

*Master TRIED,*

*TPC01 : Rapport*

*Sujet :*

*Cartes topologiques : Données  
simulées et reconnaissance de  
chiffres manuscrits*

*Réalisé par :*

*Exemple de Rapport*

*Année universitaire : ----/----*

## Résumé de l'énoncé :

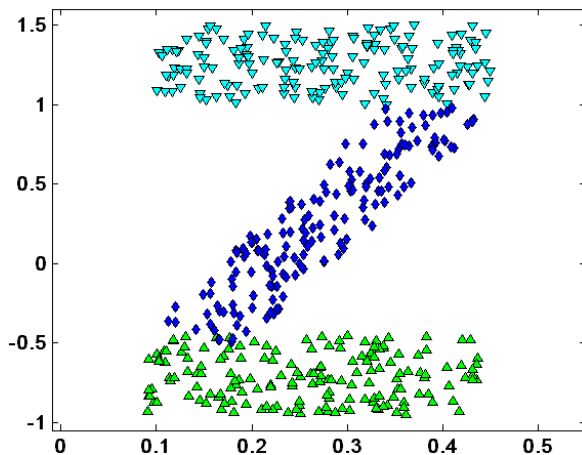
### Objectifs :

**Partie 1 :** (Première prise en main de la som\_toolbox) ; Travail sur le choix des dimensions 1D et 2D d'une carte topologique à partir de données simulées en forme de lettre (Z et F). Classification des neurones de la carte par labellisation.

**Partie 2 :** Utilisation d'une carte topologique pour la classification de chiffres manuscrits, étude de la généralisation sur un ensemble de test. Comparaison des résultats selon différents codages et différentes répartitions des données entre ensemble d'apprentissage et de test.

### Données :

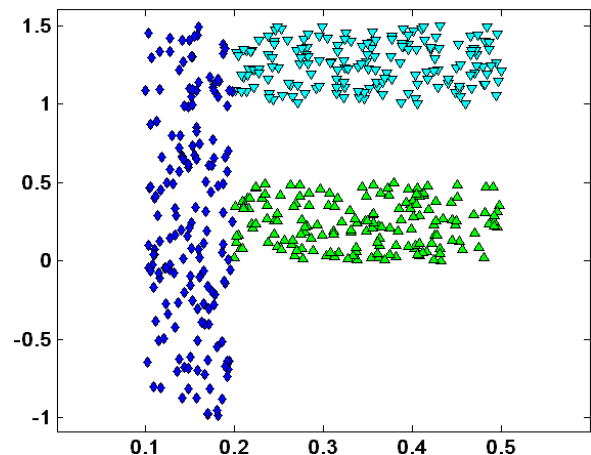
•) Les données utilisées dans la 1<sup>ère</sup> partie sont des données simulées qui sont générées par programme et qui représente la lettre Z ou F. Ces données sont labellisées en 3 classes comme on le montre ci-après :



Les 3 classes sont représentées par des points de formes différentes qui sont placées sur chacune des barres qui forment la lettre :

pour le Z

- classe « top » : triangles dirigés vers le bas,
- classe « bottom » : triangles dirigés vers le haut
- classe « diag » : losanges



pour le F

- classe « top » : triangles dirigés vers le bas,
- classe « middle » : triangles dirigés vers le haut
- classe « left » : losanges

---

Pour la réalisation de ce TP, nous avons utilisé la librairie Matlab « SOM Toolbox version 2.0beta » développé par T.Kohonen et son équipe.

## 1<sup>ère</sup> Partie: Données simulées en forme de lettre Z et F

Nous sommes en présence de données simulées avec lesquelles nous avons tenté différentes expériences d'apprentissage de cartes topologiques en une puis deux dimensions. Nous rendons compte ci-après de la solution que nous avons retenue dans chacun des cas.

Pour tous les résultats que nous présentons, nous avons gardé les paramètres par défauts pour la carte topologique, à savoir : une forme rectangulaire, une connectivité hexagonale et un voisinage gaussien. Par ailleurs nous avons pratiqué un apprentissage de la carte en 2 étapes avec les paramètres suivants :

	nombre d'itérations	Température initiale	Température finale
1 <sup>ère</sup> étape	20	5	1.25
2 <sup>ème</sup> étape	50	1.25	0.10

Nous avons par ailleurs respecté une contrainte supplémentaire qui consistait à ne pas utiliser plus de 50 neurones par cartes.

