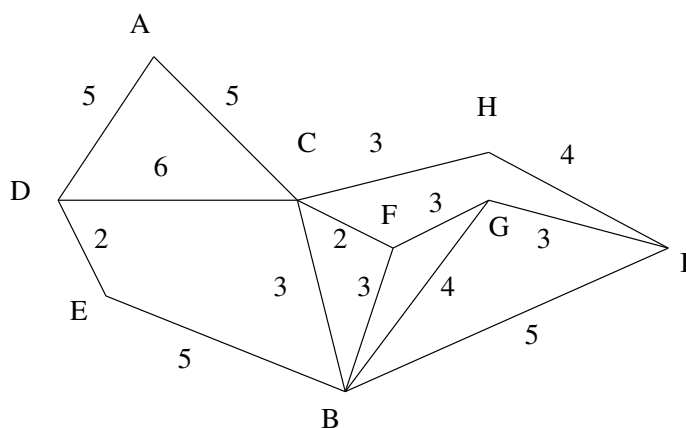


TD de *Introduction à l'Intelligence Artificielle* n° 3

### Algorithmes de recherche informés

**Exercice 1** Considérez la carte suivante. Le but est de trouver le chemin le plus court de A vers I.



Le coût de chaque connexion est indiqué. Une heuristique  $h$  est donnée :

Noeud	A	B	C	D	E	F	G	H	I
$h$	10	4	5	10	10	3	3	4	0

- Est-ce que  $h$  est admissible ?
- Appliquez la recherche à coût uniforme.
- Appliquez la recherche gloutonne en utilisant  $h$ .
- Appliquez la recherche  $A^*$  en utilisant  $h$ .

Pour simplifier la recherche, on appliquera l'optimisation suivante: dans chaque branche de l'arbre de recherche, chaque nœud du graphe apparaît *au plus* une fois (autrement dit, on ne réinsère pas un nœud dans l'arbre s'il apparaît déjà dans le chemin qui mène à la racine).

**Exercice 2** On considère l'espace de recherche  $E$  défini par le graphe orienté dont l'ensemble de sommets est  $S_E = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$ , et l'ensemble des arêtes est  $A_E = \{(i, j) | i < j\}$ . Le coût de l'arête de source  $i$  et destination  $j$ , est  $2^{(j-i)} + 1$ . Le sommet initial est 0, et l'unique sommet final (solution) est 5.

1. Appliquer à ce problème l'algorithme de recherche à coût uniforme.
2. Définir pour ce problème une fonction heuristique admissible  $h$ , qui ait la propriété que, pour toute fonction heuristique admissible  $h'$  et pour tout sommet  $n$ ,  $h'(n) \leq h(n)$ .

3. En utilisant l'heuristique  $h$ , appliquer l'algorithme de recherche gloutonne.
4. En utilisant l'heuristique  $h$ , appliquer l'algorithme de recherche  $A^*$ .

Pour chaque algorithme donner l'arbre de recherche, le chemin de 0 à 5 correspondant à la solution trouvée et son coût.

**Exercice 3** Donner pour chaque cas de figure ci-dessous une instance de problème de recherche (graphe des états, état initial, fonction de coût, solutions, fonction heuristique admissible) qui satisfait les contraintes indiquées:

1. La recherche en largeur d'abord **et** la recherche en profondeur d'abord sont plus efficaces que la recherche  $A^*$ .
2. La recherche gloutonne est plus efficace que la recherche  $A^*$ .

L'efficacité est mesurée en nombre de nœuds développés avant de trouver la solution. Il convient de chercher des exemple simples: le graphe d'états peut être un arbre, de facteur de branchement (nombre de fils de chaque nœud qui n'est pas une feuille) et profondeur aussi petits que possible.

**Exercice 4** On revient à la recherche aveugle. Supposons que le graphe d'états soit un arbre dont le facteur de branchement est  $b$  et dont la profondeur est  $n$ , et que l'unique solution soit le nœud le plus à droite du niveau  $k$ .

Pour les recherches (1) en largeur d'abord et (2) en profondeur d'abord, donner:

- Le nombre de nœuds considérés (le nombre de nœuds générés) pour trouver la solution.
- La taille maximale de la liste des nœuds ouverts (c.à.d. de la frontière de l'arbre de recherche).