



Machine learning, optimisation et intelligence artificielle Principes et algorithmes

← Veuillez coder votre numéro d'étudiant ci-contre, et écrire votre nom dans la case ci-dessous. Ce numéro se trouve après votre date de naissance sur votre carte étudiante. La première colonne code le premier chiffre, ...

- 0 0 0 0 0 0 0
- 1 1 1 1 1 1 1
- 2 2 2 2 2 2 2
- 3 3 3 3 3 3 3
- 4 4 4 4 4 4 4
- 5 5 5 5 5 5 5
- 6 6 6 6 6 6 6
- 7 7 7 7 7 7 7
- 8 8 8 8 8 8 8
- 9 9 9 9 9 9 9

NOM
Prénom
.....
.....

Durée : 2h00

Les documents de cours et vos notes personnelles sont **interdits**.

L'usage de la **calculatrice** est **interdit**.

Les questions sont **interdites**.

Le sujet est recto-verso. Veuillez répondre aux questions ci-dessous du mieux que vous pouvez. Les questions ♣ peuvent comporter plusieurs réponses correctes. Les autres questions ne comportent qu'une seule bonne réponse. Penser à rendre avec votre copie, le sujet que vous aurez correctement rempli.

Questions à choix multiples (4 points)

Question 1 L'algorithme Minimax utilise-t-il une fonction d'évaluation ?

- non
- oui

Question 2 L'algorithme alpha-bêta utilise-t-il une fonction d'évaluation ?

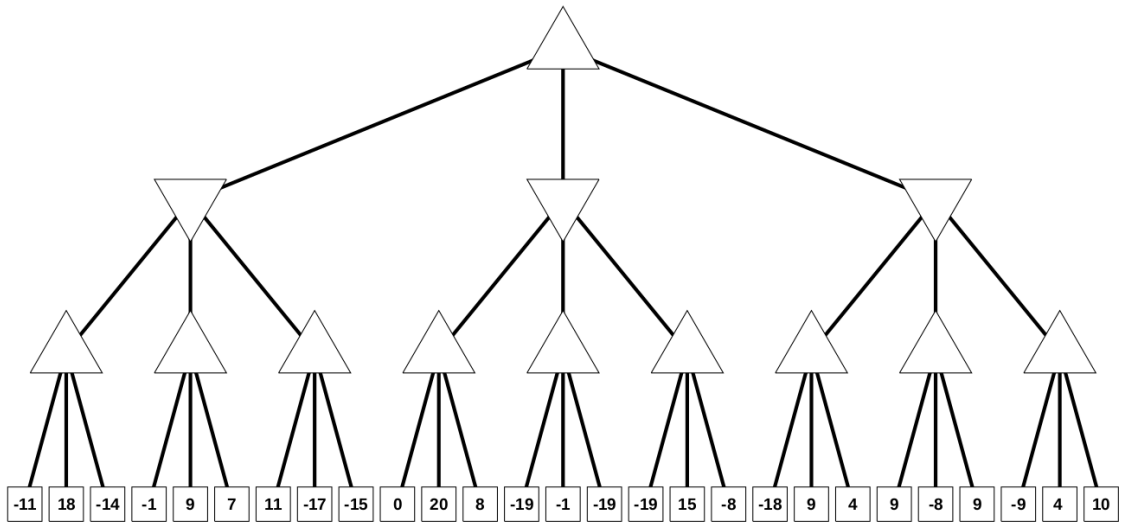
- non
- oui

Question 3 L'algorithme Monte-Carlo utilise-t-il une fonction d'évaluation ?

- oui
- non

Question 4 ♣ Cochez les méthodes sujettes à l'overfitting :

- K plus proches voisins
- Arbres de décision
- Réseaux de neurones
- Forêts aléatoires
- Naive Bayes
- Aucune de ces réponses n'est correcte.