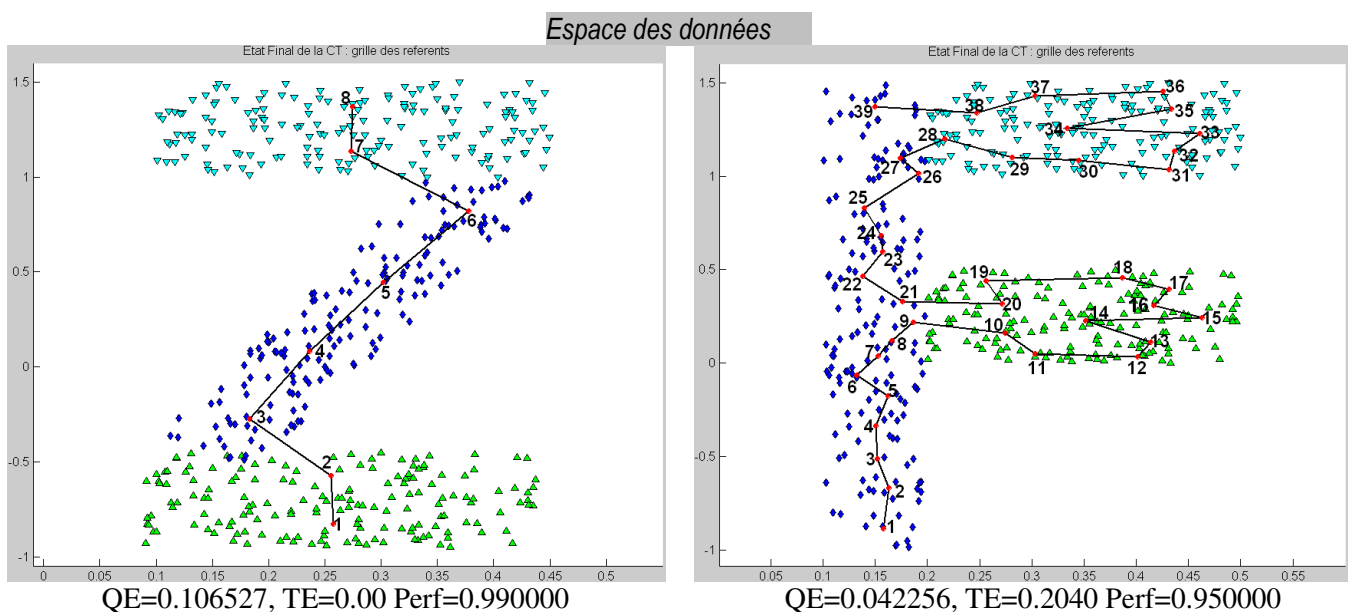
Nous noterons :

- QE : l'erreur de quantification (distance moyenne des données à leurs référents)
- TE : l'erreur de topographique (proportion des données dont les 2 référents les plus proches ne sont pas adjacents sur la carte)
- Perf : la performance qui exprime le pourcentage des données correctement classées par leur référent dont la classe a été déterminée par vote majoritaire.

### 1°) Cas des cartes topologiques 1D

Pour la carte **1D**, la meilleure performance a été obtenue avec **8** neurones pour la lettre **Z**, et **39** neurones pour la lettre **F**.

