

Classification

Laurent Bougrain
Université de Lorraine

Introduction

Les méthodes compétitives permettent de faire :

- **de la classification ;**
- **de la quantification vectorielle ;**
- **de la compression de données ;**
- **de visualiser des données de dimension élevée.**

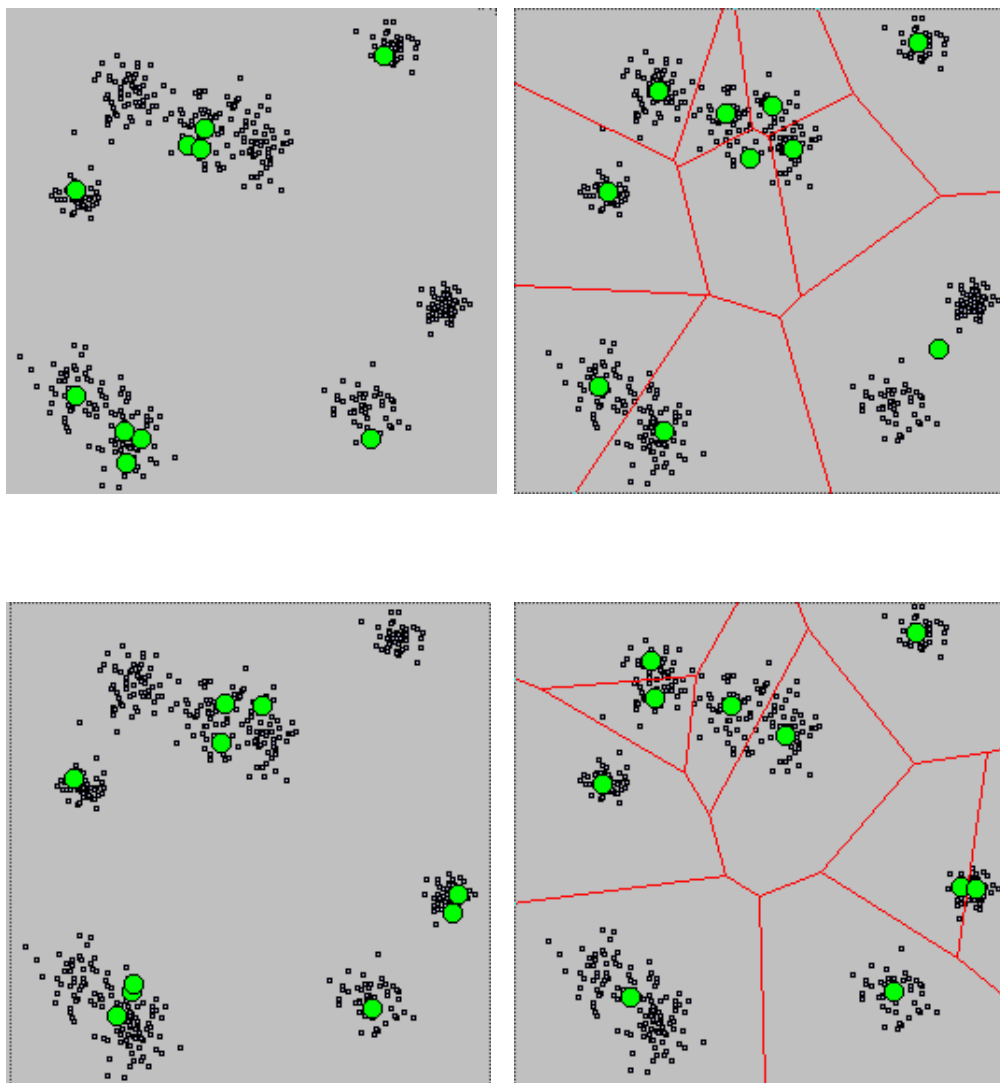
Il n'y a pas de variables à prédire.

On souhaite observer les similitudes entre les individus pour pouvoir dégager des tendances, des comportements types.

Les méthodes les plus utilisées sont :

- Les k-moyennes ou k-means
- La classification hiérarchique ascendante (Nombre de groupes non prédéfini)
- Les cartes auto-organisatrices de Kohonen (conservation la relation topologique des variables descriptives)

K-means



Algorithme 2 Algorithme des *k-means*

Données: Le nombre d'individus n_j pour chaque classe j
 Une partition $P = (P_1, \dots, P_K)$

Résultats: Une autre partition

1. Initialisation

pour tout j de 1 à K **faire**

 Calculer le centre de gravité $\mathbf{g}_j$ de la classe

fin pour

2. Etape itérative

$test \leftarrow 0$

pour tout i de 1 à N **faire**

 Déterminer la classe de e_i , notée s

 Déterminer c tel que $c = \arg \min_{j=1, \dots, K} d^2(\mathbf{x}_i, \mathbf{g}_j)$

