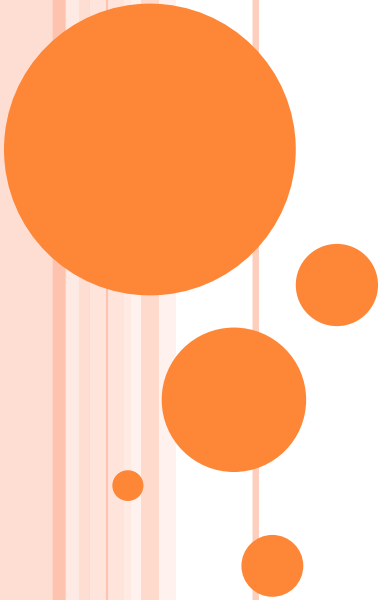
Applications d'IA en Prolog



ELIZA

- Classique des débuts de l'IA
- N'utilise absolument pas d'IA
- Est censé simuler une conversation avec un psychologue

ELIZA : UN EXEMPLE DE CONVERSATION

?- eliza.
Bonjour. Qu est ce qui vous amene ?
|: "je suis triste".
depuis combien de temps etes vous triste ?
|: "depuis le depart de mon frere".
pouvez vous me parler de votre frere ?
|: "j aime discuter avec lui".
quelqu un d autre dans votre famille aime t il cela ?
|: "non".
continuez
|: "je me sens seule maintenant".
ressentez vous souvent cela ?
|: "oui, depuis que mon frere est parti !".
pouvez vous me parler de votre frere ?
|: "vous vous moquez de moi ?".
continuez
|: "bye".
Au revoir. J espere vous avoir aide

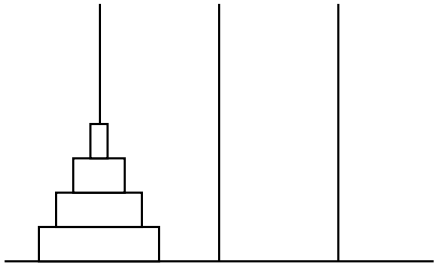
ELIZA : PRINCIPE DU PROGRAMME

- Reconnaître une configuration de mots
- Répondre en utilisant une configuration de réponse correspondante
- On définit donc des paires stimulus/réponse, par exemple :
  - je suis X
  - depuis combien de temps êtes vous X ?
- On cherche des mots-clés (père, mère, etc.) et on y associe une réponse

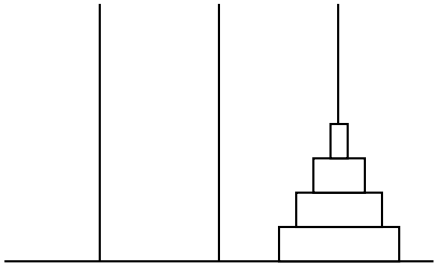
ELIZA : ALGORITHME

- Lire une phrase
- Choisir une paire (stimulus, réponse)
- Apparier la phrase et le stimulus
- Écrire la réponse associée
- Recommencer

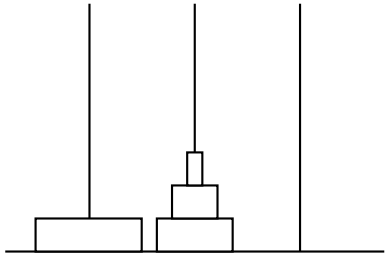
Tours de Hanoi : décomposer un problème en sous-problèmes