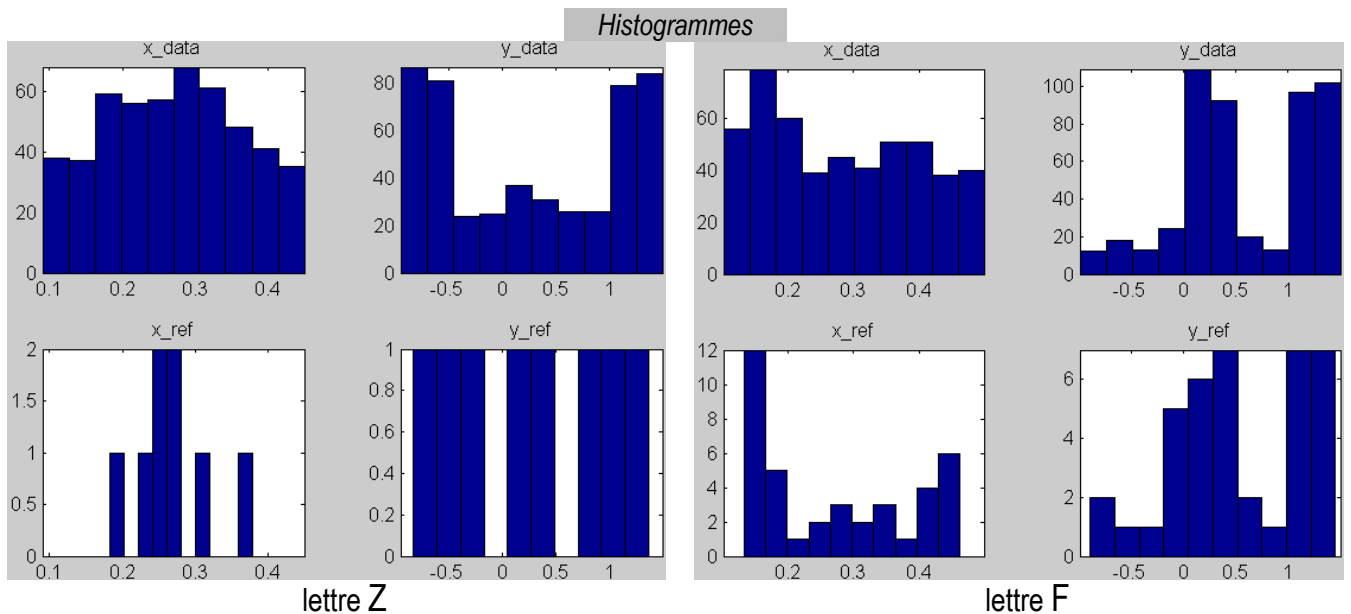
Les 2 premières figures ci-dessous montrent la projection des référents de la carte dans l'espace des données. Ils sont représentés par des points (rouge) et reliés par un trait (noir) qui correspond au lien de connectivité.



Si l'on compare les 2 jeux de données, on voit qu'avec 8 neurones seulement pour la lettre Z on obtient une performance de 99%, alors qu'il en faut presque 5 fois plus avec la lettre F pour atteindre 95%. Cela met en évidence que la forme de la lettre Z qui peut se ramener à une seule dimension (i.e. qui peut être dessinée d'un seul trait) est de forme plus simple que le F. Ceci permet de comprendre l'erreur topographique nulle pour le Z.

La différence des 2 erreurs de quantification (QE) se comprend puisque, les référents étant moins nombreux, on constate visiblement qu'il y aura une distance moyenne des référents à leurs données plus grandes pour Z que pour F.

Les 2 figures d'histogramme suivantes permettent de comparer la forme des répartitions des données (première ligne) et des référents (deuxième ligne) sur les axes x et y.