si $s \neq c$ **alors**

$test \leftarrow 1$

$\mathbf{g}_c \leftarrow \frac{n_c \mathbf{g}_c + \mathbf{x}_i}{n_c + 1}$

$\mathbf{g}_s \leftarrow \frac{n_s \mathbf{g}_s - \mathbf{x}_i}{n_s - 1}$

$P_c \leftarrow P_c \cup \{e_i\}$

$P_s \leftarrow P_s - \{e_i\}$

$n_c \leftarrow n_c + 1$

$n_s \leftarrow n_s - 1$

fin si

fin pour

3. Test de continuation

si $test = 1$ **alors**

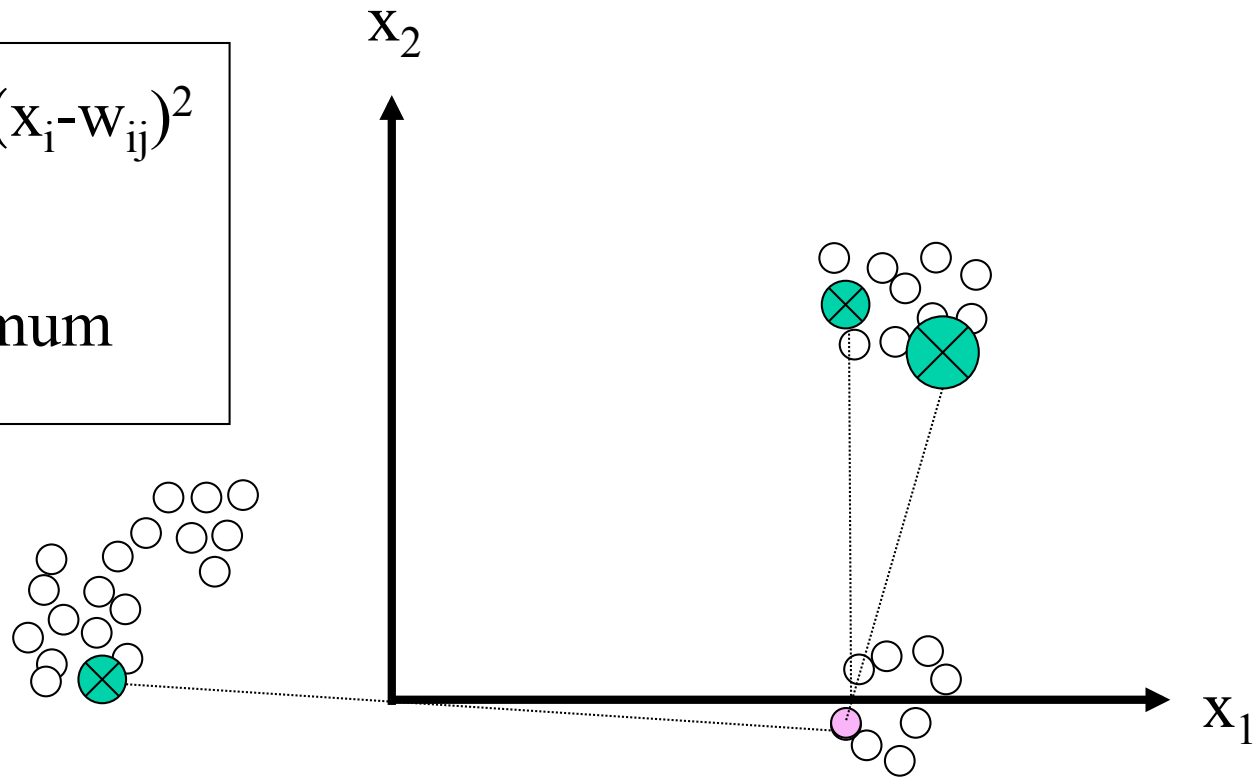
 Aller en 2

fin si

Apprentissage compétitif : illustration

