

# IFT-17586

## Intelligence artificielle I



Professeurs :  
Laurence Capus, Ph.D.  
Nicole Tourigny, Ph.D.

Département d'informatique et de génie logiciel  
Faculté des sciences et de génie, Université Laval  
Automne 2002

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

1

# IFT-17586

## Intelligence artificielle I



Module 2 (suite)  
Recherche  
Recherche heuristique

© TOUTE REPRODUCTION INTERDITE SANS L'AUTORISATION ÉCRITE  
DES AUTEURS

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

2

## M2. Recherche (suite)

### Références

#### ◆ Luger (2002)

- G.F. Luger, Artificial Intelligence. Structures and Strategies for Complex Problem Solving, Addison Wesley, (Mass.), 4e éd., 2002, ch. 4, pp. 123-158.

## L 'IA pour la représentation et la recherche

PROBLÈME



Représentation  
Recherche de solutions  
Sélection d'une solution

?? ESPACE / TEMPS ??

## RECHERCHE HEURISTIQUE (RH)

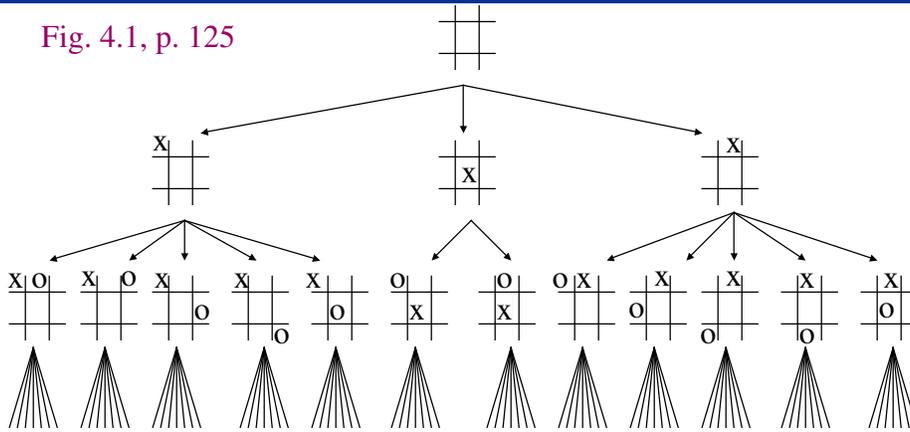
- ◆ Expliquer dans ses mots les objectifs de la RH
- ◆ Être capable de définir des heuristiques et de les appliquer

## RECHERCHE HEURISTIQUE (RH)

- ◆ Qu'est-ce qu'une heuristique ?
- ◆ Quand utiliser des heuristiques ?