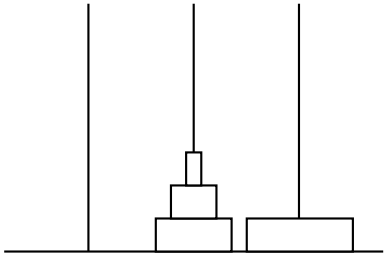
Situation initiale



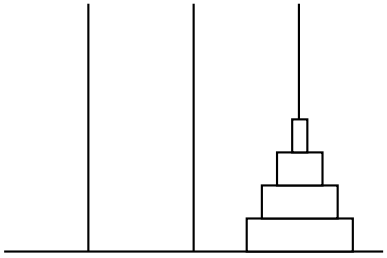
Objectif



Sous-problème 1



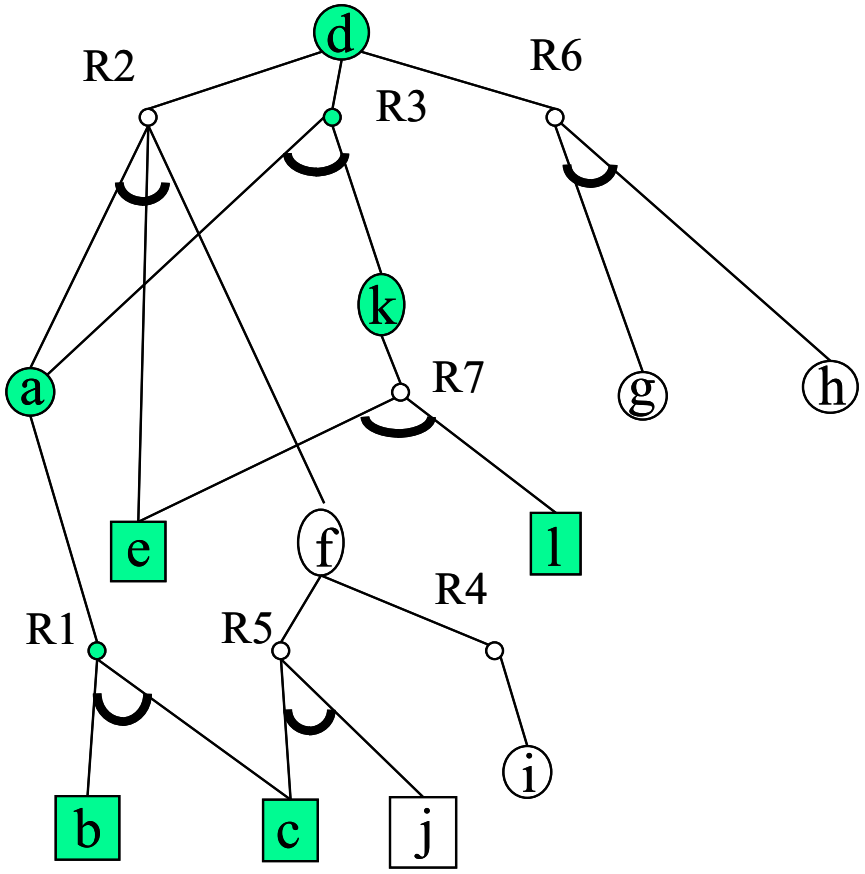
Sous-problème 2



Sous-problème 3

Décomposition d'un problème en sous-problèmes

- Règles de décomposition :
  R1 : a → b, c
  R2 : d → a, e, f
  R3 : d → a, k
  R4 : f → i
  R5 : f → c, j
  R6 : d → g, h
  R7 : k → e, l
- Problèmes terminaux :
  b, c, e, j, l
- Problème à résoudre : d



Problèmes de satisfaction de contraintes

- Définition :
  - $X = \{ X_1, X_2, ..., X_n\}$ est l'ensemble des variables du problème
  - On associe à chaque variable X_i son domaine $D(X_i)$, l'ensemble des valeurs que peut prendre X_i
  - $C = \{C_1, C_2, ..., C_k\}$ est l'ensemble des contraintes
    Chaque contrainte C_j est une relation entre certaines variables de X, restreignant les valeurs que peuvent prendre simultanément ces variables

- Exemple : cryptarithmétique, problème du zèbre

EXEMPLE : LE PROBLÈME DES REINES

- Placer N reines sur un échiquier NxN sans qu'aucune reine ne puisse en prendre une autre.
- Exemple pour N=4 :

	R		
			R
R			
		R	

Représentation du problème

- Première solution : chaque case échiquier(i,j) prend la valeur *vide* ou *reine*
  → grande combinatoire dans la résolution du problème
- Deuxième solution :
  - ligne(i) = j si la $i^{ème}$ ligne a une reine en colonne j
  - ligne(i) = 0 si cette ligne est vide

  → intègre déjà une partie des contraintes, puisqu'on ne peut pas avoir deux reines sur la même ligne

Résoudre un problème de satisfaction de contraintes (1)

- Résoudre = affecter une valeur à toutes les variables sans violer de contraintes

- Première méthode : « générer et tester »
  - On construit une solution puis on vérifie que les contraintes sont satisfaites
  - Dans l'exemple : placer une reine sur chaque ligne puis vérifier qu'elles ne sont pas en prise

GÉNÉRER ET TESTER SUR LES 4 REINES

- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 1), (x_3 , 1), (x_4 , 1)} => inconsistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 1), (x_3 , 1), (x_4 , 2)} => inconsistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 1), (x_3 , 1), (x_4 , 3)} => inconsistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 1), (x_3 , 1), (x_4 , 4)} => inconsistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 1), (x_3 , 2), (x_4 , 1)} => inconsistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 1), (x_3 , 2), (x_4 , 2)} => inconsistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 1), (x_3 , 2), (x_4 , 3)} => inconsistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 1), (x_3 , 2), (x_4 , 4)} => inconsistante
- ….