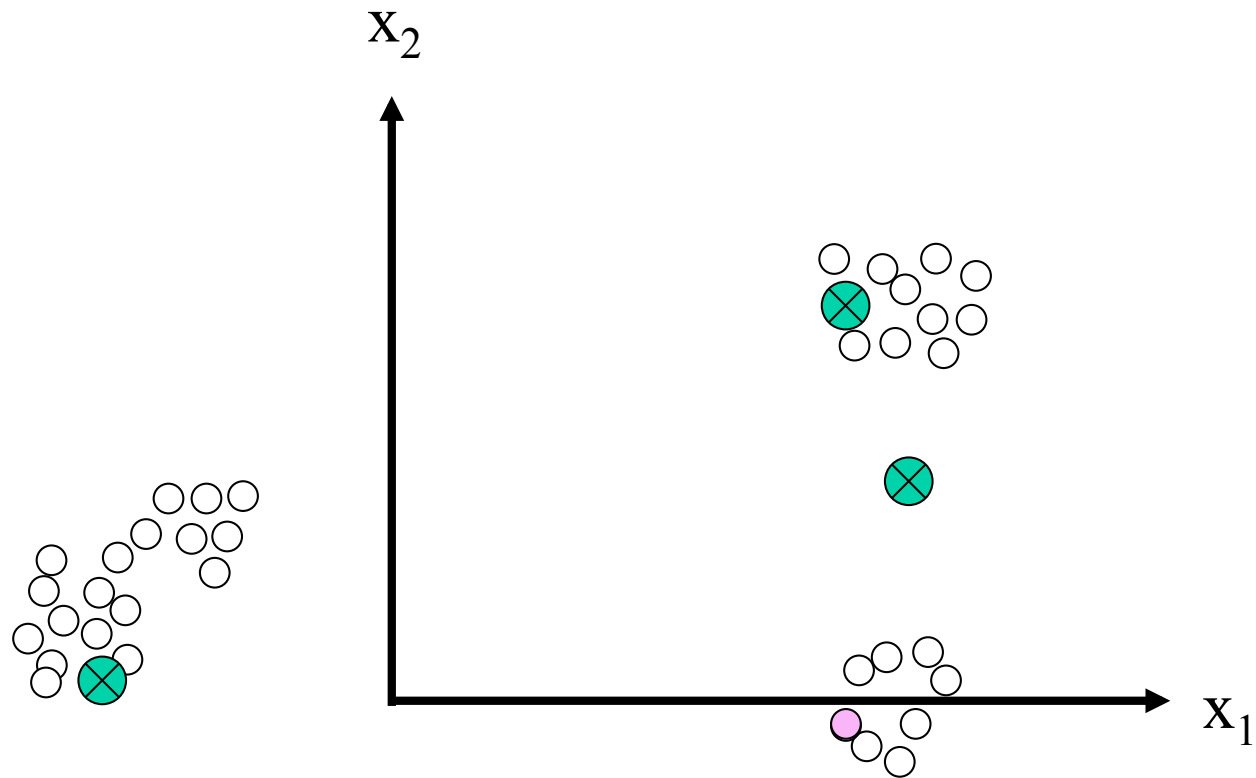
$$E_j = \sum_i (x_i - w_{ij})^2$$

$y_j = 1$ si
 E_j minimum



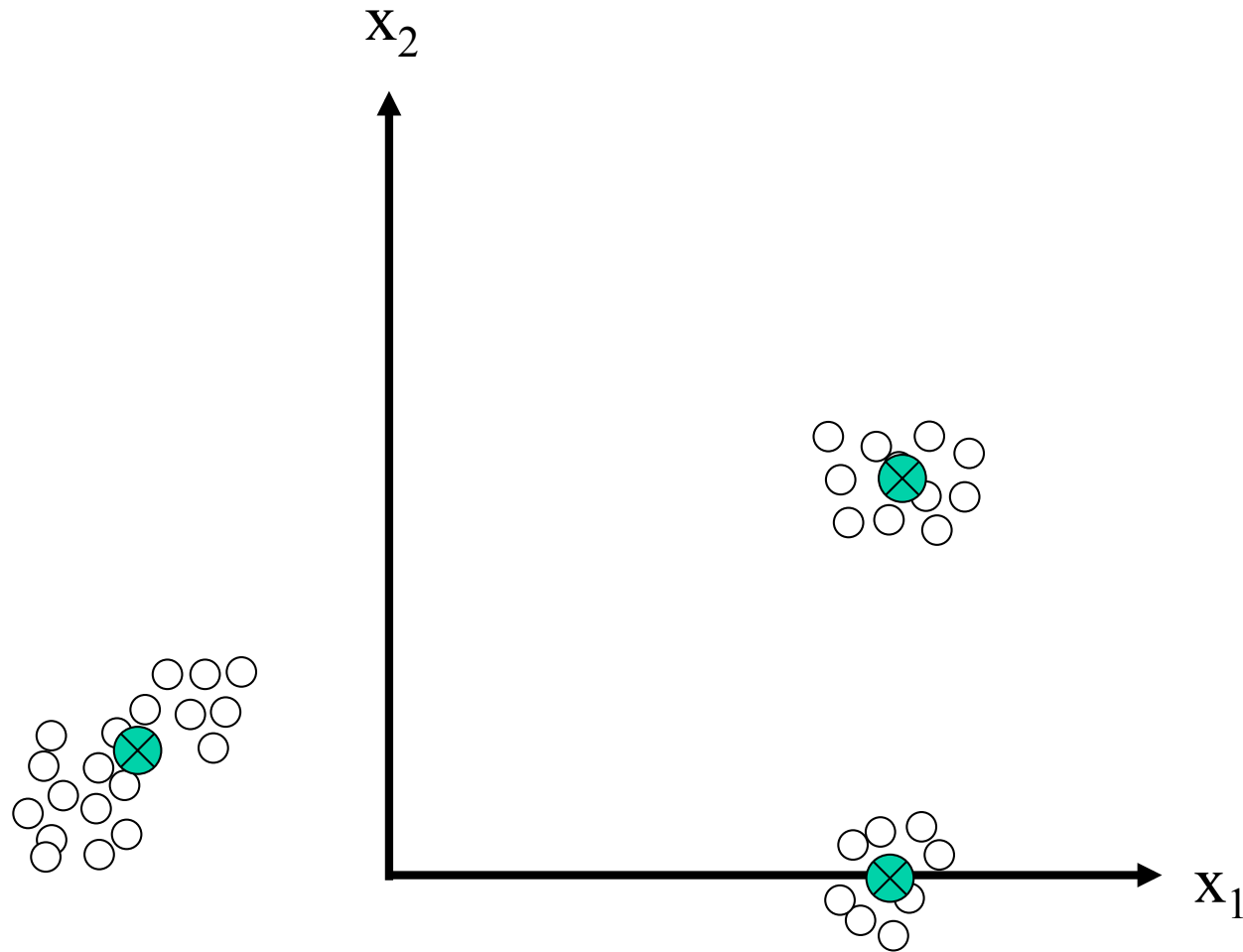
$$\Delta W_j = \alpha \cdot (x - W_j)$$

Apprentissage compétitif : illustration

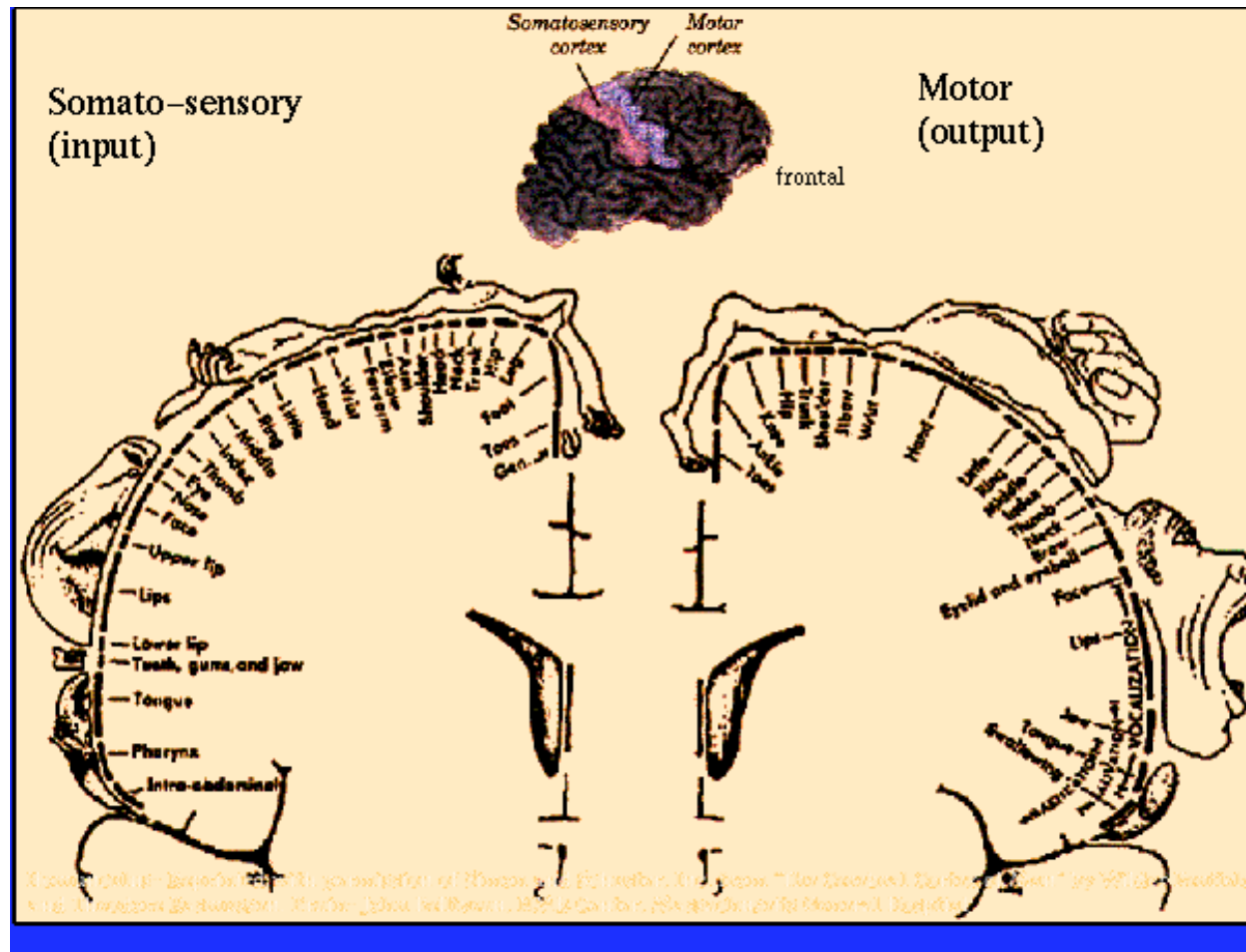


$$\Delta \mathbf{W}_j = \alpha \cdot (\mathbf{x} - \mathbf{W}_j)$$

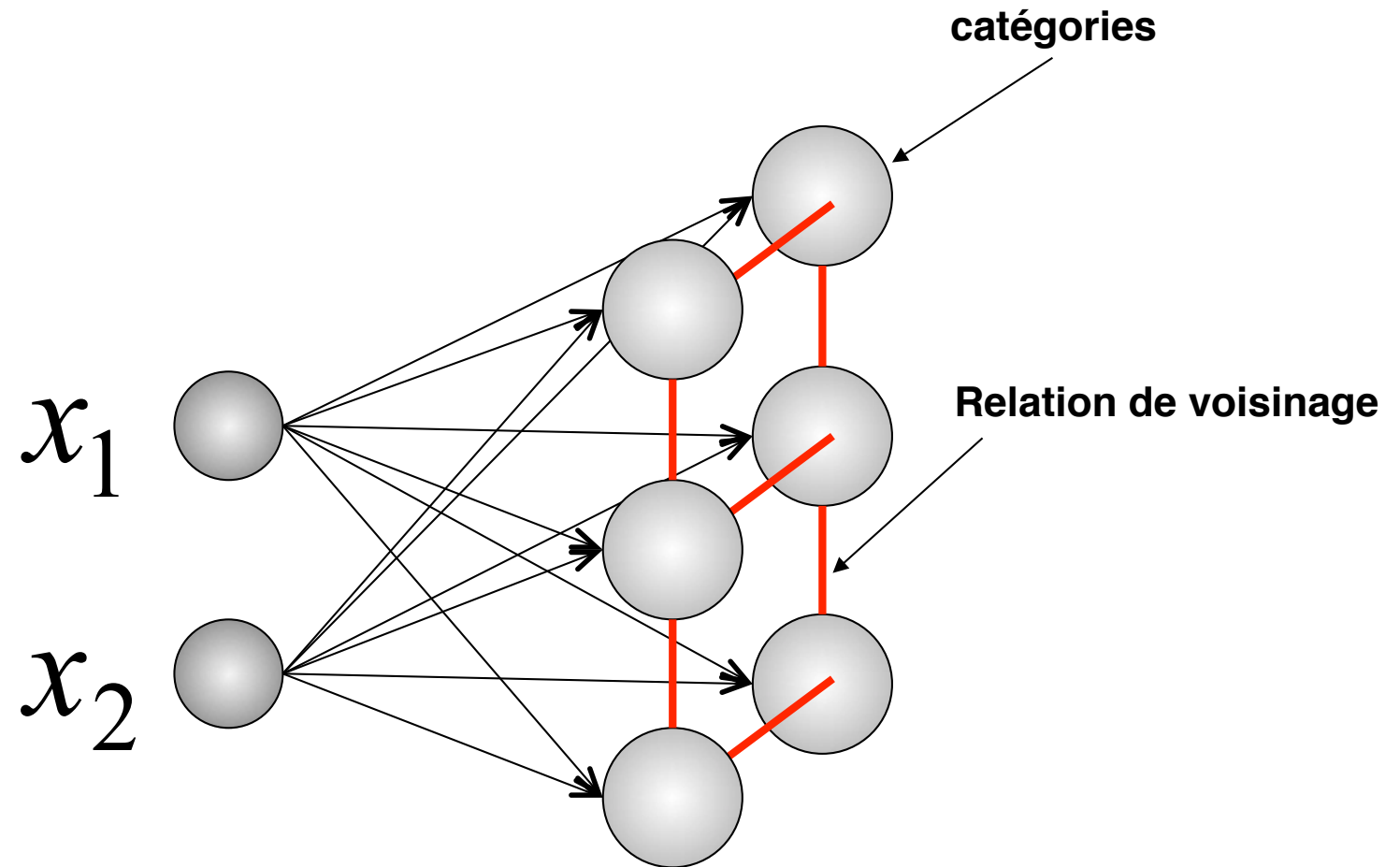
Apprentissage compétitif : principe



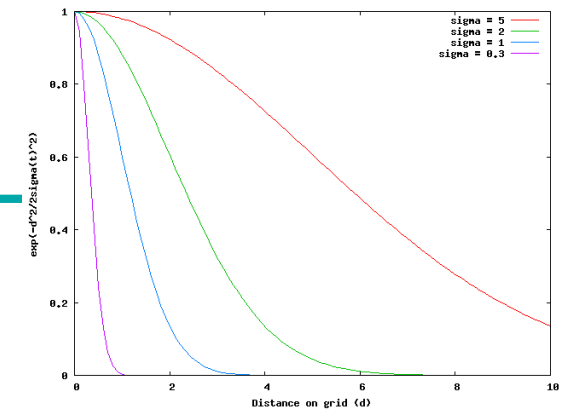
Homonculus



Apprentissage non supervisé : auto-organisation



