



**Introduction à l'intelligence artificielle**  
**Théorie et algorithmes**  
**Examen du 17/12/2019**

<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0
<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1	<input type="checkbox"/>	1
<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	2	<input type="checkbox"/>	2
<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	3
<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	4	<input type="checkbox"/>	4
<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	5
<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	6	<input type="checkbox"/>	6
<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	7
<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	8	<input type="checkbox"/>	8
<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	9	<input type="checkbox"/>	9

← 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 d'étudiant.  
La première colonne code le premier  
chiffre, ...

NOM  
Prénom

.....  
.....

**Durée : 2h00**

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

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

Les questions sont **interdites**.

Veuillez répondre aux questions ci-dessous du mieux que vous pouvez. Penser à rendre avec votre copie, le sujet que vous aurez correctement rempli.

---

## Questions de cours

---

**Question 1** En vous appuyant sur le Recuit simulé, expliquez le dilemme Exploration/Exploitation.

☐A ☐B ☐C ☐D ☐E

.....
.....
.....
.....



**Question 2** Pourquoi la confiance n'est-elle pas suffisante pour mesurer la qualité d'une règle d'association ?

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

.....

.....

.....

.....

**Question 3** Rappelez la définition, l'utilisation, la signification du gain d'information d'un attribut, dans la construction d'un arbre de décision.

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

.....

.....

.....

.....

---

## Jeux

---

**Question 4** Veuillez remplir l'ensemble des cases du labyrinthe de la figure 1 visitées par l'algorithme A\* avec comme heuristique la distance de Manhattan.  
Vous remplirez les cases avec les couples  $(g, h)$  de l'algorithme. Chaque case est désignée en notation matricielle par un couple (numeroLigne,numeroColonne). L'entrée du labyrinthe est en (1,3) et la sortie en (6,4).

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

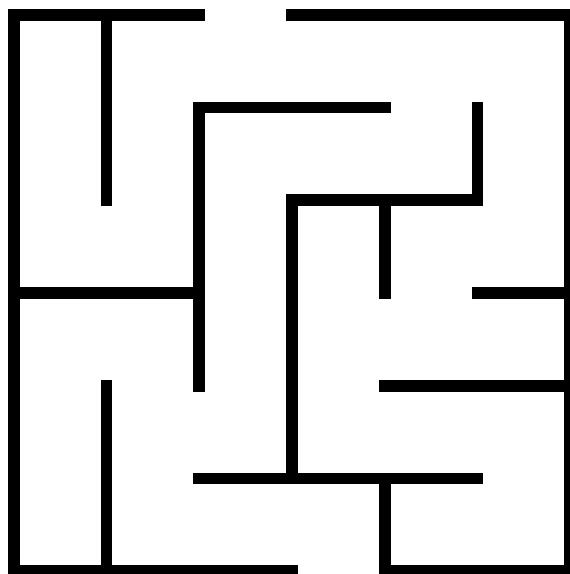


FIGURE 1 – labyrinthe

**Question 5** Combien de noeuds a-t-on évité de développer par rapport à l'algorithme de Dijkstra ? Justifier.

☐A ☐B ☐C ☐D ☐E

.....

.....

.....

**Question 6** Quelle propriété de la distance de Manhattan est pertinente pour ce problème ? Expliquer.

☐A ☐B ☐C ☐D ☐E

.....

.....

.....

