

**Examen « apprentissage automatique » -Session 1**

4 mai 2018 - Durée 2h - Documents autorisés

**Exercice 1 (10 points)**

X											Y									
y\x	0	1	2	3	4	5	6	7	8		y\x	0	1	2	3	4	5	6	7	8
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-		8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	+	-	-	-	-	-	+	-		7	-	+	-	-	-	-	-	+	-
6	-	-	+	-	-	-	+	-	-		6	-	-	+	-	-	-	+	-	-
5	-	-	-	+	-	+	-	-	-		5	-	-	-	+	-	+	-	-	-
4	-	-	-	-	+	-	-	-	-		4	-	-	-	-	+	-	-	-	-
3	-	-	-	+	-	+	-	-	-		3	-	-	-	-	+	-	-	-	-
2	-	-	+	-	-	-	+	-	-		2	-	-	-	-	+	-	-	-	-
1	-	+	-	-	-	-	-	+	-		1	-	-	-	-	+	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 1

Soit X et Y les deux ensembles d'exemples de la Table 1. X et Y sont utilisés pour un apprentissage avec un réseau de neurones. Les exemples ont 2 attributs réels x et y, et une classe d'appartenance valant + ou -. Chaque colonne correspond à une valeur de x et chaque ligne à une valeur de y.

Pour chacun des 4 cas ci-dessous, donner par ordre d'importance décroissante :

- sur la feuille jointe, le dessin des droites caractéristiques des unités cachées.
- sur la copie, les inéquations des demi-plans caractéristiques.
- sur la copie, le réseau complet avec les poids de toutes les connexions.

Cas X 2 : On traite l'ensemble X avec un réseau de neurones avec deux couches cachées, la première composée de M neurones. M assez grand pour que le réseau fasse 0 erreur. **(1.5 pt)**

Cas Y 2 : On traite l'ensemble Y avec un réseau de neurones avec deux couches cachées, la première composée de M neurones. M assez grand pour que le réseau fasse 0 erreur. **(1.5 pt)**

Cas X 1 : On traite l'ensemble X avec un réseau de neurones avec une couche cachée composée de N neurones. N assez grand pour que le réseau fasse 0 erreur. **(2.5 pts)**

Cas Y 1 : On traite l'ensemble Y avec un réseau de neurones avec une couche cachée composée de N neurones. N assez grand pour que le réseau fasse 0 erreur. **(4.5 pts)**

**Exercice 2 (10 points)**

Soit A l'ensemble total des exemples, et soient B, C, D, E, F les 5 ensembles d'apprentissage de la table 2. Les exemples ont 2 attributs réels x et y, et une classe d'appartenance valant + ou -. Chaque colonne correspond à une valeur de x et chaque ligne à une valeur de y.

A						B						C					
y\x	0	1	2	3	4	y\x	0	1	2	3	4	y\x	0	1	2	3	4
4	+	+	+	+	-	4						4		+		+	
3	+	+	-	-	+	3	+		-		+	3					
2	-	-	-	+	+	2						2		-		+	
1	-	-	+	+	+	1	-		+		+	1					
0	-	+	+	+	+	0						0		+		+	
D						E						F					
y\x	0	1	2	3	4	y\x	0	1	2	3	4	y\x	0	1	2	3	4
4	+		+		-	4		+		+		4	+		+		-
3						3	+		-		+	3		+		-	
2	-		-		+	2		-		+		2	-		-		+
1						1	-		+		+	1		-		+	
0	-		+		+	0		+		+		0	-		+		+

Table 2

Pour chaque ensemble d'apprentissage B, C, D, E, F :

1° Construire un réseau de neurones ayant x et y en entrées, la classe d'appartenance en sortie (1 pour + et 0 pour -) et 2 unités cachées exactement. **(1.5 points)**.

Pour une unité du réseau, on précisera l'inéquation du demi-plan permettant de classer les exemples + et -.

On précisera les poids de chaque connexion et le biais.

Sur la feuille jointe, on dessinera les droites caractéristiques des unités cachées.

2° Tester le réseau sur l'ensemble total A. **(0.5 point)**.