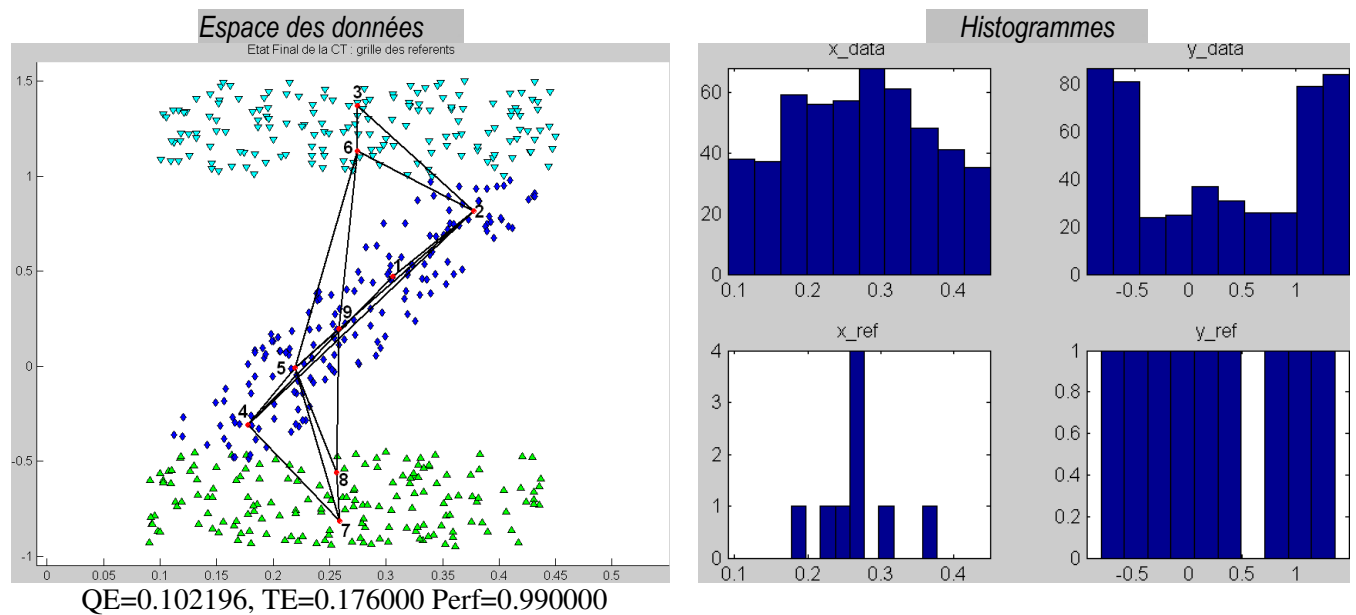
Elles font ressortir que, contrairement à ce qu'il est souhaitable, les formes des distributions des référents ne sont pas toujours en accord celles des données. Cela est d'ailleurs davantage visible pour l'axe des x que pour celui des y. On remarque aussi que la différence entre les 2 distributions est beaucoup plus marquée pour le Z que pour le F dont la distribution sur l'axe des y en particulier est plus cohérente entre les données et les référents. Donc, malgré la performance avantageuse du Z, la quantification vectorielle réalisée sur le F semble malgré tout plus satisfaisante.

## 2°) Cas des cartes topologiques 2D

On regarde maintenant ce qu'apporte le passage à une carte 2D.

### 2.1°) Lettre Z

Pour la lettre Z, Il suffit d'une carte **3x3** pour obtenir la meilleure performance en classification de 99% (que l'on avait déjà avec la carte 1D). En fait, pour cette lettre, l'utilisation d'une carte 2D ne change pas fondamentalement ce que l'on avait constaté avec une carte 1D.



Sur les histogrammes, on voit en particulier que les formes des distributions des référents sont encore éloignées de celles des données. Cela n'est pas étonnant puisque les tailles des échantillons des données et des référents (500 contre 9) restent disproportionnées. Remarquons que cette fois, l'erreur topographique n'est plus nulle, ce qui se comprend car avec une carte 2D, l'ordre de la carte est moins en adéquation avec celui des données.

#### ●) Matrice de confusion :

Avec la matrice de confusion ci-dessous, nous pouvons préciser par classe la performance obtenue.

		classes estimées			Tot.	°/.
		top	bottom	diag		
vraies classes	top	167.00	0.00	0.00	167.00	100.00
	bottom	0.00	165.00	1.00	166.00	99.40
	diag	0.00	4.00	163.00	167.00	97.60
	Tot.	167.00	169.00	164.00	500.00	0.00
°/.		100.00	97.63	99.39	0.00	99.00