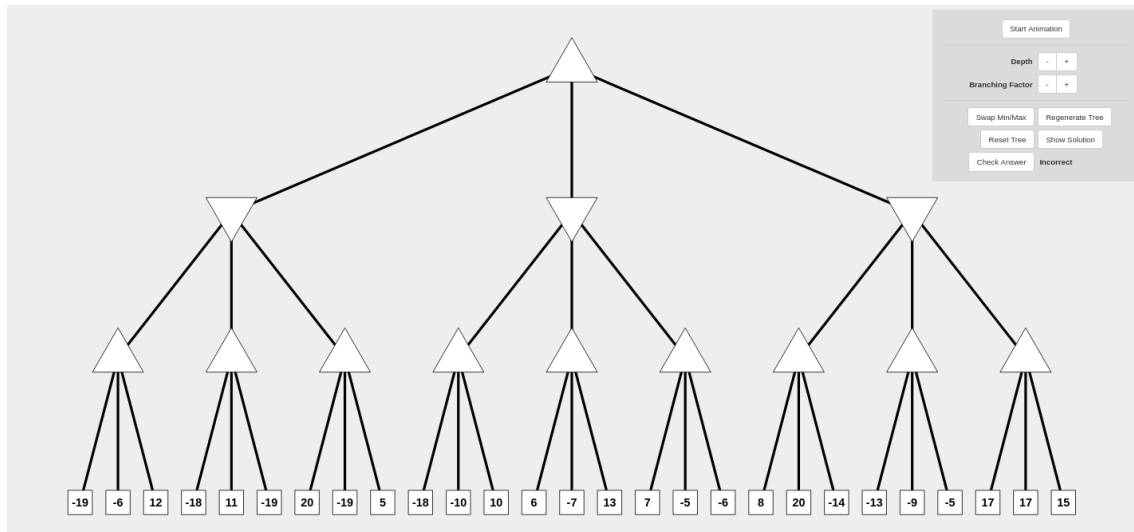


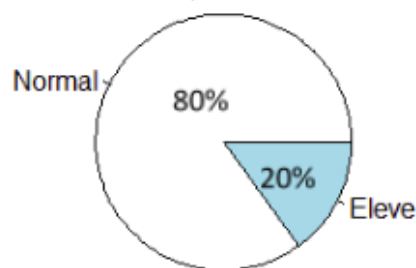
FIGURE 2 – arbre

**Question 7** 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 marquerez dans chaque noeud évalué la valeur calculée. ☐A ☐B ☐C ☐D ☐E

☐A ☐B ☐C ☐D ☐E

# Apprentissage

Soit un jeu de données avec 500 observations et une variable cible à deux modalités (Normal, Elevé) distribuées de la façon suivante :



À partir de la matrice de confusion de la figure 3 :  
Le critère d'erreur classique est

$$t_e = \frac{FN + FP}{TP + FN + FP + TN}$$

Nous proposons d'utiliser le critère d'erreur suivant :

$$t_m = \frac{1}{2} * (\frac{FN}{TP + FN} + \frac{FP}{FP + TN})$$



		Prédiction	
		Normal (+)	Elevé (-)
O b s e r v é	Normal (+)	TP	FN
	Elevé (-)	FP	TN

FIGURE 3 – Matrice de confusion

**Question 8** Pouvez-vous expliquer pourquoi ?

☐A ☐B ☐C ☐D ☐E

.....

.....

.....

.....

On considère un classifieur qui prédit toujours la classe Normal.

**Question 9** Reconstituer la matrice de confusion

☐A ☐B ☐C ☐D ☐E

.....

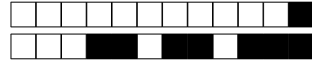
.....

.....

**Question 10** Quel est le taux d'erreur classique,  $t_e$  ?

☐A ☐B ☐C ☐D ☐E

.....



**Question 11** Quel est le taux d'erreur modifié,  $t_m$  ?

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

.....

On considère les deux bases d'apprentissage de la figure 4.

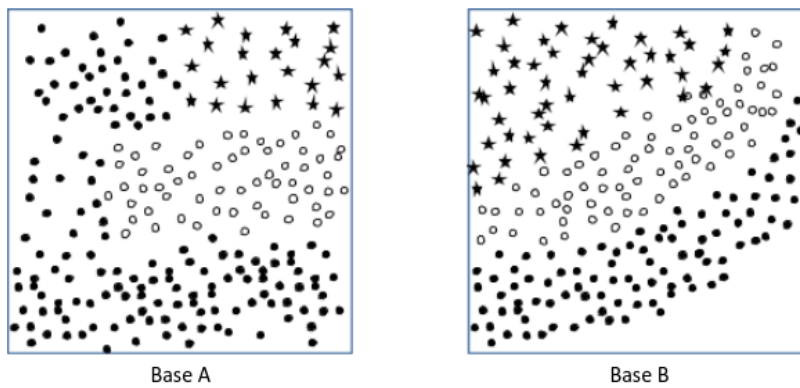


FIGURE 4 – Bases d'apprentissage

**Question 12** Expliquer pourquoi la méthode Naïve Bayes ne peut pas s'appliquer sur la base B. Justifier votre réponse.