Carte auto-organisatrice : principe



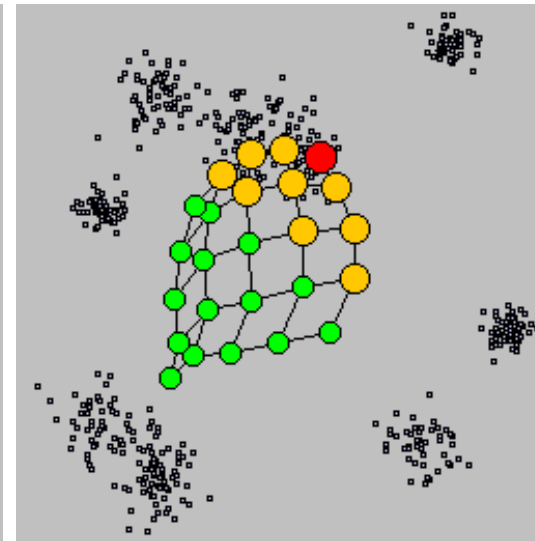
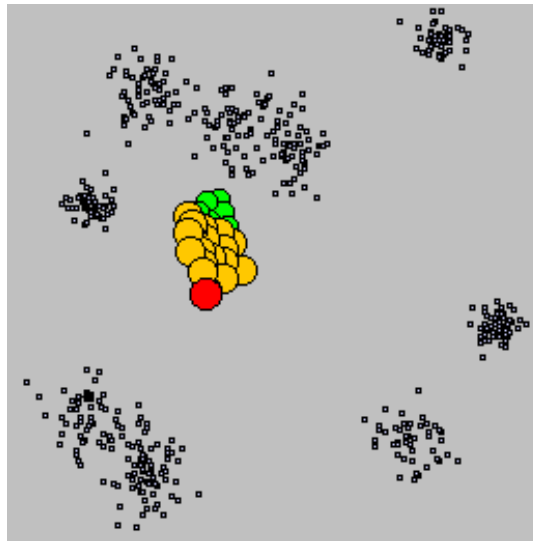
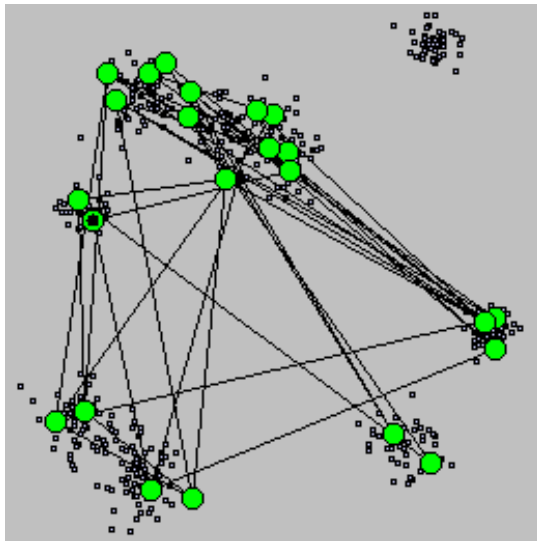
1. Choisir un nombre N de classes
2. Choisir la topologie des relations entre les classes
3. Initialiser chaque prototype w_j (pour tout $j \in [1, N]$) à un vecteur d'entrée x choisi aléatoirement.
4. Initialiser le paramètre temporel t : $t = 0$
5. Choisir aléatoirement un vecteur d'entrée x
