

---

**Intelligence artificielle**

27 juin 2017

1h30 - Aucun document autorisé

Aucun matériel électronique n'est autorisé - Les téléphones sont formellement interdits

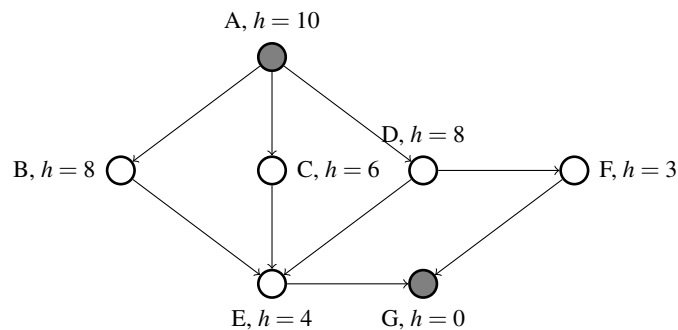
Le barème est donné à titre indicatif et peut être modifié

---

**Exercice 1 (2 points)** – Questions de cours

1. Définir ce qu'est l'**hypothèse du monde clos**.
2. Définir ce qu'est une **stratégie de recherche** dans un algorithme de recherche dans un espace d'états. Quand dit-on qu'une telle stratégie est **complète**? **optimale**?

**Exercice 2 (5 points)** – Considérez l'espace de recherche **orienté** suivant. Le but est de trouver le chemin le plus court de A vers G.



La valeur de l'heuristique  $h$  est indiquée pour chaque nœud. On souhaite récupérer le coût de tous les arcs entre deux nœuds. Pour cela, nous disposons d'une trace de l'algorithme  $A^*$ .

Pour chaque pas de l'algorithme est indiquée la liste des nœuds encore à traiter avec la valeur  $f = g + h$ . Si un nœud peut apparaître deux fois avec deux valeurs de  $f$  différentes, on conserve seulement celui avec la meilleure (c'est à dire la plus petite) valeur de  $f$ .

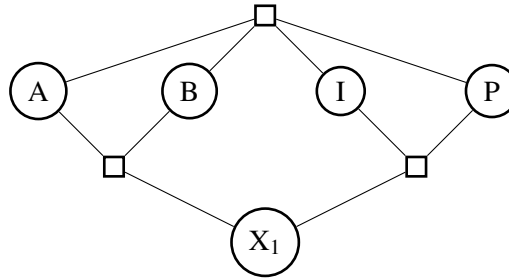
```
[ (A, f=10) ]  
[ (D, f=11), (B, f=12), (C, f=13) ]  
[ (B, f=12), (C, f=13), (F, f=14), (E, f=16) ]  
[ (C, f=13), (F, f=14), (E, f=15) ]  
[ (F, f=14), (E, f=15) ]  
[ (E, f=15), (G, f=17) ]  
[ (G, f=16) ]
```

1. En utilisant ces valeurs (et en étant bien attentif à chaque pas de l'algorithme) et votre connaissance du fonctionnement de l'algorithme  $A^*$ , calculez les coûts de tous les arcs
2. Appliquez la recherche gloutonne en utilisant  $h$ . Vous utiliserez l'ordre alphabétique pour classer les nœuds dans votre arbre si nécessaire. Donnez l'arbre de recherche et la suite des nœuds développés.

### Exercice 3 (5 points) – Puzzle crypto-arithmétique

Soit le puzzle crypto-arithmétique suivant, et le graphe de contraintes correspondant.

$$\begin{array}{r} \text{I A} \\ + \text{I A} \\ \hline \text{P B} \end{array}$$



1. Expliquez ce que sont l'heuristique du degré et l'heuristique MRV
2. Détaillez les contraintes de ce problème, ainsi que les domaines de chacune des variables et le nombre de contraintes qu'elles doivent satisfaire.
3. Trouvez une solution pour ce puzzle en utilisant la recherche par backtrack avec recherche en avant, l'heuristique MRV et l'heuristique du degré. Si plusieurs choix s'offrent à vous, vous choisirez la première variable dans l'ordre alphabétique, et la plus petite valeur disponible.  
A chaque étape, vous justifierez votre choix en indiquant quelle heuristique vous avez appliqué.

**Exercice 4 (3 points)** Traduire en logique des prédicats les phrases suivantes. N'oubliez pas de préciser le vocabulaire utilisé.

1. Il n'existe pas de politicien qui ne soit pas ambitieux
2. Certains politiciens sont honnêtes
3. Tous les politiciens ambitieux ne sont pas honnêtes
4. Il n'est pas vrai que tous les politiciens ambitieux sont honnêtes
5. Un politicien est honnête seulement s'il n'est pas ambitieux
6. Un politicien est honnête s'il n'est pas ambitieux

### Exercice 5 (5 points)

En utilisant la méthode de la **résolution**, montrez que la base de connaissances suivantes est **insatisfiable** (et permet donc d'obtenir la clause vide).

1.  $\exists x (q(f(x)) \wedge s(f(x), A))$
2.  $\forall x \forall y \neg \exists z (p(x, y) \wedge s(x, z))$
3.  $\forall x (q(x) \wedge \exists y s(x, y)) \Rightarrow (\exists z (r(z) \wedge p(x, z)))$

$p(x, y), q(x), r(x)$  et  $s(x, y)$  sont des prédicats,  $f(x)$  est une fonction et  $A$  est une constante.