# RECHERCHE HEURISTIQUE (RH)

Fig. 4.1, p. 125

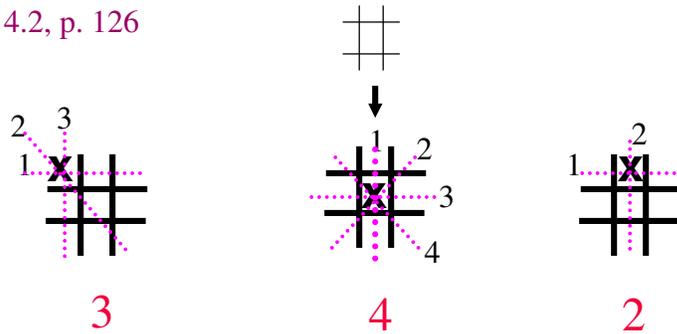


© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

7

# RECHERCHE HEURISTIQUE (RH)

Fig. 4.2, p. 126

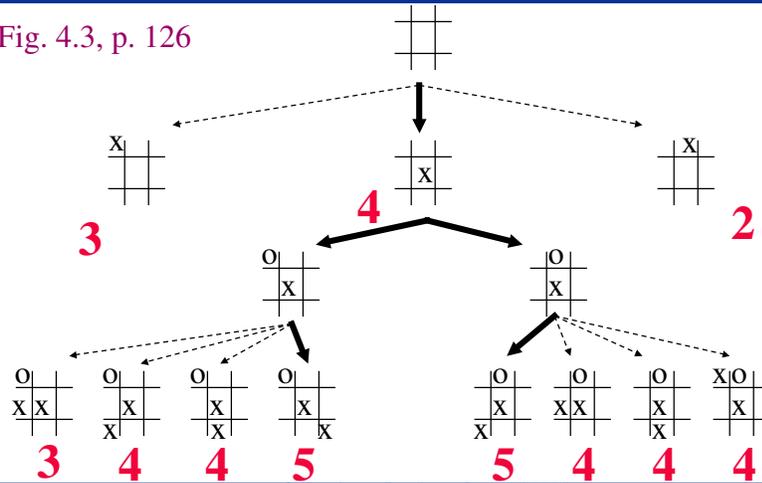


© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

8

# RECHERCHE HEURISTIQUE (RH)

Fig. 4.3, p. 126



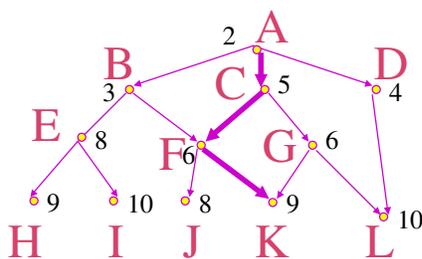
© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

9

# RECHERCHE HEURISTIQUE (RH)

## ◆ Technique du hill-climbing (escarpé)

• Ref : (Luger 2002, p.127)



| # | noeuds ouverts | trajet    |
|---|----------------|-----------|
| 1 | [A]            | []        |
| 2 | [C,D,B]        | [A]       |
| 3 | [F,G]          | [A,C]     |
| 4 | [K,J]          | [A,C,F]   |
| 5 | []             | [A,C,F,K] |
|   | ECHEC          |           |

A,C,F,K, echec (états finaux : I et L)

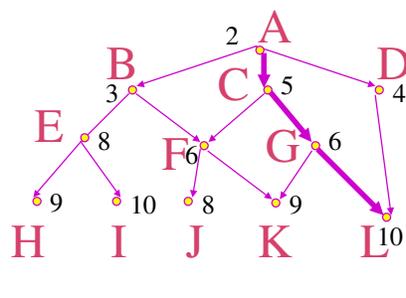
© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

10

# RECHERCHE HEURISTIQUE (RH)

## ◆ Technique du meilleur d'abord (ex.1)

• Ref : (Luger 2002, p.128)



| # | noeuds ouverts | noeuds fermés   |
|---|----------------|-----------------|
| 1 | [A]            | []              |
| 2 | [C,D,B]        | [A]             |
| 3 | [F,G,D,B]      | [A,C]           |
| 4 | [K,J,G,D,B]    | [A,C,F]         |
| 5 | [J,G,D,B]      | [A,C,F,K]       |
| 6 | [G,D,B]        | [A,C,F,K,J]     |
| 7 | [L,D,B]        | [A,C,F,K,J,G]   |
| 8 | succès         | [A,C,F,K,J,G,L] |

Trajet : A,C,G,L succès (états finaux : I et L)

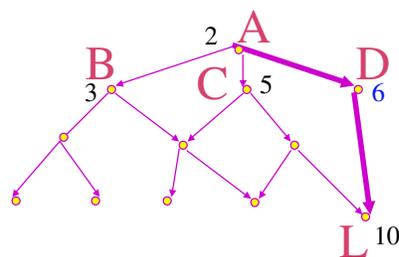
© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

11

# RECHERCHE HEURISTIQUE (RH)

## ◆ Technique du meilleur d'abord (ex.2)

• Ref : (Luger 2002, p.128)



| # | noeuds ouverts | noeuds fermés |
|---|----------------|---------------|
| 1 | [A]            | []            |
| 2 | [D,C,B]        | [A]           |
| 3 | [L,C,B]        | [A,D]         |
| 4 | succès         | [A,D,L]       |

Trajet : A,D, L succès (états finaux : I et L)