Résoudre un problème de satisfaction de contraintes (2)

- Deuxième méthode : ne pas développer une solution partielle qui viole déjà les contraintes
  - Dans l'exemple : à chaque fois qu'on place une reine, on vérifie qu'elle n'est en prise avec aucune autre, sinon on revient sur les derniers choix

RETOUR ARRIÈRE SUR LES 4 REINES

- A = {(x_1 , 1), (x_2 , ?), (x_3 , ?), (x_4 , ?)} => consistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 1), (x_3 , ?), (x_4 , ?)} => inconsistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 2), (x_3 , ?), (x_4 , ?)} => inconsistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 3), (x_3 , ?), (x_4 , ?)} => consistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 3), (x_3 , 1), (x_4 , ?)} => inconsistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 3), (x_3 , 2), (x_4 , ?)} => inconsistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 3), (x_3 , 3), (x_4 , ?)} => inconsistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 3), (x_3 , 4), (x_4 , ?)} => inconsistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 4), (x_3 , ?), (x_4 , ?)} => consistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 4), (x_3 , 1), (x_4 , ?)} => inconsistante
- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 3), (x_3 , 2), (x_4 , ?)} => consistante
- ….

Résoudre un problème de satisfaction de contraintes (3)

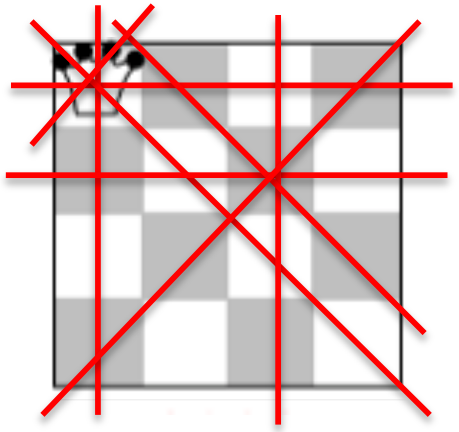
- Troisième méthode : le filtrage
  - Réduire le domaine des variables à chaque affectation
  - Dans l'exemple : à chaque fois qu'on place une reine, on élimine du domaine des autres reines toutes les positions qui sont maintenant attaquées

Filtrage sur les 4 reines

- A = {(x_1 , 1), (x_2 , ?), (x_3 , ?), (x_4 , ?)}
- $D(x_1) = \{1\}$, $D(x_2) = \{3, 4\}$, $D(x_3) = \{2, 4\}$, $D(x_4) = \{2, 3\}$

- A = {(x_1 , 1), (x_2 , 3), (x_3 , ?), (x_4 , ?)}
- $D(x_1) = \{1\}$, $D(x_2) = \{3\}$, $D(x_3) = \{\}$, $D(x_4) = \{2\}$

- … retour arrière et on re-filtre ….

