

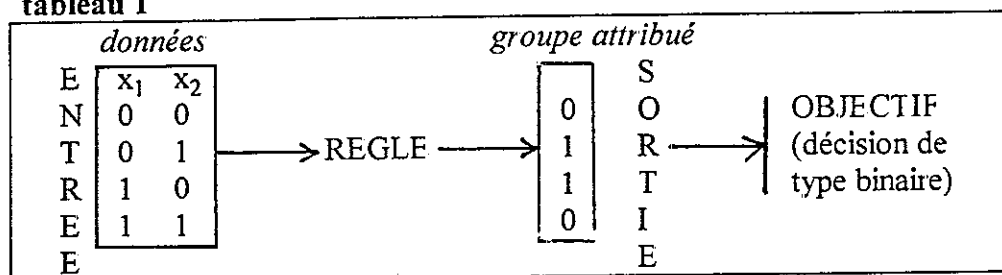
# QU'EST-CE QU'UN RESEAU DE NEURONES?

Laurence Tricot  
 CNAM département de mathématiques  
 292 rue Saint-Martin 75141 PARIS CEDEX03

Voici un petit exemple<sup>1</sup> pédagogique sur la question. Si vous voulez en savoir plus, lisez le compte-rendu de l'école MODULAD dans MODULAD-INFORMATION et procurez-vous le support de cours intitulé STATISTIQUE ET METHODES NEURONALES, ECOLE MODULAD-ASU, 6-8 décembre 1996, diffusé par l'INRIA (voir la page des publications).

Prenons les quatre sommets d'un carré ; et supposons que les points du plan doivent être répartis en deux groupes. Vous voulez construire une règle qui place dans un groupe deux sommets *opposés* du carré et dans l'autre les deux autres sommets. Si l'on représente les sommets dans un repère orthogonal du plan, l'objectif peut s'exprimer ainsi après codage des groupes :

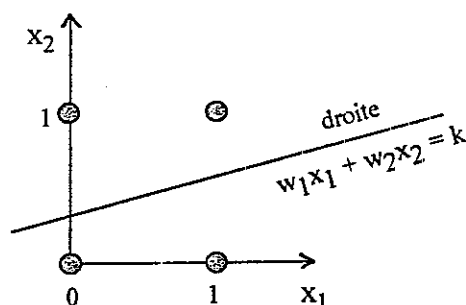
tableau 1



Supposons qu'on se borne aux règles de classement linéaires. L'attribution à un groupe se fera à partir de la comparaison avec un seuil fixé d'une valeur

$$w_1x_1 + w_2x_2$$

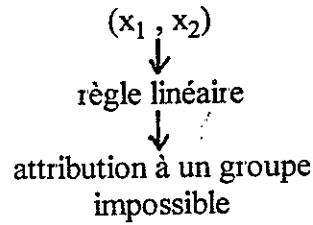
$w_1$  et  $w_2$  étant les paramètres de la fonction de classement.



(figure 1a)

La **figure 1a** montre qu'une telle règle ne permet pas de résoudre le problème car il est impossible qu'une droite sépare les sommets du carré selon l'objectif énoncé dans le **tableau 1**. On a donc le diagramme pour chaque sommet  $(x_1, x_2)$  du carré :

<sup>1</sup> tiré du premier chapitre de :  
 J.A. Freeman, D.M. Skapura ; NEURAL NETWORKS, Algorithms, Applications and Programming Techniques. Addison-Wesley 1991.



En revanche, il est possible de trouver une solution en établissant un "processus de règles", linéaires en l'occurrence. Par exemple :

- au **temps 0** : on considère un couple  $(x_1, x_2)$ ,
- au **temps 1** : on utilise deux règles linéaires en parallèle qui vont chacune donner lieu à une décision de type binaire ; on peut noter ces deux décisions  $y_1$  et  $y_2$  (chacun des  $y$  prend la valeur 0 ou 1);
- au **temps 2** : on prend les deux décisions obtenues au temps 1 et on leur applique une règle linéaire qui permettra dans ce cas de réaliser l'objectif.

