

EXAMEN INTELLIGENCE ARTIFICIELLE  
ING2 - MAI 2018  
Documents non autorisés - Durée 2 heures

**Exercice 1 : recherche locale (4 points)**

Soit un espace d'états où un état  $n = (i, j)$  correspond à une case à la ligne  $i$  et la colonne  $j$  sur la grille ci-dessous. De plus, soit la fonction objectif  $F(n)$  ayant les valeurs suivantes, pour différentes valeurs de  $i$  et  $j$  :

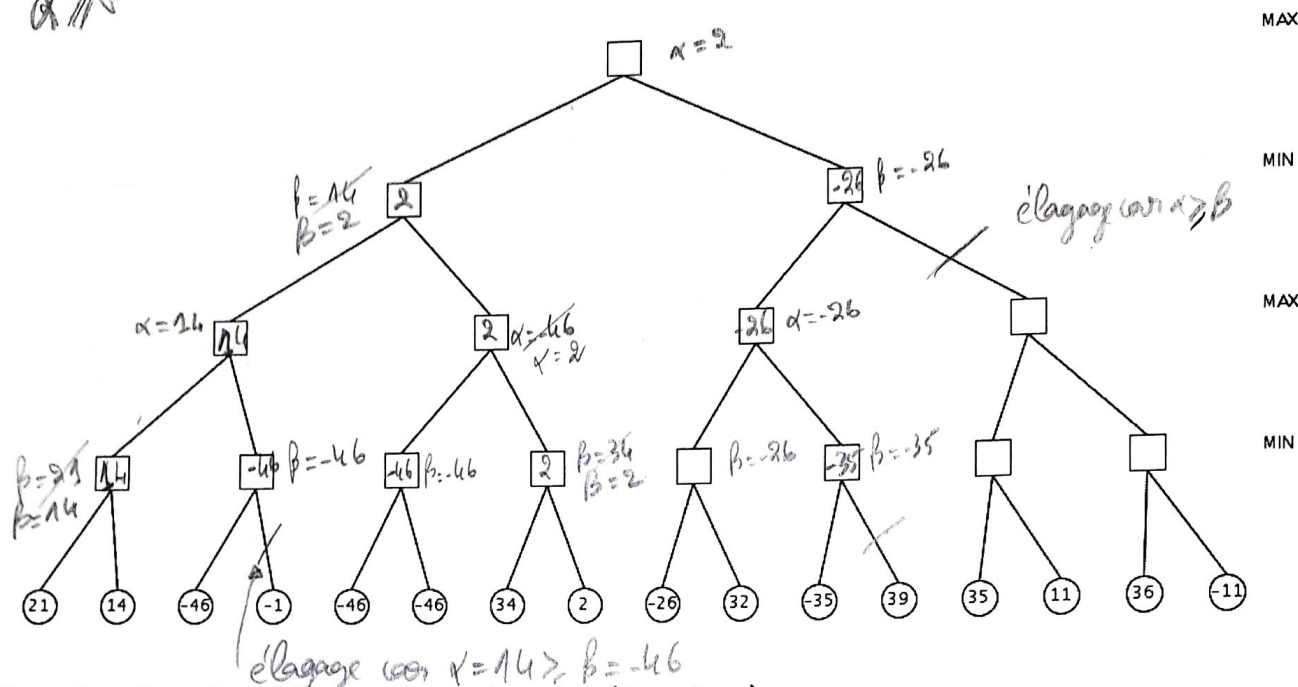
	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	$j = 4$	$j = 5$	$j = 6$
$i = 1$	4	4	2	1	1	0
$i = 2$	4	5	7	3	2	1
$i = 3$	3	10	8	4	2	6
$i = 4$	2	6	4	0	8	10
$i = 5$	1	0	2	6	15	12
$i = 6$	0	0	3	4	9	7