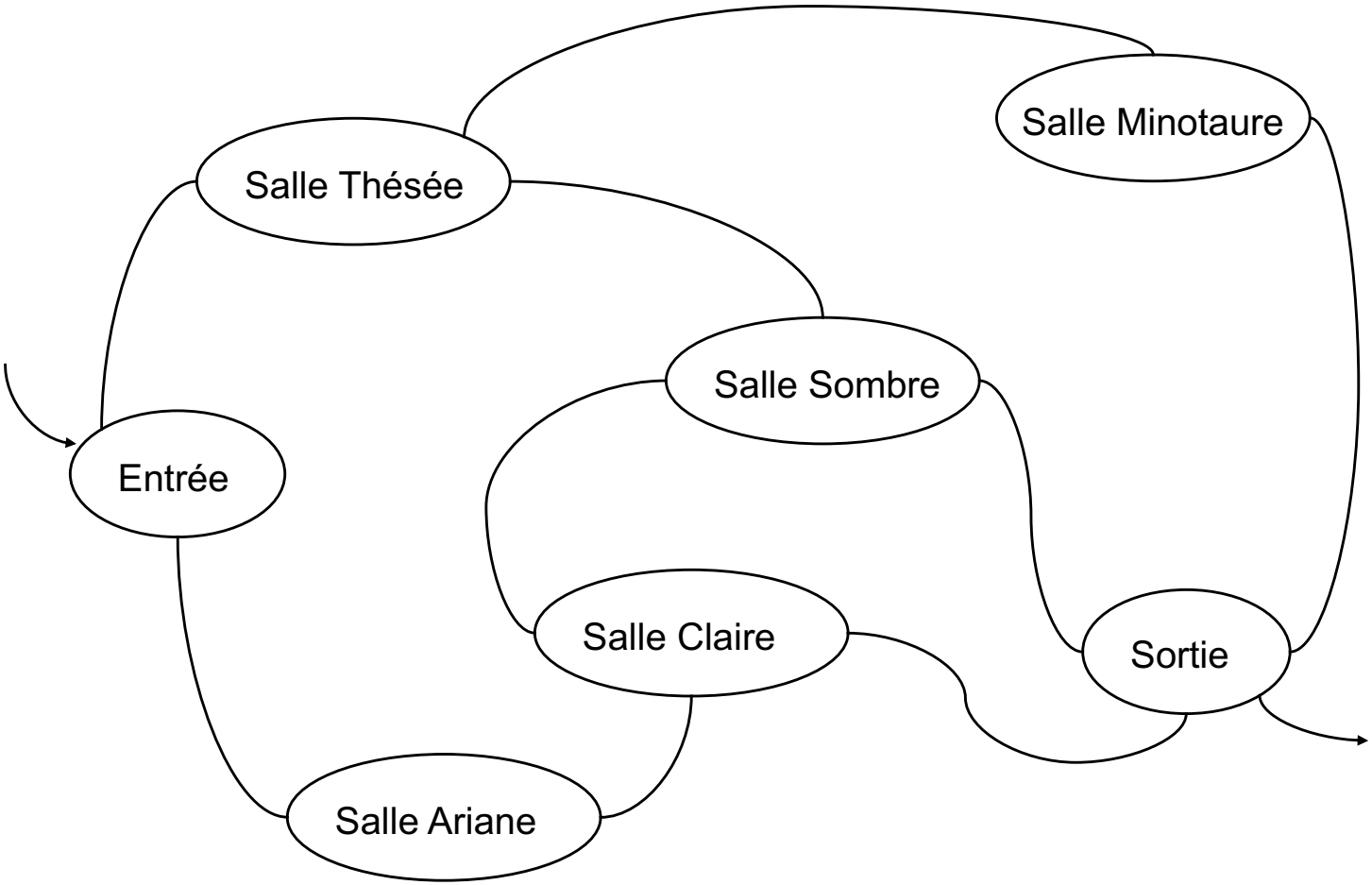


- A = {(x_1 , 2), (x_2 , ?), (x_3 , ?), (x_4 , ?)}
- $D(x_1) = \{2\}$, $D(x_2) = \{4\}$, $D(x_3) = \{1, 3\}$, $D(x_4) = \{1, 3, 4\}$
- …

Résoudre un problème de satisfaction de contraintes (4)

- Quatrième méthode : utiliser une heuristique
  - par exemple commencer par affecter la variable dont le domaine est le plus petit (pas réalisable dans notre exemple)

