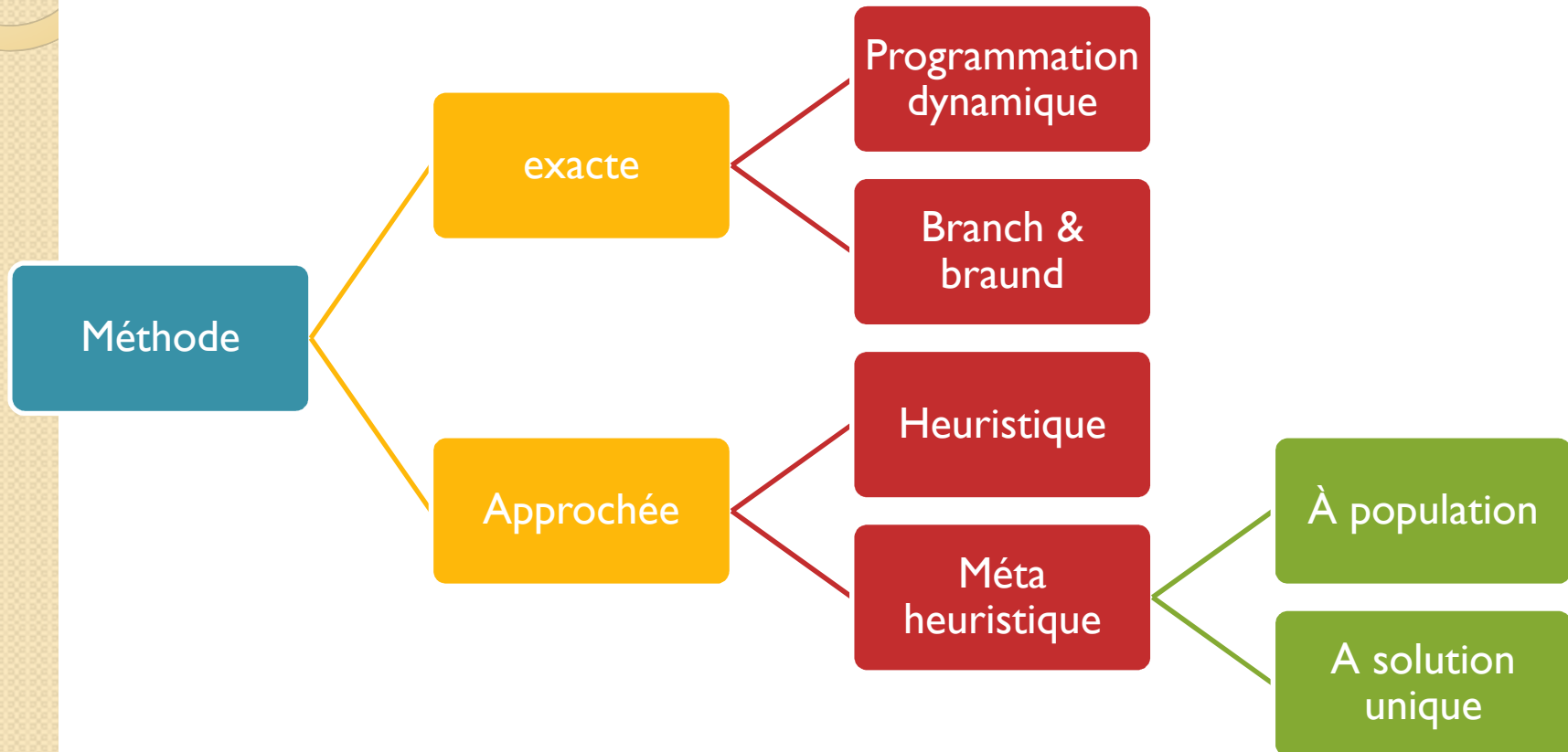
Codification, Solutions, Critères

- Min temps total de traitement
- Min temps moyen d'attente(délai de réponse)
- Nombre de solutions admissibles
- 3 clients et 2 serveurs $\rightarrow 3!2^3$

A	C	B	I	I	2
---	---	---	---	---	---

- N clients et L serveurs $\rightarrow N!L^N$
- 10 clients et 5 serveurs \rightarrow

Méthodes





Méta heuristique

- méta + heuristique = au-delà + trouver
- un plus haut niveau d'abstraction
- Un ensemble de concepts : **voisinage** (modification d'une solution), utilisation de la mémoire,
- Inspiration de la physique ou la nature ...

Voisinage d'une solution

- Légère modification sur la solution à condition qu'elle reste admissible.
- (Changement d'un bit, permutation, décalage à droite.....)
- Exemple: changement bit , décalage.

