

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE  
Département d'informatique

**IFT 615**  
**Intelligence artificielle**

**Examen intra**  
**Été 2016**

Le mercredi 15 juin, 10 h 30 à 12 h 20, au D3-2039

CHARGÉ DE COURS

Frédéric Bergeron (*frederic.bergeron2@usherbrooke.ca*)

INSTRUCTIONS

L'examen dure 1 heure et 50 minutes.

Le manuel (livre de référence) **n'est pas autorisé**. Par contre, une (1) feuille recto verso de notes personnelles manuscrites est autorisée.

La **calculatrice est acceptée**. Par contre, **tout autre appareil électronique est strictement interdit**, en particulier tout appareil muni d'un moyen de communication.

L'examen comporte cinq (5) questions pour un total de vingt (20) points. Le questionnaire contient neuf (9) pages incluant celle-ci.

Répondez directement sur le questionnaire aux endroits encadrés.

Des feuilles de brouillons vous sont fournies.

Ne détachez aucune feuille de ce questionnaire.

Écrivez votre nom, prénom et matricule ci-dessous, puis signez.

NOM : \_\_\_\_\_ PRÉNOM : \_\_\_\_\_

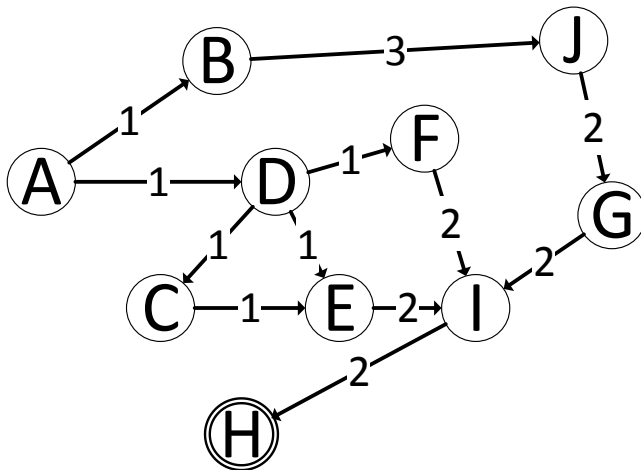
MATRICULE : \_\_\_\_\_

SIGNATURE : \_\_\_\_\_

Q1	/4	Q2	/4	Q3	/4	Q4	/4	Q5	/4	TOTAL	/20

### Question 1 (4 points) – Recherche heuristique

Soit le graphe et l'heuristique  $h(n)$  suivants :



n	H(n)
A	3
B	4
C	1
D	2
E	2
F	4
G	4
H	0
I	2
J	5

Le nœud de départ est **A**, le nœud but est **H** et le nombre près de chacune des arrêtes est le coût associé à la transition entre les nœuds reliés par l'arrête. Si un nœud a plus d'un successeur de même coût, les explorer en ordre alphabétique. À coût égal, classer les nœuds de la liste ouverte (*open*) par ordre alphabétique.



**a) (2.5 points)** Simulez l'exécution de l'algorithme **A\*** pour ce graphe. Donnez l'état des listes ouvertes (*open*) et fermées (*closed*) au début de chaque itération. **N'oubliez pas de donner également la solution retournée par A\***.