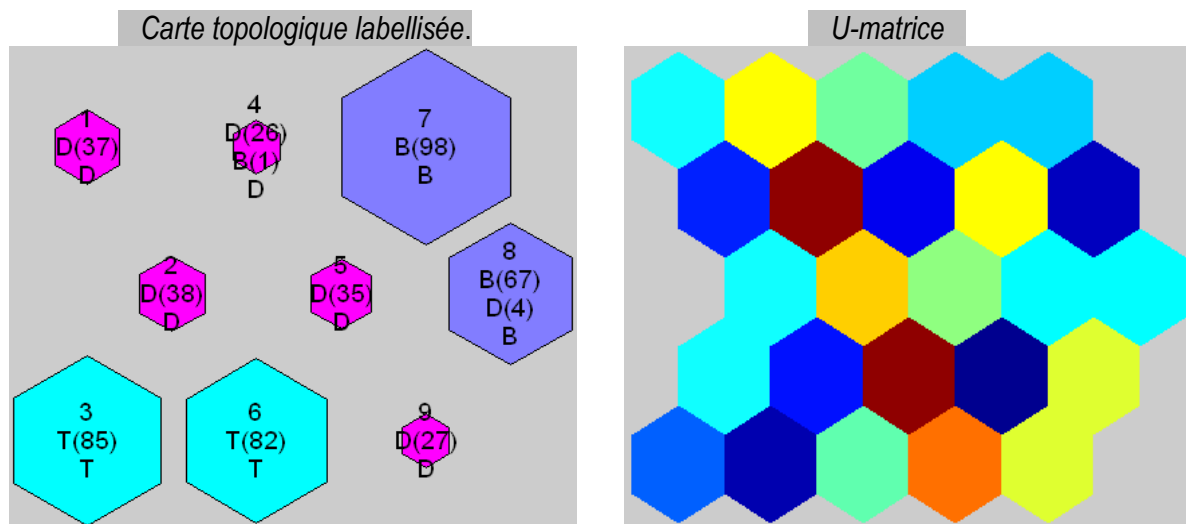
Dans cette matrice, les classes « top », «bottom » et « diag » correspondent respectivement aux points de la barre du haut (triangles dirigés vers le bas), de la barre inférieure (triangles dirigés vers le haut) et de la diagonale (losanges) qui forment la lettre.

On voit qu'il y a 5 points en erreur pour lesquels la classe « diag » est toujours impliquée. Cela n'est pas étonnant puisque c'est la seule classe qui a des frontières communes avec les autres. 4 points sont affectés à la classe « bottom » alors qu'ils appartiennent en vrai à la classe « diag » et inversement, 1

point est classé en « diag » alors qu'il relève de la classe « bottom ». Dans le même ordre d'idée, il est heureux de constater qu'il n'y a aucune confusion entre les classes « top » et « bottom » qui n'ont pas de frontière ni commune, ni même proche. Il n'y a également pas de confusion pour la classe « top » dont on constate de fait que pour ce jeu de données la frontière avec « diag » semble un peu moins imbriquée que celle entre « diag » et « bottom ».