6. Déterminer le prototype w_c le plus proche de x : $\forall_j \in [1, N] \quad \|w_c - x\| \leq \|w_j - x\|$
7. Modifier les poids des prototypes w_j en fonction de leur distance à w_c sur le grille $d(j, c)$:

$$\Delta w_j(t) = \alpha(t) e^{-\frac{d^2(j, c)}{2\sigma^2(t)}} (x(t) - w_j(t))$$

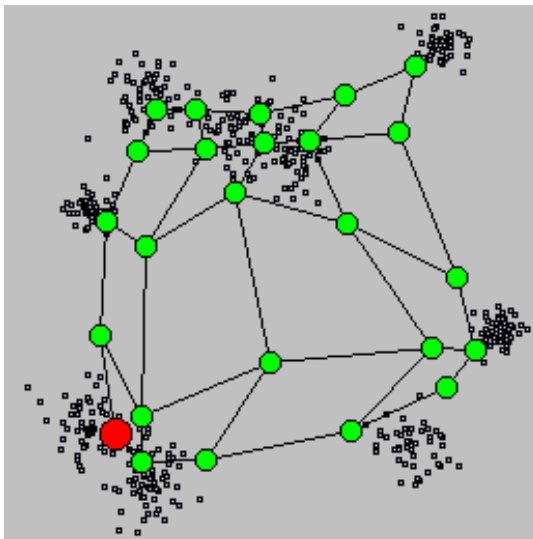
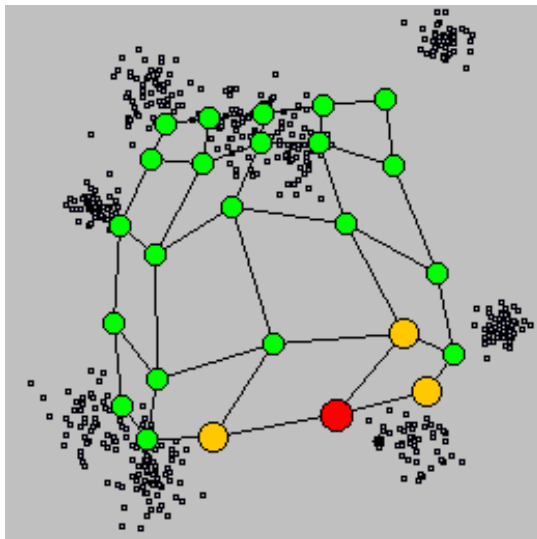
où le coefficient d'apprentissage $\alpha(t)$ et la fonction de voisinage $\sigma(t)$ sont des fonctions f décroissantes et monotones du temps avec $0 < f(t) < 1$.