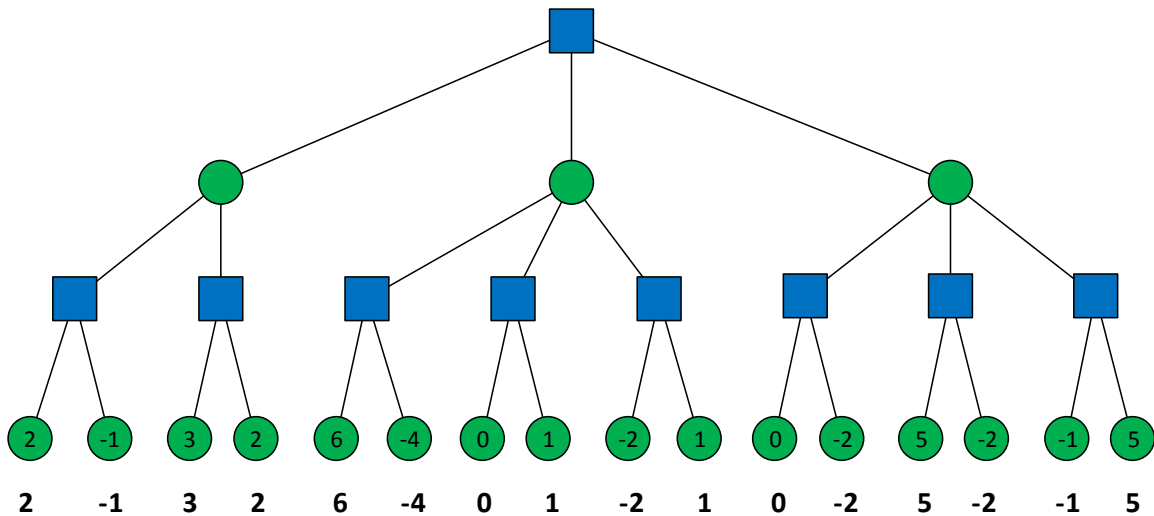
**b) (0,5 point)** L'heuristique  $h(n)$  est-elle monotone? Justifiez votre réponse.

**c) (0,5 point)** L'heuristique  $h(n)$  est-elle admissible? Justifiez votre réponse.

**d) (0,5 point)** Imaginez que le graphe représente une carte routière où les nœuds sont des villes, les arcs sont des routes et les coûts des arcs sont les distances entre les villes. Donnez, un exemple d'heuristique admissible.

## Question 2 (4 points) – Jeux à deux adversaires

Soit l'espace de recherche suivant, pour un jeu à deux adversaires (Max = , Min =  ) :



Encerclez les nœuds qui ne seront pas visités par l'**élagage alpha-beta**. À chaque nœud, supposez que la recherche parcourt les actions de gauche à droite. Indiquez les valeurs *alpha* et *beta* et l'utilité retournée à chaque étape de votre résolution.

### Question 3 (4 points) – Logique du premier ordre

a) (1.5 points) Soit les énoncés suivants :

- 1- Il existe un professeur dont tous les étudiants sont à la maîtrise.
- 2- Tous les doctorants sont supervisés par un professeur.
- 3- Alain est un étudiant à la maîtrise et est supervisé par Gaston.
- 4- On est étudiant lorsqu'on est à la maîtrise ou au doctorat.

Transformer les énoncés en formule de logique du premier ordre. Utiliser les prédicats suivants dans vos formules :

Étudiant(p)	- Lorsque p est un étudiant
Maitrise(p)	- Lorsque p est à la maîtrise
Doctorant(p)	- Lorsque p est un doctorant
Professeur(p)	- Lorsque p est un professeur
Supervise(p1,p2)	- Lorsque p1 supervise p2

**b) (1.5 points)** Soit les formules en logique du premier ordre suivantes :

1-  $\text{Surfeur}(a) \rightarrow \text{Sportif}(a) \wedge \text{Professeur}(a)$

2-  $\forall x \forall y [\text{Ami}(x, y) \vee \text{Homme}(y)] \rightarrow \text{Sympathique}(x)$

3-  $\forall x \exists y \text{Acrobate}(y) \wedge \text{Pigeon}(x) \wedge \text{Nourri}(x, y)$

4-  $\forall x \exists y [\text{Joue}(x,y) \rightarrow \text{Acteur}(x)] \wedge [\text{Acteur}(x) \rightarrow \text{Joue}(x,y)]$