Developed by Alek Kamko (<http://alekiskamko.com>) for UC Berkeley CS61B (<http://inst.eecs.berkeley.edu/~cs61b/>) (GitHub project (<https://github.com/alekiskamkoabTreePractice>))

FIGURE 2 – arbre

Question 6 Appliquer l'algorithme minimax avec coupure alpha-bêta sur l'arbre de la figure 2. Les triangles pointant vers le haut correspondent à des Max et ceux pointant vers le bas à des Min. Vous marquez dans chaque noeud évalué la valeur calculée. A B C



Question 7 Qu'appelle-t-on overfitting et que peut-on faire pour l'éviter ? A B C



Exercice Arbre de décisions (4 points)

Cette partie sera rédigée sur une feuille d'examen.

On utilise un arbre de décision pour déterminer si un patient risque de faire un infarctus en fonction de :

- son age
- S'il est inanimé ou non
- S'il a des douleurs à la poitrine ou ailleurs

L'arbre est appris sur la base d'apprentissage de la figure 3.

<input type="checkbox"/>	Douleur	Age	Inanimé	Infarctus			Douleur	Age	Inanimé	Infarctus
1	ailleurs	21	non	non		11	poitrine	35	non	oui
2	ailleurs	25	non	non		12	ailleurs	34	oui	oui
3	ailleurs	31	non	non		13	ailleurs	34	oui	oui
4	ailleurs	34	non	non		14	poitrine	25	oui	oui
5	ailleurs	35	non	non		15	poitrine	35	oui	oui
6	ailleurs	36	non	non		16	poitrine	45	oui	oui
7	ailleurs	36	non	non		17	poitrine	45	oui	oui
8	ailleurs	48	non	non		18	poitrine	48	oui	oui
9	poitrine	41	oui	non		19	poitrine	70	oui	oui
10	poitrine	52	oui	non		20	poitrine	70	oui	oui

FIGURE 3 – base d'apprentissage

1. Quelle est l'entropie de la variable cible ?
2. On obtient arbre complet de la figure 4. Donner au choix le gain ou l'entropie résiduelle après le premier split.
3. Quelle est la matrice de confusion ?
4. A partir du graphique de la figure 5 de l'erreur en fonction de la complexité de l'arbre, déterminez l'arbre optimal.
5. Quel est le diagnostic prédit pour un individu de 52 ans, inanimé, ayant une douleur à la poitrine :
 - avec l'arbre complet ?
 - avec l'arbre optimal ?

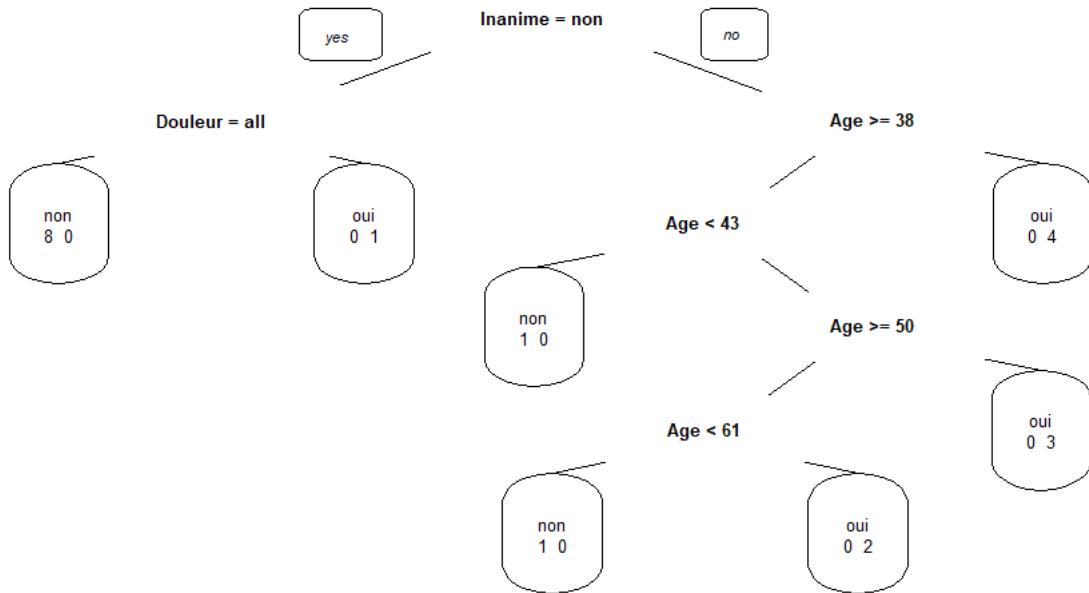
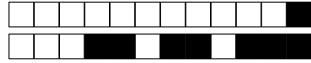