☐ A ☐ B ☐ C ☐ D ☐ E

.....

.....

.....

.....

.....



**Question 13** Quel arbre de la figure 5 semble le plus en adéquation avec la base A ? Justifier votre réponse.

☐A ☐B ☐C ☐D ☐E

.....

.....

.....

.....

.....

**Question 14** Si on considère l'arbre B de la figure 5 , pensez-vous qu'il y a sur-apprentissage de la base A ? de la base B ? Justifier votre réponse.

☐A ☐B ☐C ☐D ☐E

.....

.....

.....

.....

.....

On considère le réseau de neurones de la figure 6 permettant de prévoir le sexe (gender=1 pour homme et gender=0 pour femme) en fonction de la taille (height) et du poids (weight).

Les poids sont  $w_1=1$ ,  $w_2=2$ ,  $w_3=5$ ,  $w_4=-1$ ,  $w_5=-1$ ,  $w_6=2$ . On utilise la fonction d'activation logit inverse  $f(x)=1/(1+\exp(-x))$ .

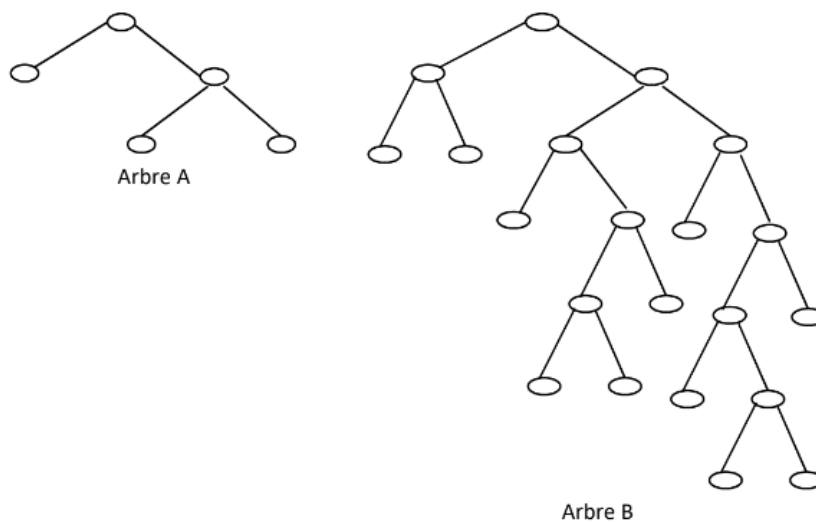


FIGURE 5 – Arbres

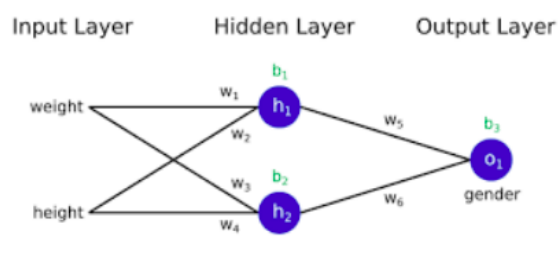


FIGURE 6 – Réseau de neurones

**Question 15** Ecrire les deux neurones de la couche cachée.

☐A ☐B ☐C ☐D ☐E

.....

.....

.....

.....

.....





**Question 16** Ecrire la sortie en fonction des deux neurones de la couche cachée.

☐A ☐B ☐C ☐D ☐E

.....

.....

.....

**Question 17** Que prévoit ce modèle pour une personne de taille 152cm et de poids 55kg ?

☐A ☐B ☐C ☐D ☐E

.....

.....

**Question 18** Afin d'améliorer les résultats, on augmente le nombre de neurones de la couche cachée. Comment peut-on déterminer le nombre de neurones le plus adapté à ce problème ?

☐A ☐B ☐C ☐D ☐E

.....

.....

.....

.....

.....

---

## Optimisation

---

Soit le problème du voyageur de commerce de la figure 7

Appliquer l'algorithme de Little (Branch and bound) pour résoudre ce problème.



●

This image shows a full page of white paper with ten horizontal rows of small black dots, designed for handwriting practice. The rows are evenly spaced and extend across the width of the page. A solid black vertical line runs down the left side of the page, creating a margin. There is no text or other markings on the page.



●