Au temps 1, les deux règles linéaires parallèles seront par exemple :

si  $x_1 + x_2 < 0.4$     décision  $y_1 = 0$   
si  $x_1 + x_2 \geq 0.4$     décision  $y_1 = 1$

et

si  $x_1 + x_2 < 1.2$     décision  $y_2 = 0$   
si  $x_1 + x_2 \geq 1.2$     décision  $y_2 = 1$

(figure 1b)

Au temps 2, on établira une règle linéaire sur  $y_1$  et  $y_2$  :

si  $0.6y_1 - 0.2y_2 < 0.5$     décision "groupe 0"  
si  $0.6y_1 - 0.2y_2 \geq 0.5$     décision "groupe 1"

figure 1b

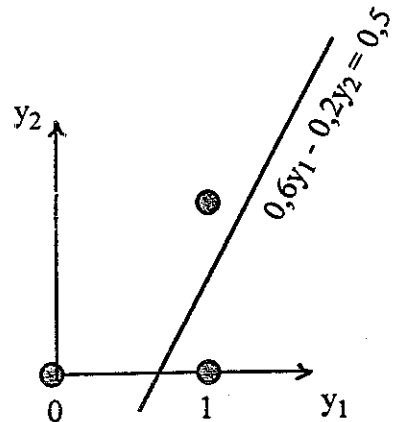
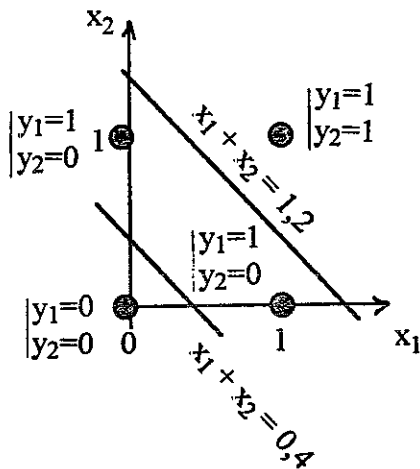


figure 1c

Le **tableau 2** donne les résultats des différentes phases :

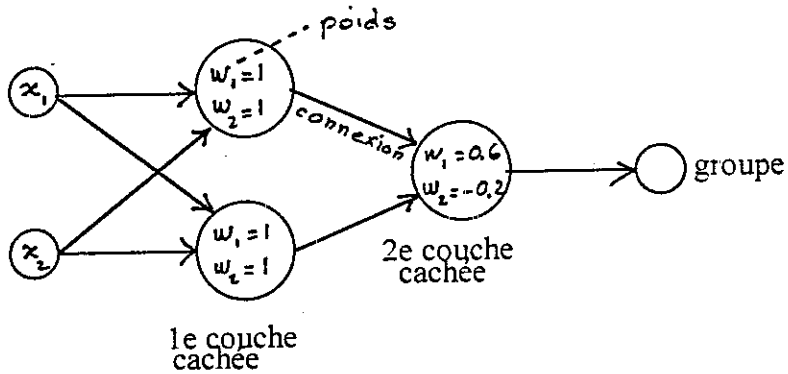
**tableau 2**

données			temps1		temps 2	
	$x_1$ $x_2$		$y_1$ $y_2$		groupe attribué	
E	0 0	2 règles en parallèle	0 0	1 règle	0	S
N	0 1		1 0		1	O
T	1 0		1 0		1	R
R	1 1		1 1		1	T
E					0	I
E						E

On peut voir que le temps 1 a permis de passer au problème du classement de trois points en deux groupes, ce qui est toujours possible (**figure 1c**).

Sans le savoir, nous avons utilisé un réseau de neurones, et même un **PERCEPTRON MULTI-COUCHE**...

**figure 2**



Remarque : il y a autant de couches cachées dans le réseau que de "temps" dans le processus.