

Méthode *hill-climbing*

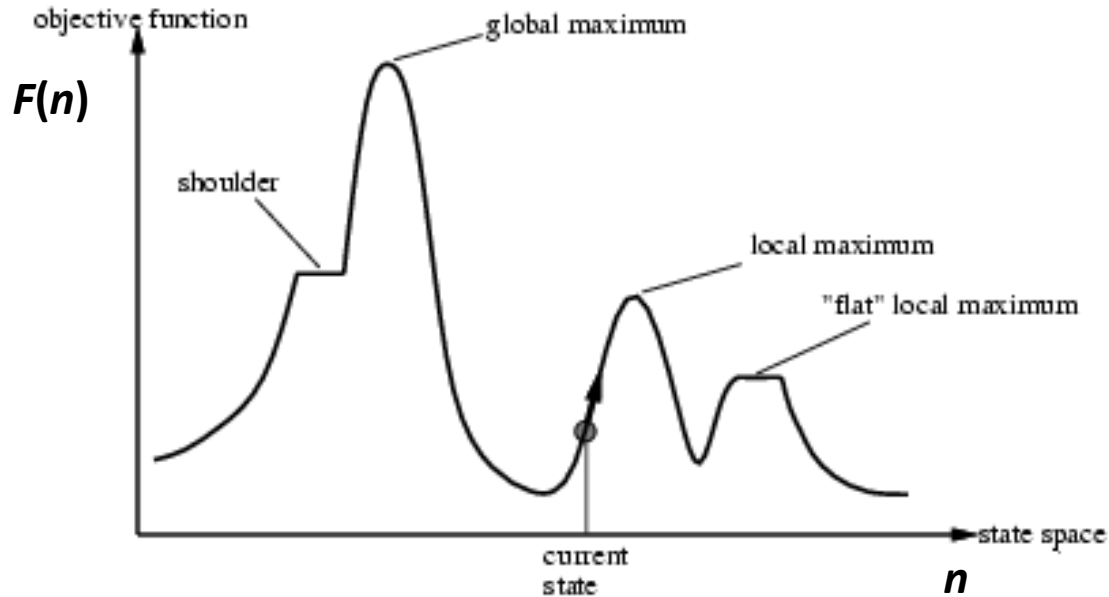
- Entrées :
 - ◆ nœud initial
 - ◆ fonction objectif à optimiser (notée $F(n)$ dans les algorithmes)
 - ◆ fonction générant des nœuds successeurs (voisins)
- Méthode :
 - ◆ le nœud courant est initialisé au nœud initial
 - ◆ itérativement, le nœud courant est comparé à ses successeurs (voisins) immédiats
 - » **le meilleur voisin n'** ayant la plus grande valeur $F(n')$ et tel que $F(n') > F(n)$ devient le nœud courant
 - » **si un tel voisin n'existe pas, on arrête** et on retourne le nœud courant comme solution

Algorithme *hill-climbing*

Algorithme HILL-CLIMBING(*noeudInitial*) // *cette variante maximise*

1. déclarer deux nœuds : n, n'
2. $n = \text{noeudInitial}$
3. tant que (1) // *la condition de sortie (exit) est déterminée dans la boucle*
 4. $n' =$ noeud successeur de n ayant la plus grande valeur $F(n')$
 5. si $F(n') \leq F(n)$ // *si on minimisait, le test serait $F(n') \geq F(n)$*
 6. retourner n // *on n'arrive pas à améliorer p/r à $F(n)$*
5. $n = n'$

Illustration de l'algorithme *hill-climbing*



Imaginez ce que vous feriez pour arriver au (trouver le) sommet d'une colline donnée, en plein brouillard et souffrant d'amnésie.

Exemple de simulation de *hill-climbing*

- Soit la fonction objectif suivante, définie pour les entiers de 1 à 16 :

$n =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$F(n) =$	4	6	15	5	3	2	4	5	6	7	8	10	9	8	7	3

- Quelle valeur de n trouverait la méthode *hill-climbing* si la valeur initiale de n était 6 et que les successeurs (voisins) utilisés étaient $n-1$ (seulement si $n > 1$) et $n+1$ (seulement si $n < 16$)?