UN PROBLÈME DE LABYRINTHE

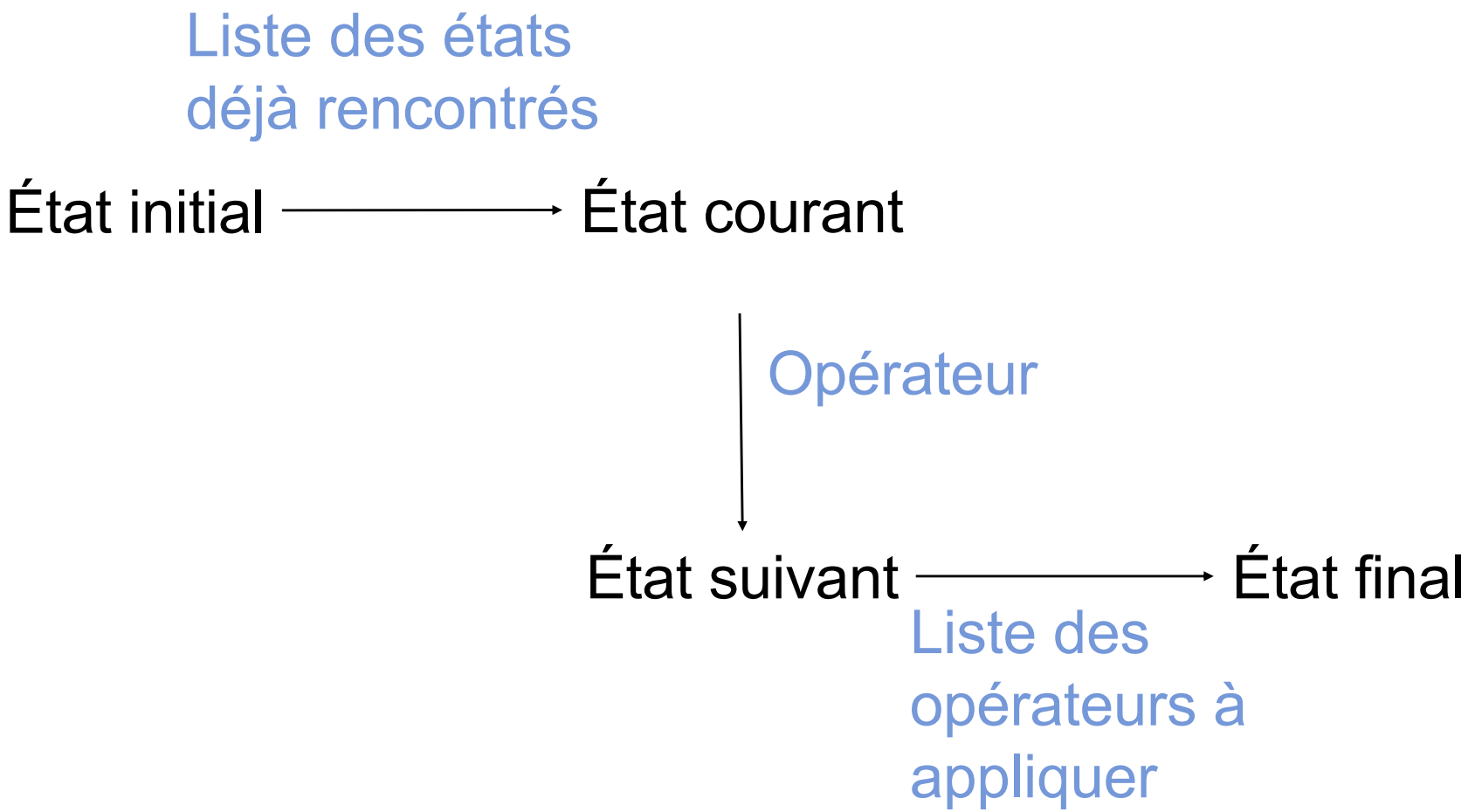


GÉNÉRALISATION : RECHERCHE DANS UN GRAPHE D'ÉTAT

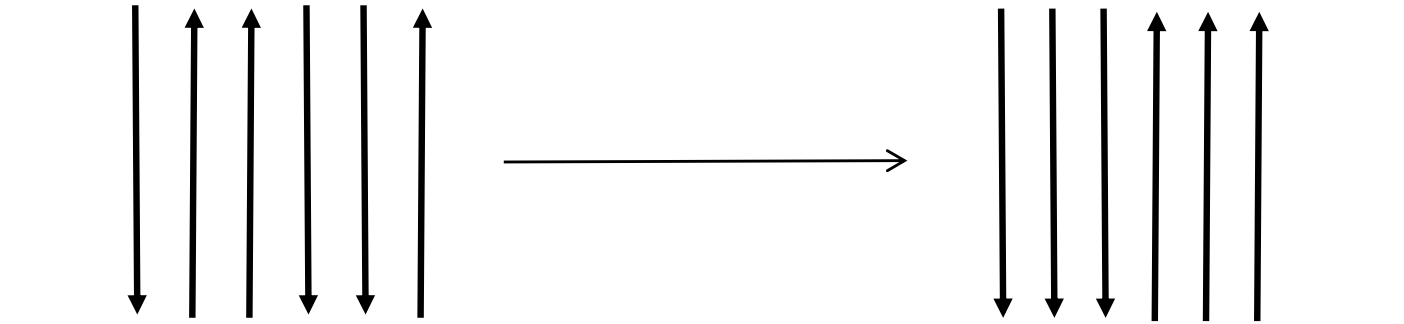
- On définit pour chaque problème :
  - Un état initial
  - Un état final (ou plusieurs)
  - Des états interdits (éventuellement)
  - Des opérateurs de transition

- On définit un algorithme général de recherche dans le graphe ainsi construit

ALGORITHME DE RECHERCHE



UN PROBLÈME ANALOGUE



Etat initial : bhhbbh

Etat final : bbbhhh

Quatre opérateurs de transition pour retourner deux flèches adjacentes :

R1 : hh → bb
R2 : hb → bh
R3 : bh → hb
R4 : bb → hh