8. Incrémenter t : $t = t + 1$
9. Retourner à l'étape 5, si le critère d'arrêt n'est pas validé

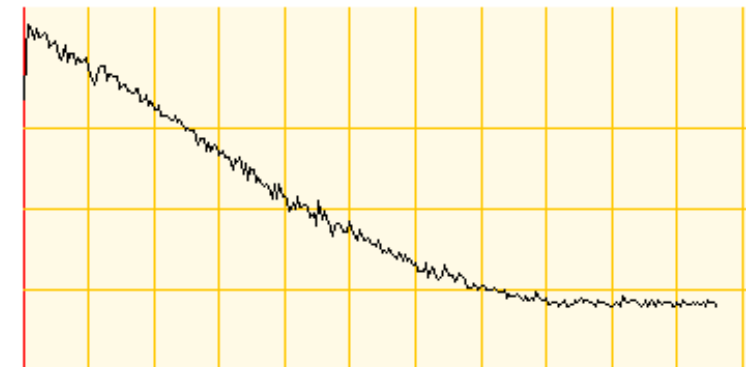
Cartes auto-organisatrices [Kohonen]



.....

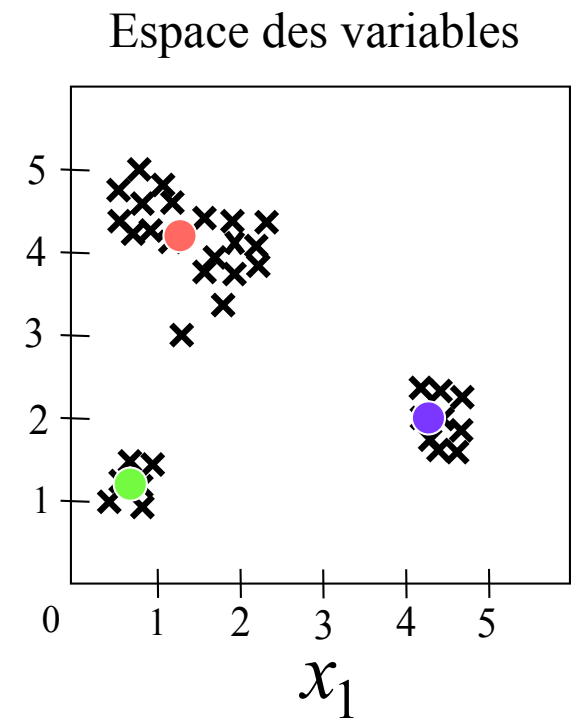
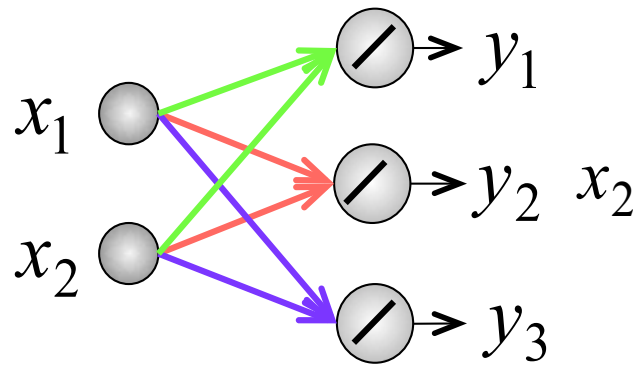
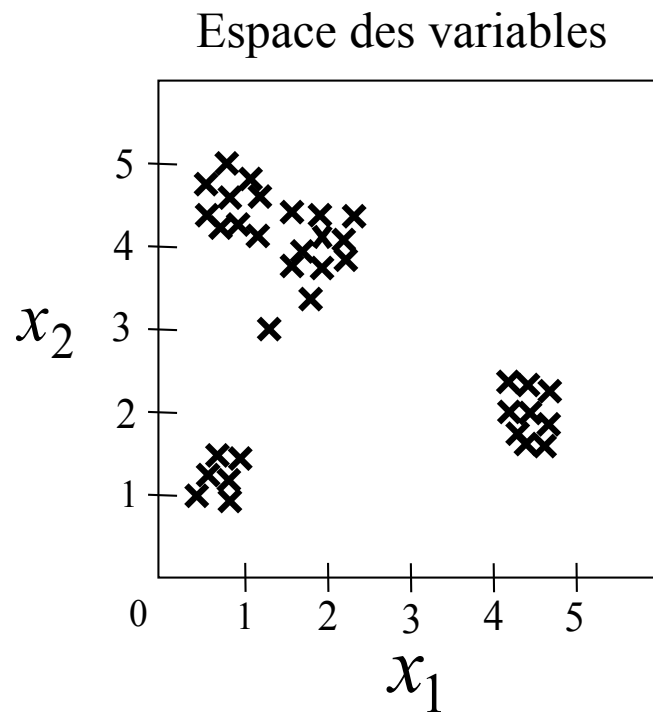


Error Graph



Apprentissage non supervisé

Quantification vectorielle



Etude des couleurs contenues dans une image

Soit une image constituée de 600x800 pixels décrits dans le système RGB.
L' image est un échantillon de 480000 individus décrits par 3 variables (R,G,B).



Prototypes des groupes obtenus par :

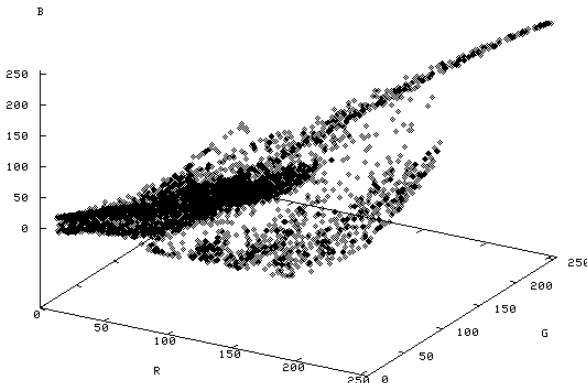
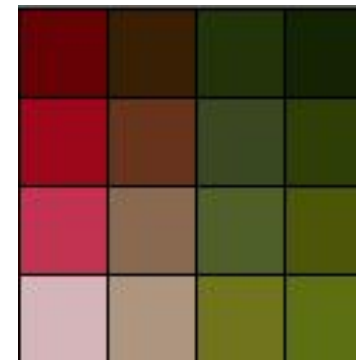
K-means