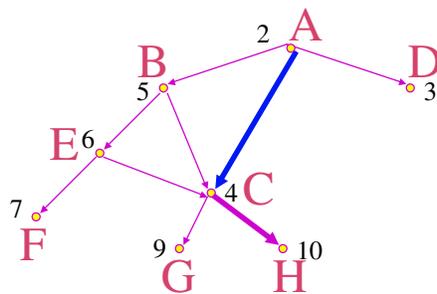
© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

12

# RECHERCHE HEURISTIQUE (RH)

## ◆ Technique du meilleur d'abord (ex.3)

• Ref : (Luger 2002, p.128)



| # | noeuds ouverts | noeuds fermés |
|---|----------------|---------------|
| 1 | [A]            | []            |
| 2 | [B,C,D]        | [A]           |
| 3 | [E,C,D]        | [A,B]         |
| 4 | [F,C,D]        | [A,B,E]       |
| 5 | [C,D]          | [A,B,E,F]     |
| 6 | [H,G,D]        | [A,B,E,F,C]   |
| 7 | succès         | [A,B,E,F,C,H] |

Trajet : A, C, H succès(état final : H )

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

13

## RH : Espace de recherche - NIM

### ◆ Le jeu de NIM :

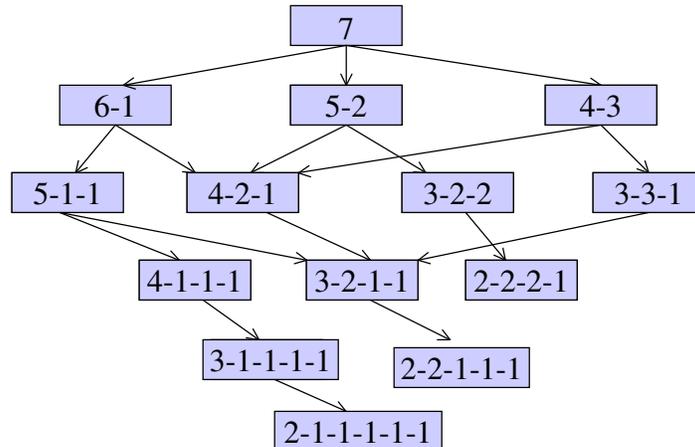
- un ensemble de n bâtonnets
- À chaque tour, un joueur doit séparer un ensemble en 2 sous-ensembles de cardinalités différentes, sinon il perd.
- Ex : État pour le joueur 1 : {b,b,b,b,b}
- État pour le joueur 2 : {b,b,b}, {b,b}
- État pour le joueur 1 : {b},{b,b}, {b,b}
- Le joueur 1 perd la partie

© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

14

# RH : Espace de recherche - NIM

Fig. 4.13, p. 145

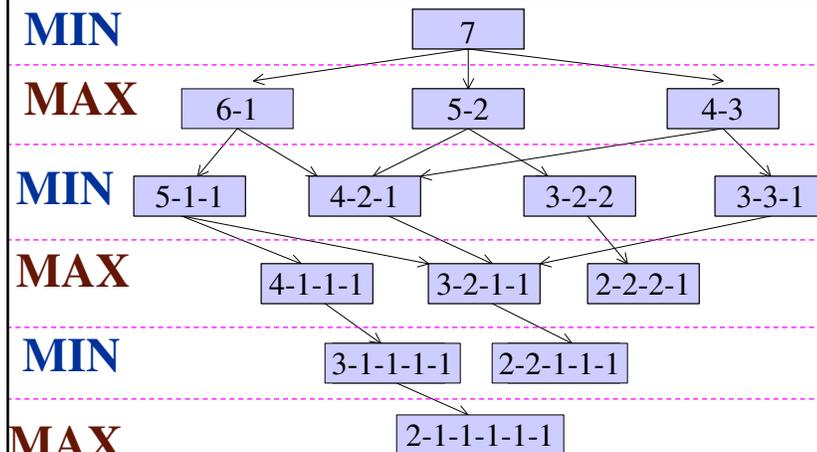


© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

15

# RH-NIM : Quel coup jouer ?

Fig. 4.13, p. 145

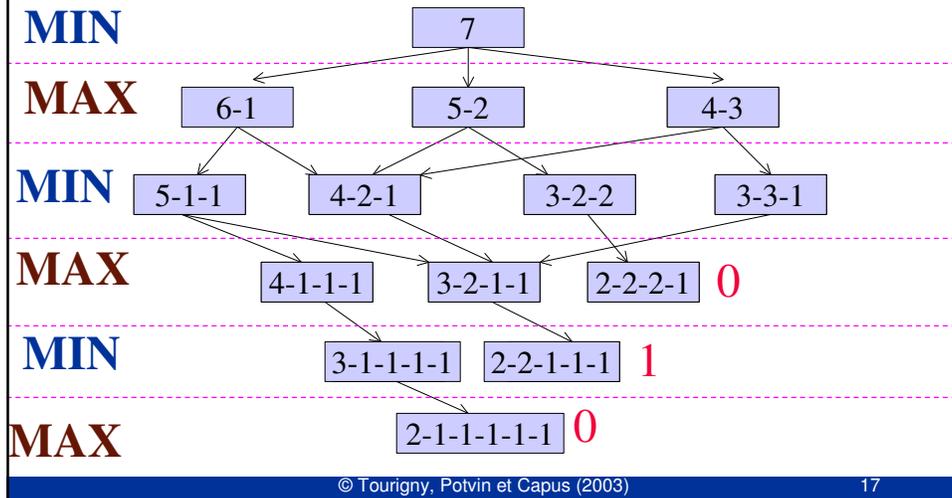


© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

16

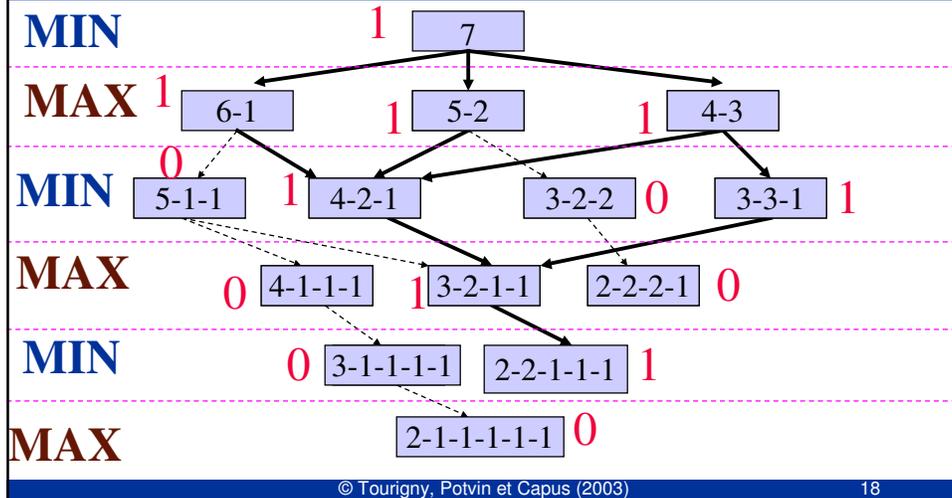
# RH-NIM : Quel coup jouer ?