5-  $\exists y \neg [\text{Gentil}(y) \wedge (\text{Pirate}(y))]$

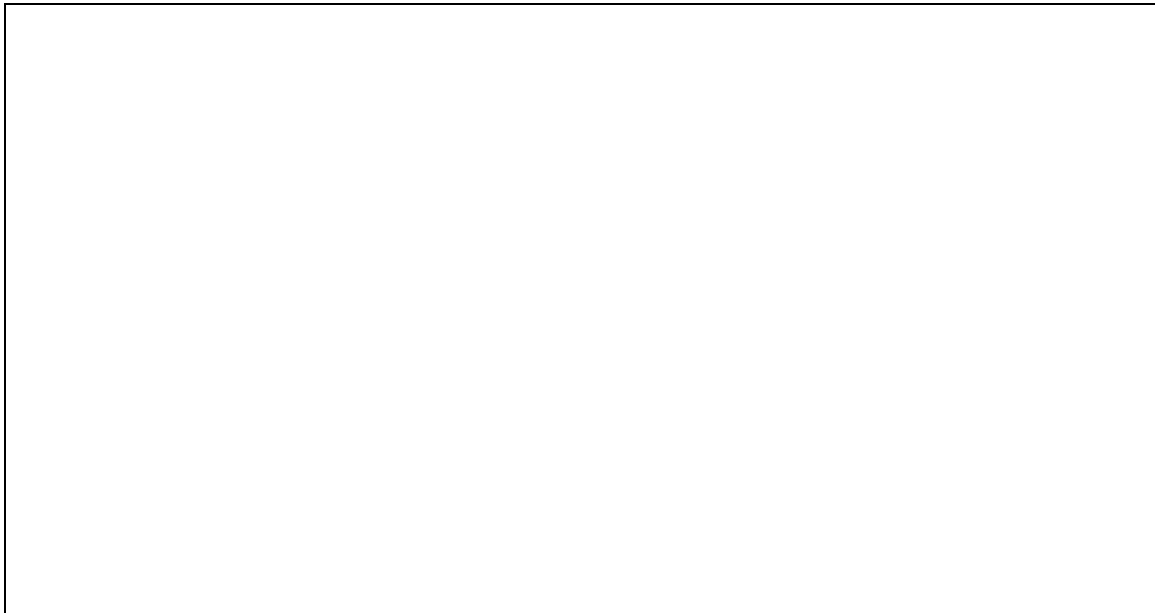
Transformer les formules en clauses sous la forme normale conjonctive, où  $a$  est une constante et  $x$  et  $y$  sont des variables.

**Question 4 (4 points) – Satisfaction de contraintes**

Soit la carte suivante. Supposez que nous désirons colorier chaque région d'une couleur différente en n'utilisant que trois couleurs, rouge (R), bleu (B) et vert (V).



**a) (2 points)** Dessiner le graphe de contraintes du problème. Prenez soin d'indiquer les domaines des valeurs des variables et les contraintes.



**b) (1 point)** Supposez que la couleur verte est assignée à la région **A**. Quel sera le domaine de chaque variable suite à l'application de l'algorithme *forward-checking*?

**c) (1 point)** Supposez que la couleur verte est assignée aux régions **A** et **F**. Quel sera le domaine de chaque variable suite à l'application de l'algorithme *AC-3*?



## Question 5 (4 points) – Questions diverses

a) (1 point) Qu'est-ce qui distingue la **logique propositionnelle** de la **logique de premier ordre**?

b) (1,5 points) Donnez une variante à l'algorithme de *Hill-Climbing* et expliquez en quoi elle améliore l'algorithme.

c) (0,5 point) Dans  $A^*$ , étant donné deux fonctions heuristiques  $h_1$  et  $h_2$  telles que  $0 \leq h_1(n) < h_2(n) \leq h^*(n)$ , pour tout état  $n$ ,  $h_2$  est plus efficace que  $h_1$  dans la mesure où les deux mènent à une solution optimale, mais  $h_2$  le fait en explorant autant, sinon moins de nœuds que  $h_1$ . Vrai ou faux, et pourquoi?

d) (1 point) Décrivez l'environnement du jeu de dames. Vous pouvez simplement répondre par oui ou non.

Complètement observable?

Déterministe?

Épisodique?

Statique?

Discret?

Agent unique?

# Fin de l'examen