1	0	1	1
---	---	---	---

0	0	1	1
---	---	---	---

1	1	0	1
---	---	---	---

Voisinage d'une solution d'ordonnancement

A	C	B	1	2	1
---	---	---	---	---	---

a	c	b	1	2	2
---	---	---	---	---	---

C	A	B	2	1	1
---	---	---	---	---	---

A	C	B	2	1	1
---	---	---	---	---	---



Liste de métaheuristiques

- La recherche locale(descente)
- Kangourou
- Recuit simulé
- Optimisation par essaim de particules (oiseaux, poissons) (PSO)
- Algorithmes génétique
- Tabou
- Algorithme de lucioles(firefly)
- Algorithme de chauve-souris(bat)

Algorithme de la descente

- Initialiser une solution faisable x
 - Calculer $f_x = f(x)$
 - Pour $i = 1$ à nbr. itération faire
 - $Y = \text{voisin}(x)$
 - Si $f(y) < f_x$ alors // en cas de minimisation
 - $X = y$
 - $F_x = f(x)$
- Fait
- Afficher (x, f_x)

Déroulement de la descente

- Dérouler la descente à 4 itérations pour un problème de voyageur de commerce à 4 villes tel que:
- $AB=12$
- $AC=6$
- $AD=24$
- $BC=8$
- $BD=13$
- $CD=20$
- La distance entre le point de départ et une ville qlq est 2.

I	X	FX	Y	FY
	ABCD	2+8+12+20= 42		
1	ABCD	42	ACBD	
2				
3				
4				

Exercice lampes

- Un long couloir contient 6 lampes de puissances (140w ,200W, 60W ,200W,90W ,140W). Les distances entre les lampes sont 2,4,3,5,2 m, Un algorithme d'optimisation permet de décider les quelles des lampes doivent être allumées pour maximiser l'écart entre les lampes allumées. Les contraintes sont : le nombre des lampes allumées doit être supérieur à 2 et l'éclairage doit être supérieur ou égale à 350 W.
 1. Proposer une codification et une solution initiale
 2. Donner deux solutions admissibles voisines à la solution initiale
 3. Considérons un problème bi critère ;Proposer un deuxième critère. Est il à minimiser ou à maximiser ?

Exercice peinture

Soit une Société de production de voitures de 3 couleurs différentes. Le problème consiste à trouver un ordonnancement des couleurs qui minimise le coût total de la peinture des voitures.

Toute machine utilisée doit être «switchée» d'une couleur à une autre ; le coût d'un tel changement dépend des deux couleurs.

Jaune à Noir = 30 , Noir à Blanc = 80 , Blanc à jaune =10,
Noir à jaune=70, Jaune à blanc=20, Blanc à Noir=15

- Donner une solution initiale faisable non optimale (ordre de couleur). Evaluer son critère.
- Appliquer la méthode de la descente avec 3 itérations pour trouver une solution optimale.

Exercice sac à dos

- Algorithme de la descente à 3 itérations pour le problème de sac à dos
- Poids max= 90 kg
- Les poids et les prix sont

objet	A	B	C	D	E
Poids KG	25	45	30	50	35
Prix K DA	40	140	80	200	95

Exercice ordonnancement

- En utilisant une méthode de résolution, on cherche à ordonnancer les clients à servir dans une boulangerie tout en minimisant le temps des attentes.
- Soit l'ensemble des clients 1,2,3,4 et leurs temps de service 3mn, 5mn, 1mn, 4mn. Et leurs dates d'arrivées : 8h, 8h 02, , 8h 05, 8h. On pose comme ordre de passage initial 2 3 1 4
- 1. Donner deux solutions voisines à la solution initiale
- 2. Proposer une fonction objective. Est elle à minimiser ou à maximiser ?

Exercice récipients

- Soit l'énoncé du problème des récipients qu'on veut résoudre par l'I.A. : «On possède deux récipients : le premier de 5 litres remplis d'eau et le deuxième de 2 litres vide. On veut obtenir 1 litre en utilisant seulement ces deux récipients. Les opérations possibles sont :
 - -vider un récipient.
 - -vider le 1er récipient dans le 2ème .
 - -vider le 2ème dans le 1er . »
- 1. Proposer une codification au problème
- 2. Quel est l'état initial ?
- 3. dessiner le graphe de résolution de la méthode « en largeur d'abord » avec 2 niveaux
- 4. Dessiner le graphe de résolution de la méthode « en profondeur d'abord » avec 4 états



Exercice


Le système expert utilise la représentation de connaissance:

- Logique
- Analytique
- Avec Réseaux de neurones.



La méthode de la descente est:

- Un parcours dans un arbre de recherche**
- Une Méta heuristique**
- Une dégradation dans le comportement cognitive d'un être artificiel.**



Lequel introduit des méthodes antivirales intelligentes et rapides

- Le scanning (l'analyse des fichiers)
- Le moniteur de comportement des fichiers