#### •) Classification sur la carte topologique et U-matrice

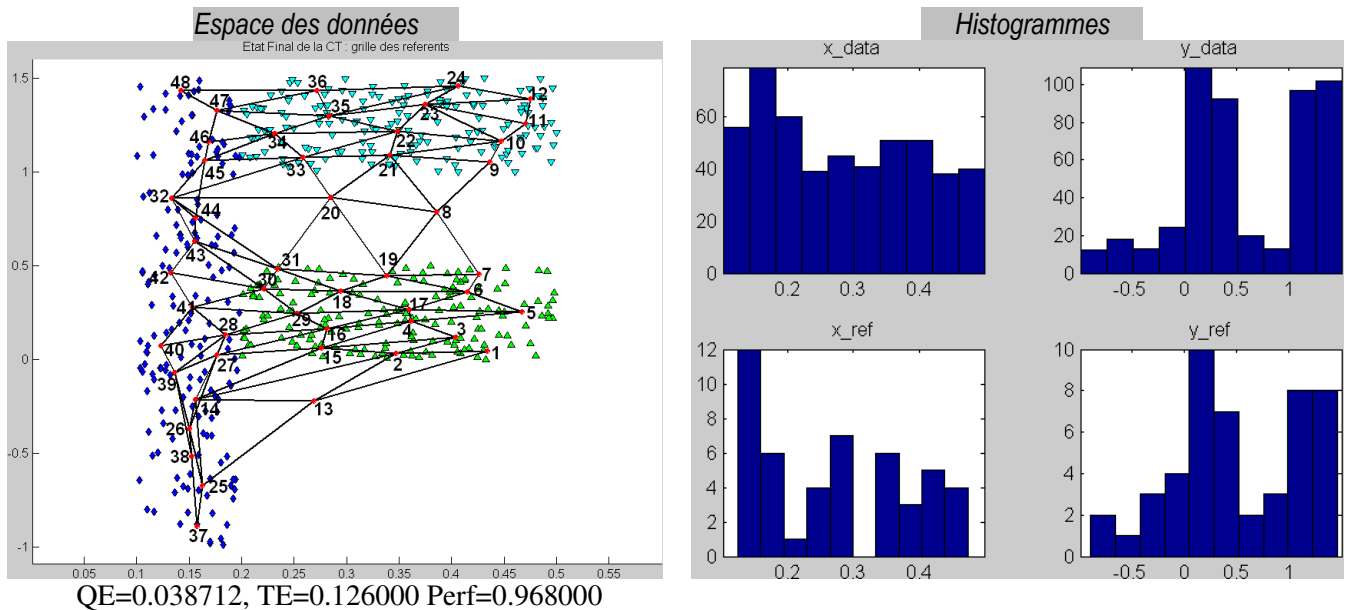
Sur la figure de gauche ci-dessous, nous avons produit la carte topologique dont la taille des neurones est proportionnelle au nombre de points qu'ils ont captés. Sur chaque neurone, nous avons d'abord indiqué son numéro, puis le nombre de points de chaque classe que l'on a noté T pour « top », B pour «bottom » et D pour« diag ». Ainsi par exemple, D(26) indique que 26 des données de la classe « diag » sont associé au neurone. Enfin, la lettre qui apparait sous ce décompte correspond à la classe du neurone selon un vote majoritaire. Incidemment, on retrouve sur la carte, les éléments mal classés qui ressortaient déjà dans la matrice de confusion : pour les neurones « diag », le neurone 4 capte un point de la classe « bottom », pour les neurones « bottom », le neurone 8 capte 4 points de la classe « diag ».



On remarque que l'orientation de la carte est inversée par rapport à celle des données : les points de la barre supérieure du Z (classe « top ») sont représentés par les neurones situés en bas sur la carte et ceux de la barre inférieure (classe « bottom ») sont associés à des neurones situés en haut de la carte. De son côté, la U-Matrice (figure de droite) ne peut pas nous apporter d'information étant donné le peu de neurones que la carte contient.

### 2.2°) Lettre F

Pour la lettre F, le passage à une carte 2D est avantageux puisqu'il nous a permis de gagner 1,8 point de pourcentage de classification par rapport à la carte 1D (**96,8%** contre 95%). Pour réaliser ce résultat, nous avons utilisé une carte **12x4**, soit seulement 9 neurones de plus que pour la carte 1D.



La projection des référents dans l'espace des données (figure de gauche) nous montre une bonne répartition des référents sur l'ensemble des données, avec une carte qui ne présente pas de repliement. On obtient de ce fait des erreurs de quantification et topographique plutôt bonnes. Cela se traduit également sur la figure des histogrammes par des formes de distributions de référents plus en accord avec celles des données, surtout pour l'axe des y.

•) Matrice de confusion :