Fig. 4.13, p. 145

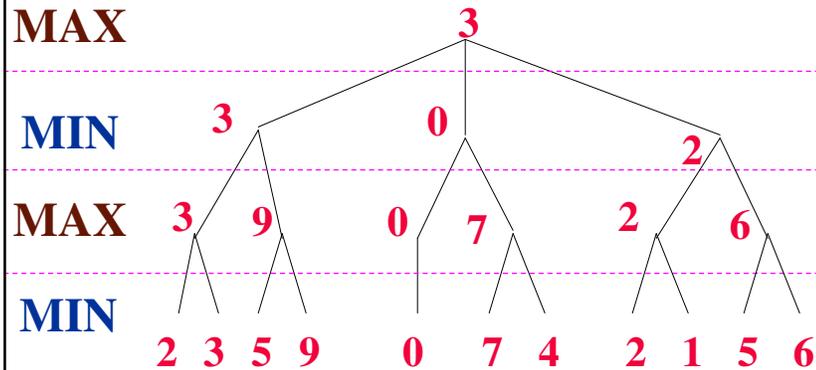


# RH-NIM : Quel coup jouer ?

Fig. 4.14, p. 146



## RH : Minimax, niveau fixé de profondeur Fig. 4.15, p. 148



© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

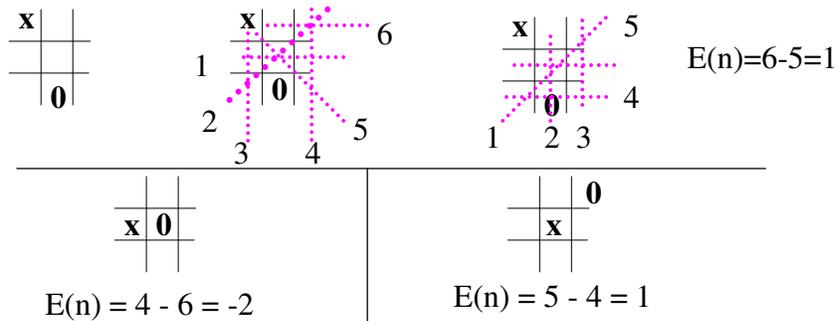
19

## RH : Minimax, niveau fixé de profondeur Fig. 4.16, p. 149

$$E(n) = M(n) - O(n)$$

$M(n)$ : #chemins gagnants pour X

$O(n)$ : #chemins gagnants pour O

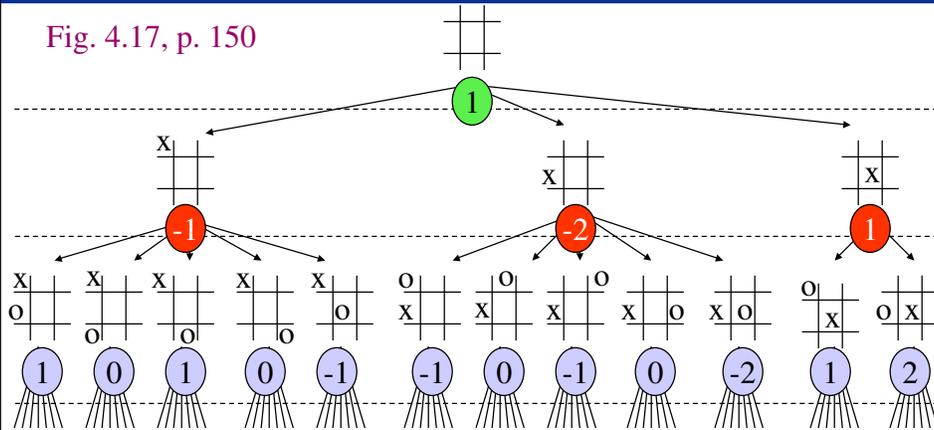


© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

20

# RH : minimax niveau 2

Fig. 4.17, p. 150

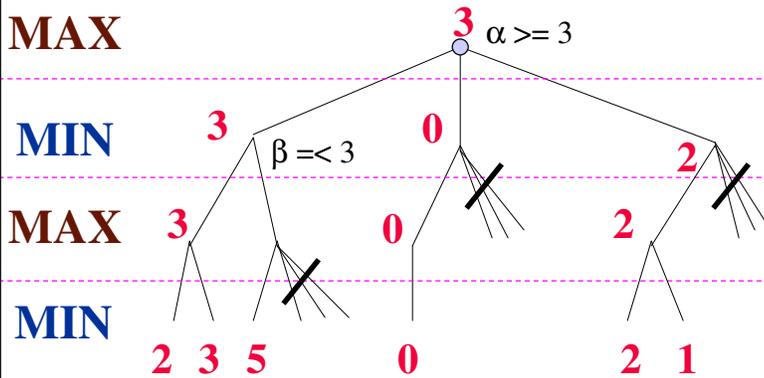


© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

21

# RH : Procédure Alpha-Bêta

Fig. 4.20, p. 153



© Tourigny, Potvin et Capus (2003)

22

# RECHERCHE HEURISTIQUE (RH)

## ◆ Efficacité, Information

Ref : (Luger 2002, p.154)