carte de Kohonen unidimensionnelle

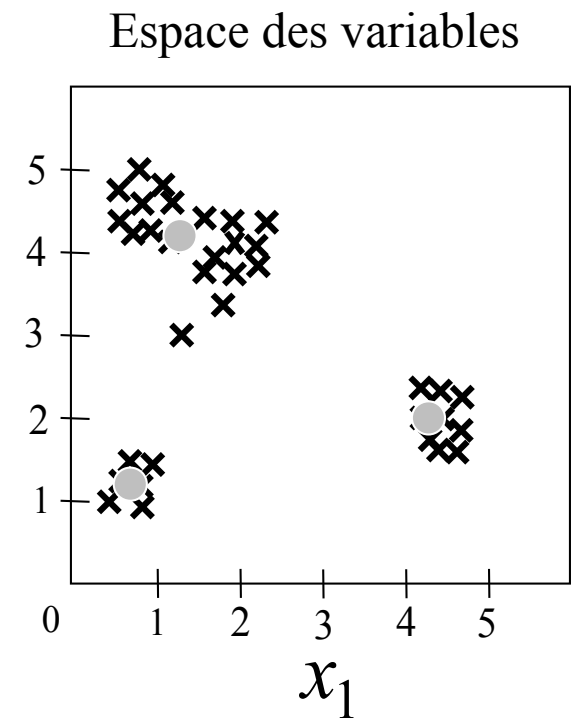
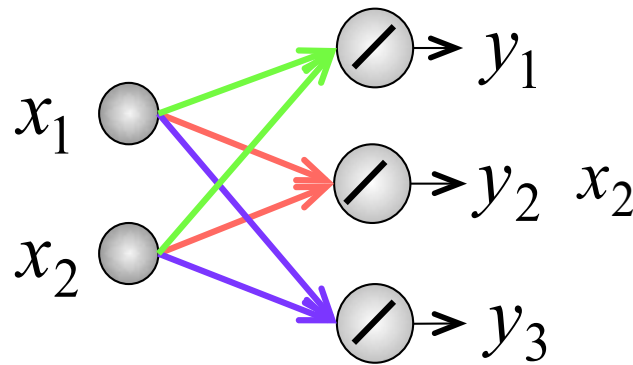
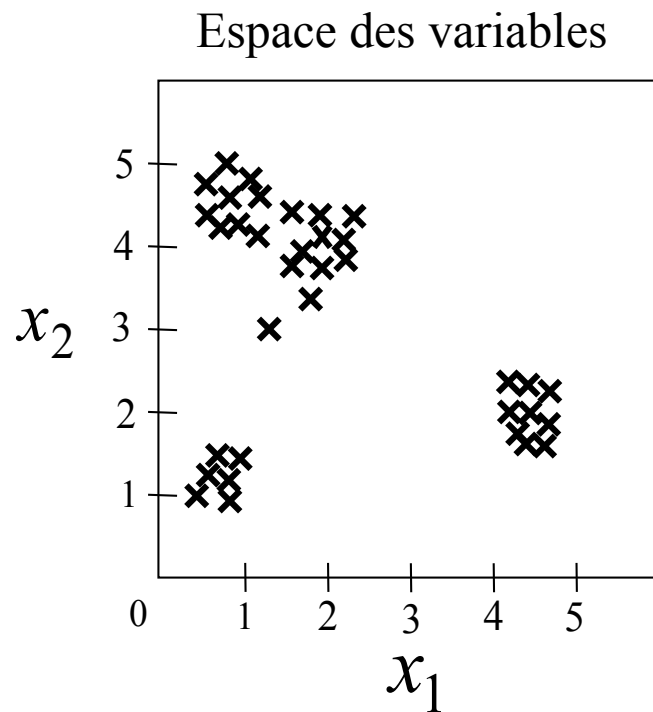


carte de Kohonen bidimensionnelle



Apprentissage non supervisé

Compression de données



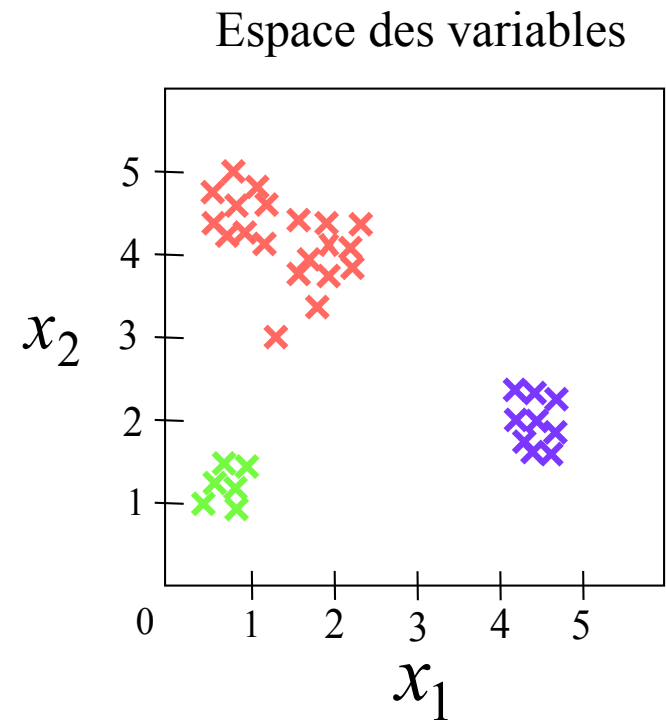
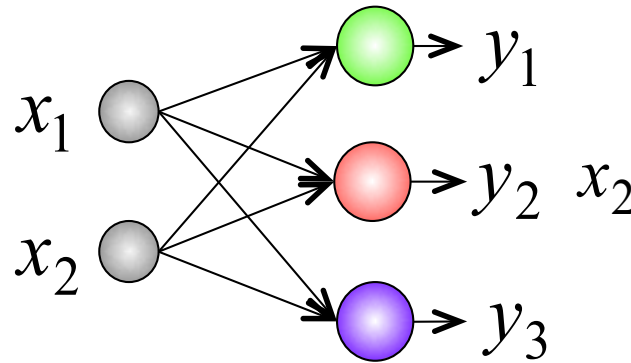
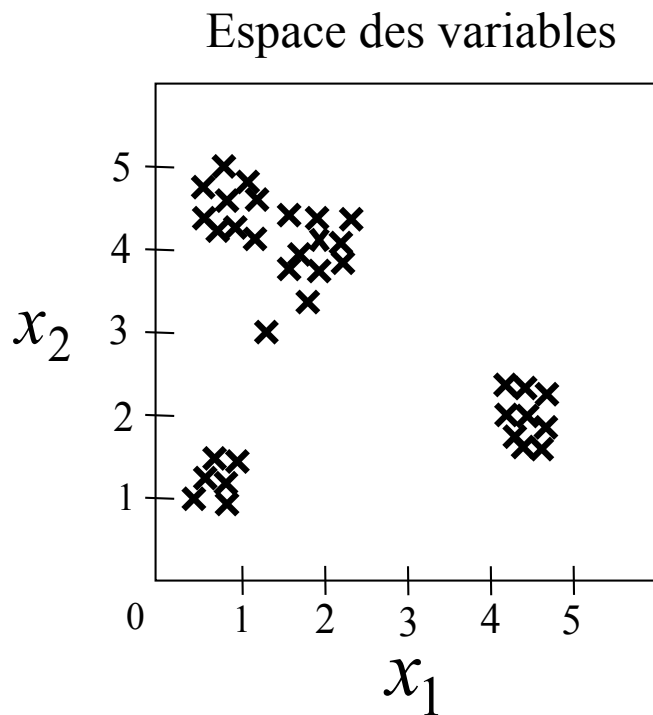
Etude des couleurs contenues dans une image