- On souhaite trouver l'état  $n$  qui maximise la fonction  $F(n)$ . Simulez l'exécution de l'algorithme *Hill-Climbing* en utilisant l'état  $n = (2, 5)$  (c'est à dire  $i = 2, j = 5$ ) comme état (noeud) initial. Comme états successeurs d'un état  $(i, j)$ , utilisez les 4 états verticalement et horizontalement adjacents dans la grille (c'est à dire  $(i + 1, j), (i - 1, j), (i, j + 1), (i, j - 1)$  pour un état qui n'est pas situé sur le bord de la grille). Donnez la liste des états visités par l'algorithme et la valeur retournée.
- Dans un algorithme génétique, quelles sont les étapes à travers lesquelles l'algorithme passe afin de produire les individus de la nouvelle génération ?

**Exercice 2 : algorithmes des jeux (4 points)**

Appliquez l'algorithme Alpha-Beta sur l'arbre de jeu suivant. Explicitez au niveau de chaque noeud la valeur de  $\alpha$  (ou  $\beta$ ) et montrez les élagages effectués.

$\alpha > \beta \Rightarrow$  élagage



### Exercice 3 : algorithmes de recherche (5 points)

Soit le graphe de la Figure 1. La valeur portée sur chaque arc correspond au coût de passage d'une extrémité de l'arc à l'autre. On a de plus la fonction heuristique  $h$  qui estime le coût pour atteindre  $J$  depuis chaque sommet.  $h$  est donnée par le tableau ci dessous. On cherche le plus court chemin entre  $A$  à  $J$ .

1. Appliquer l'algorithme A\* pour retrouver le plus court chemin entre  $A$  à  $J$
2. Quelle est la valeur de ce chemin? Est il optimal? Justifiez.

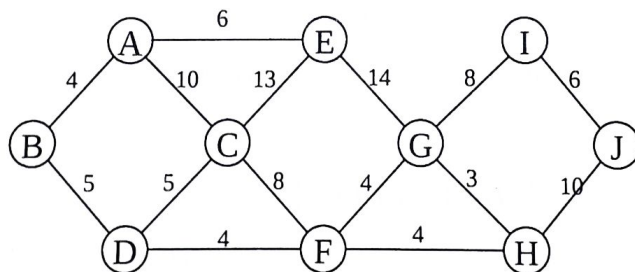


FIGURE 1 – Graphe

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
30	26	20	21	25	10	12	8	5	0

TABLE 1 – Fonction heuristique

### Exercice 4 : logique des prédicats (7 points)

Monsieur Dupond possède un élevage de lapins dans lequel

- certains lapins sont blancs à grandes oreilles et n'ont que des enfants blancs,
- les lapins à grandes oreilles qui n'ont pas de petites dents ont toujours au moins un enfant aux yeux bleus,

- un lapin blanc n'a jamais de petites dents.

Montrer que M. Dupond a bon espoir de trouver dans son élevage un lapin blanc aux yeux bleus. Utiliser pour cela l'algorithme de résolution avec les prédicats suivants :

- $\text{blanc}(x)$  : le lapin  $x$  est blanc
- $\text{grandO}(x)$  : le lapin  $x$  a de grandes oreilles
- $\text{enfant}(y, x)$  : le lapin  $y$  est l'enfant du lapin  $x$
- $\text{dentsP}(x)$  : le lapin  $x$  a des petites dents
- $\text{yeuxB}(x)$  : le lapin  $x$  a des yeux bleus

Prédicats

$$\exists x \left( \text{blanc}(x) \wedge \text{grandO}(x) \wedge \forall y (\text{enfant}(y, x) \Rightarrow \text{blanc}(y)) \right) \quad (F1)$$

$$\forall x \left( (\text{grandO}(x) \wedge \neg \text{dentsP}(x)) \Rightarrow \exists y (\text{enfant}(y, x) \wedge \text{yeuxB}(y)) \right) \quad (F2)$$

$$\forall x (\text{blanc}(x) \Rightarrow \neg \text{dentsP}(x)) \quad (F3)$$

$$\exists x (\text{blanc}(x) \wedge \text{yeuxB}(x)) \quad (G)$$