Exemple de simulation de *hill-climbing*

- Soit la fonction objectif suivante, définie pour les entiers de 1 à 16 :

$n =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$F(n) =$	4	6	15	5	3	2	4	5	6	7	8	10	9	8	7	3

Diagram illustrating the hill-climbing process. The table shows the objective function values for n from 1 to 16. The current value of n is 6, and the function value is 2. The neighbors are 5 (function value 3) and 7 (function value 4). Arrows point from 6 to 5 and 6 to 7, with a question mark above the arrows, indicating a choice between moving to 5 or 7.

- Quelle valeur de n trouverait la méthode *hill-climbing* si la valeur initiale de n était 6 et que les successeurs (voisins) utilisés étaient $n-1$ (seulement si $n > 1$) et $n+1$ (seulement si $n < 16$)?
- **Réponse:**
 - ◆ suite des valeurs de n parcourues: 6

Exemple de simulation de *hill-climbing*

- Soit la fonction objectif suivante, définie pour les entiers de 1 à 16 :

$n =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$F(n) =$	4	6	15	5	3	2	4	5	6	7	8	10	9	8	7	3

Diagram illustrating the hill-climbing process. The table shows the objective function values for n from 1 to 16. The current value of n is 6, and the next step is to choose between $n=7$ and $n=8$. The value at $n=7$ (4) is higher than at $n=6$ (2), and the value at $n=8$ (5) is higher than at $n=7$ (4). The value at $n=8$ is circled in blue, indicating it is the chosen next step. A question mark is placed above $n=7$ and $n=8$ with arrows pointing to them, indicating the decision point.

- Quelle valeur de n trouverait la méthode *hill-climbing* si la valeur initiale de n était 6 et que les successeurs (voisins) utilisés étaient $n-1$ (seulement si $n>1$) et $n+1$ (seulement si $n<16$)?
- **Réponse:**
 - ◆ suite des valeurs de n parcourues: $6 \rightarrow 7$

Exemple de simulation de *hill-climbing*

- Soit la fonction objectif suivante, définie pour les entiers de 1 à 16 :

$n =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$F(n) =$	4	6	15	5	3	2	4	5	6	7	8	10	9	8	7	3

- Quelle valeur de n trouverait la méthode *hill-climbing* si la valeur initiale de n était 6 et que les successeurs (voisins) utilisés étaient $n-1$ (seulement si $n>1$) et $n+1$ (seulement si $n<16$)?
- **Réponse:**
 - ◆ suite des valeurs de n parcourues: $6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$

Exemple de simulation de *hill-climbing*

- Soit la fonction objectif suivante, définie pour les entiers de 1 à 16 :

$n =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$F(n) =$	4	6	15	5	3	2	4	5	6	7	8	10	9	8	7	3

Diagram illustrating the hill-climbing process. The table shows the objective function values for n from 1 to 16. The values are: 4, 6, 15, 5, 3, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 9, 8, 7, 3. The values 8, 10, and 9 are circled, indicating the sequence of values visited during the search. Arrows point from 11 to 12 and from 12 to 13, with a question mark above the arrow from 12 to 13, suggesting a decision point at $n=12$.

- Quelle valeur de n trouverait la méthode *hill-climbing* si la valeur initiale de n était 6 et que les successeurs (voisins) utilisés étaient $n-1$ (seulement si $n>1$) et $n+1$ (seulement si $n<16$)?
- **Réponse:**
 - ◆ suite des valeurs de n parcourues: $6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 9 \rightarrow 10 \rightarrow 11 \rightarrow 12$
 - ◆ *hill-climbing* termine et retourne $n=12$

Exemple : *N-Queens*

- Problème : Placer N reines sur un échiquier de taille $N \times N$ de sorte que deux reines ne s'attaquent pas mutuellement :
 - ◆ c-à-d., jamais deux reines sur la même diagonale, ligne ou colonne



Hill-Climbing avec 8 reines

- n : configuration de l'échiquier avec N reines
- $F(n)$: nombre de paires de reines qui s'attaquent mutuellement directement ou indirectement dans la configuration n
- On veut le **minimiser**
- $F(n)$ pour l'état (nœud) affiché : 17
- Encadré : les meilleurs successeurs, si on bouge une reine dans sa colonne

18	12	14	13	13	12	14	14
14	16	13	15	12	14	12	16
14	12	18	13	15	12	14	14
15	14	14	♚	13	16	13	16
♚	14	17	15	♚	14	16	16
17	♚	16	18	15	♚	15	♚
18	14	♚	15	15	14	♚	16
14	14	13	17	12	14	12	18

Hill-Climbing avec 8 reines

- Un exemple de minimum local avec $F(n)=1$