FIGURE 4 – arbre de décision

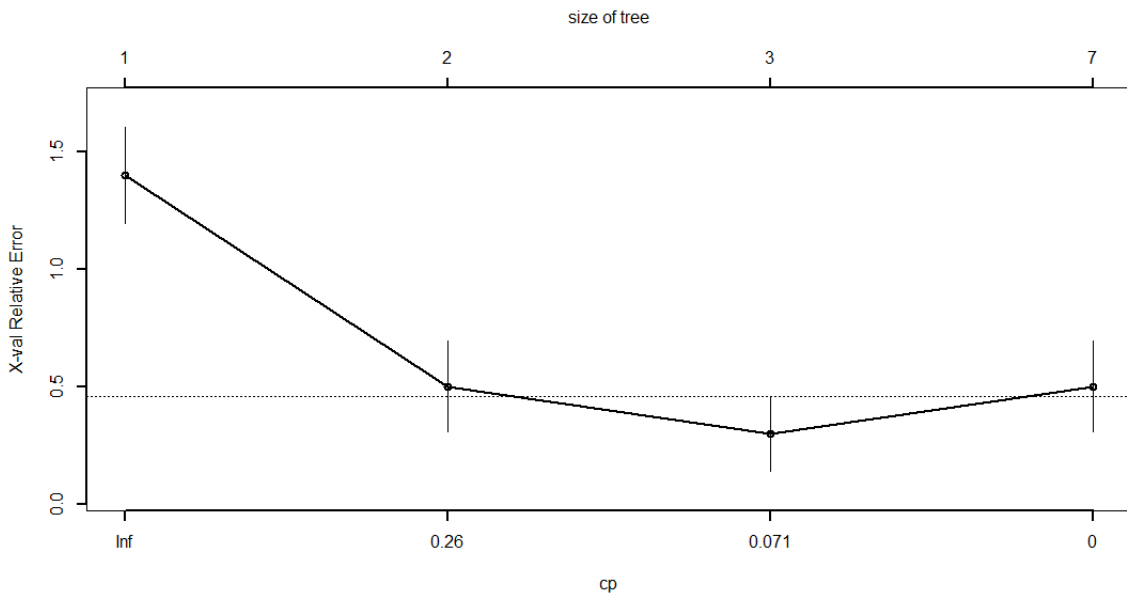


FIGURE 5 – graphe d'erreur



Exercice Transport (4 points)
Cette partie sera rédigée sur une feuille d'examen.

Soit le problème de transport suivant :

	E	F	G	H	Offre
A	10	30	35	15	14
B	20	15	20	10	10
C	10	30	20	20	15
D	30	40	35	45	12
Demande	10	14	12	15	51

Appliquer l'algorithme de Balas Hamer / Stepping Stone pour résoudre ce problème.



Exercice Noyau de graphe (4 points)
Cette partie sera rédigée sur une feuille d'examen.

On considère un jeu à deux joueurs sur une grille carrée dont avec des cases (x, y) telles que $0 \leq x \leq 10$ et $0 \leq y \leq 10$. Chaque joueur peut à son tour soit :

- Se déplacer vers la gauche d'au moins une case;
- Se déplacer vers le bas d'au moins une case;
- Se déplacer simultanément vers la gauche et le bas d'au moins une case.

Le joueur gagnant est le premier qui atteint la case $(0,0)$.

1. Qu'est-ce que le noyau d'un graphe de jeu ?
2. Comment le calcule-t-on ?
3. Le calculer pour ce jeu.
4. Qu'est-ce qu'une stratégie gagnante ?
5. On suppose maintenant que la partie démarre en $(8,6)$.
Pour lequel des deux joueurs existe-t-il une stratégie gagnante ? La donner en détail.
6. Montrer que ce problème est équivalent à un jeu analogue au jeu de Nim que l'on précisera.