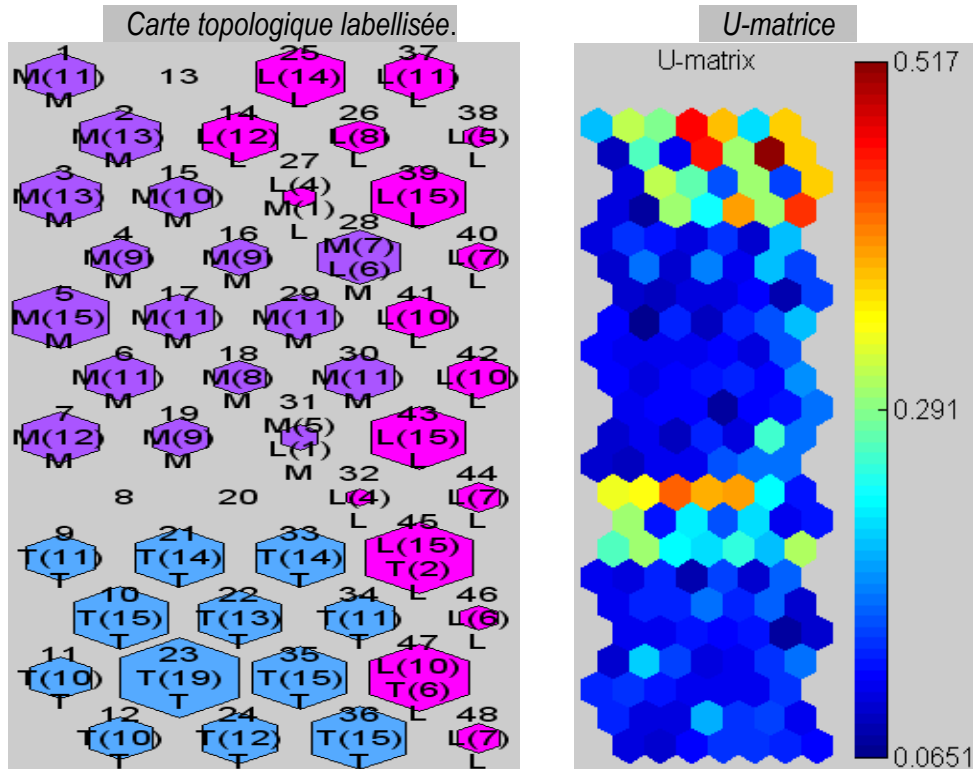
		classes estimées			Tot.	°/.
		top	middle	left		
classes	CLASSE	159.00	0.00	8.00	167.00	95.21
	top	0.00	165.00	1.00	166.00	99.40
vraies	middle	0.00	7.00	160.00	167.00	95.81
	left	159.00	172.00	169.00	500.00	0.00
		100.00	95.93	94.67	0.00	96.80

Pour la lettre F, les classes associées aux barres formées par les points de la lettre ont été baptisées « top » pour celle du haut (triangles dirigés vers le bas), « middle » pour celle du milieu (triangles dirigés vers le haut) et « left » pour celle de gauche (losanges).

Comme précédemment, cette matrice fait ressortir les erreurs entre classes frontalières ; il n'y a effectivement pas de confusion entre la classe « top » et « middle » qui sont suffisamment éloignées. C'est par contre sur la classe « left » qui a des frontières avec les 2 autres classes, que se reportent les erreurs. On a effectivement (8+1=) 9 points classés « left » alors qu'ils ne le sont pas, et par contre, 7 autres points « left » ont été classés à tort dans la classe « middle ».

•) Classification sur la carte topologique et U-matrice

Pour ne pas surcharger la figure de la carte topologique ci-dessous, les classes « top », « middle » et « left » ont été remplacées par les lettres T, M et L respectivement.



Avec  $12 \times 4 = 48$  neurones, nous sommes cette fois en présence d'une carte topologique plus fournie. On observe d'ailleurs que certains neurones (le 8, le 13 et le 20) n'ont rien captés.

Les éléments mal classés dans la matrice de confusion sont ici aussi repérables par neurone :

Pour les neurones «left» : le neurone 27 capte 1 «middle», les neurones 45 et 47 captent 8 «top».

“ “ “ «middle» : les neurones 28 et 31 ont capté 7 «left». Il est à noter, pour le neurone 28, que celui-ci ne bascule dans la classe « middle » que pour un seul point de plus par rapport à la classe « left » (7 contre 6).

Ici encore, on observe que la carte est présentée selon une orientation qui n'est pas la même que celles des données. Si on applique mentalement une rotation de  $180^\circ$ , on constatera plus facilement que les valeurs élevées de la U-matrice correspondent aux espaces vides de la lettre F, c'est-à-dire aux espaces situés entre des différentes barres de la lettre. C'est d'ailleurs « précisément » aux centres de ces espaces que l'on trouve les neurones 8, 13 et 20 dont on vu qu'aucune donnée ne leurs était associée.