Soit une image constituée de 600x800 pixels décrits dans le système RGB.
L' image est un échantillon de 480000 individus décrits par 3 variables (R,G,B).
On souhaite regrouper les individus dans 16 groupes dont les prototypes de chaque groupe sont déterminés par une carte de Kohonen bidimensionnelle 4x4
Chaque individu est remplacé par le prototype qui lui est le plus proche.



Apprentissage non supervisé

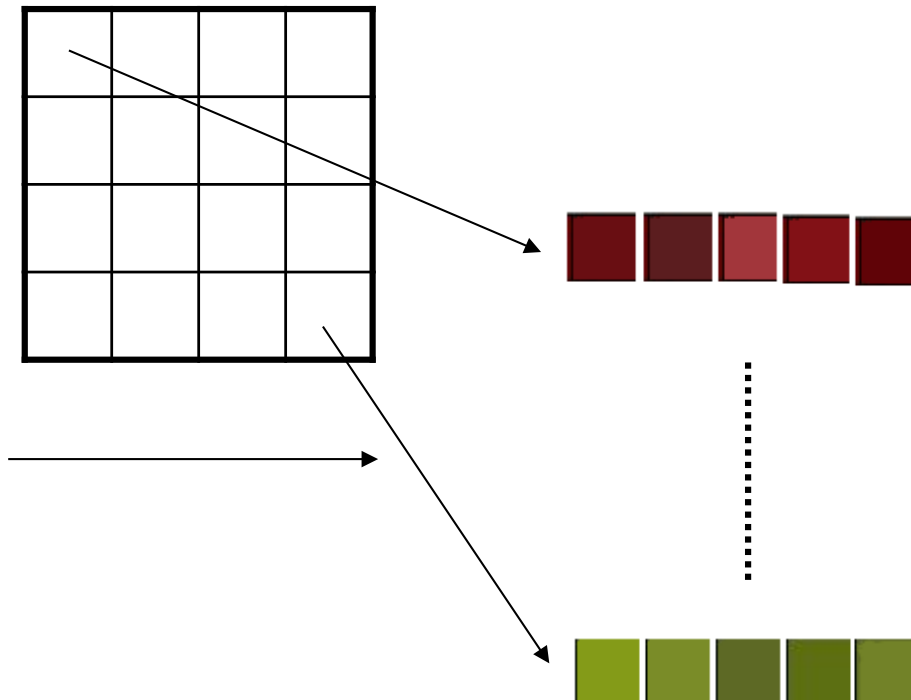
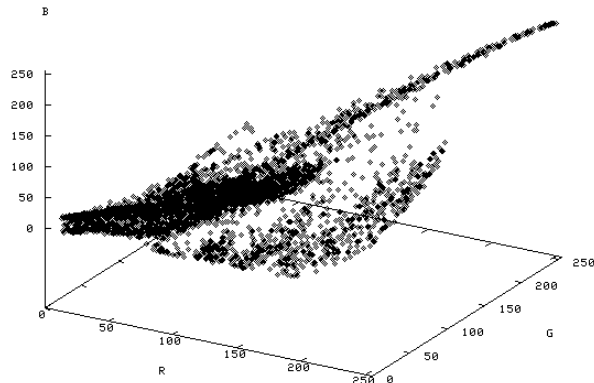
Catégorisation



Regroupement d'individus proches

On souhaite regrouper les individus dans 16 groupes à l'aide d'une carte de Kohonen bidimensionnelle 4x4.

Chaque groupe contient un ensemble d'individus proches dont le nombre peut varier d'un groupe à l'autre.



Conclusion

Les réseaux de neurones artificiels sont des systèmes de traitement de l'information adaptatifs, parallèles et robuste inspirés du fonctionnement du cerveau.

Ils permettent :

- **d'apprendre des associations entre les entrées et les sorties du système pour faire de la prédiction (régression ou discrimination)**
- **d'extraire de l'information (catégorisation, sélection de variables, ...)**
- **de mémoriser des formes et de les rappeler lorsqu'on n'en possède qu'une partie**

Le perceptron multicouches est un approximateur universel de fonctions.

L'algorithme d'apprentissage supervisé qui lui est généralement associé est celui de la rétropropagation du gradient.

Les réseaux compétitifs permettent de faire de la catégorisation, de l'extraction de connaissances, de la compression de données, de la quantification vectorielle...