

NGStat

NGStat : Geary Index Analysis.....	2
NGStat : Geary Test.....	6
NGStat : Local covariances $X_t[D-P]Y$	9
NGStat : Moran EigenVectors.....	11
NGStat : Moran Index Analysis.....	15
NGStat : NG Test.....	19
NGStat : Spatial covariances $X_t[P-DUD]Y$	22
NGStat : ToGNDEN.....	25

NGStat : Geary Index Analysis



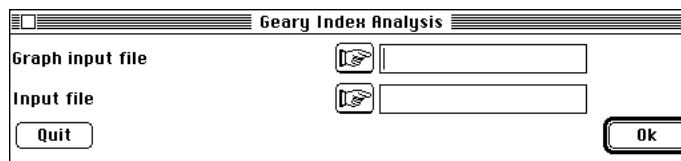
Méthode d'ordination multivariée sous contrainte spatiale proche de l'analyse locale de Lebart ¹.





Une ACP ordinaire trouve des combinaisons de variables de variance maximale. Une ACP locale trouve des combinaisons de variables de variance locale (variance uniquement mesurée entre points voisins) maximale. L'ACP locale a été introduite par Lebart¹. Ici, elle est modifiée par l'introduction de la pondération de Le Foll ², étendue à l'inertie locale ³, ce qui la rend compatible et complémentaire avec les analyses des composantes cartographiables ou analyses globales ⁴. Voir la fiche 3 du fascicule 3 de la documentation thématique ou ⁴ pour un descriptif théorique de cette analyse.



L'option utilise une seule fenêtre de dialogue :

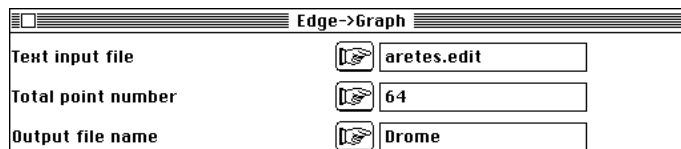


 Nom de fichier d'accès à un graphe de voisinage (type .gpl).

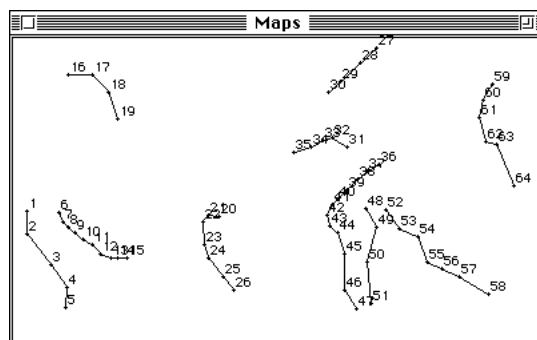
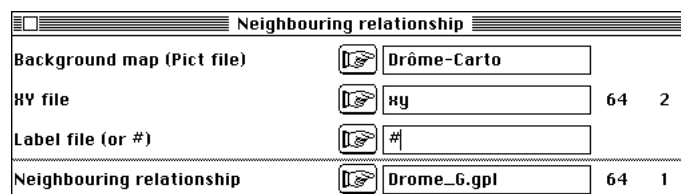
 Nom d'un fichier du type ---.##ta qui appelle un triplet statistique (les fichiers associés ---.##pl et ---.##pc sont utilisés). Ne pas oublier la compatibilité entre le poids des lignes de ce triplet et le graphe de voisinage ci-après.



Utiliser la carte Drôme de la pile ADE-4•Data. Récupérer les fichiers Mil (64-6) et Code_Var. Sur la carte Drôme+1 utiliser le fichier XY (64-2) et aretes.txt à lire avec NGUtil pour obtenir un graphe de voisinages Drome :



Récupérer dans le dossier ADE/Files les fichiers Drôme_Cadre et Drôme_Carto. Éditer le graphe de voisinage sur le fond de carte (Maps) :



Noter la très forte auto corrélation spatiale des valeurs dans les deux tableaux (NGStat : Geary Test) :

Geary Test

Graph input file 64 1
 Data input file 64 6

Geary Autocorrelation test
 Access to neighbouring relationship: Drome_G.gpl
 Data matrix: Mil
 Point number: 64

N°	c observ.	Test N	Prob.x10000	Test R	Prob.x10000
1	1.009e-01	6.397e+00	0	6.244e+00	0
2	1.197e-01	6.264e+00	0	6.254e+00	0
3	2.397e-01	5.410e+00	0	5.143e+00	0
4	4.850e-01	3.664e+00	1	3.620e+00	1
5	1.597e-01	5.979e+00	0	5.898e+00	0
6	1.139e-01	6.305e+00	0	5.994e+00	0

Geary Test

Graph input file 64 1
 Data input file 64 13

Geary Autocorrelation test
 Access to neighbouring relationship: Drome_G.gpl
 Data matrix: Fau
 Point number: 64

N°	c observ.	Test N	Prob.x10000	Test R	Prob.x10000
1	3.218e-01	4.825e+00	0	4.266e+00	0
2	7.485e-01	1.789e+00	368	1.628e+00	518
3	4.800e-01	3.700e+00	1	3.705e+00	1
4	5.147e-01	3.453e+00	3	3.590e+00	2
5	4.667e-01	3.795e+00	1	3.953e+00	0
6	3.271e-01	4.788e+00	0	4.880e+00	0
7	4.355e-01	4.017e+00	0	4.175e+00	0
8	7.778e-01	1.581e+00	569	1.277e+00	1007
9	4.080e-01	4.212e+00	0	3.152e+00	8
10	3.889e-01	4.348e+00	0	4.409e+00	0
11	2.928e-01	5.032e+00	0	5.275e+00	0
12	4.167e-01	4.150e+00	0	3.863e+00	1
13	5.867e-01	2.941e+00	16	2.945e+00	16

Préparer l'ACP normée du tableau Mil avec la pondération de voisinage indispensable à la cohérence des analyses locales et globales :

Correlation matrix PCA

Matrix input file 64 6
 Row weights (default=1/n)
 Column weights (default=1)
 Option: file for row weight 64 1

Dans cette analyse plus un point a de voisins, plus il est important (ce qui est logique, car il contribue fortement à la définition des structures spatiales).

Exécuter l'analyse locale :

Geary Index Analysis

Graph input file 64 1
 Input file 64 6

Geary Index linear analysis
 Access to neighbouring relationship: Drome_G.gpl
 Preliminary analysis: Mil.cnta

 File Mil_GA.xgcs contains local covariances
 --- It has 6 rows and 6 columns

Éditer cette matrice :

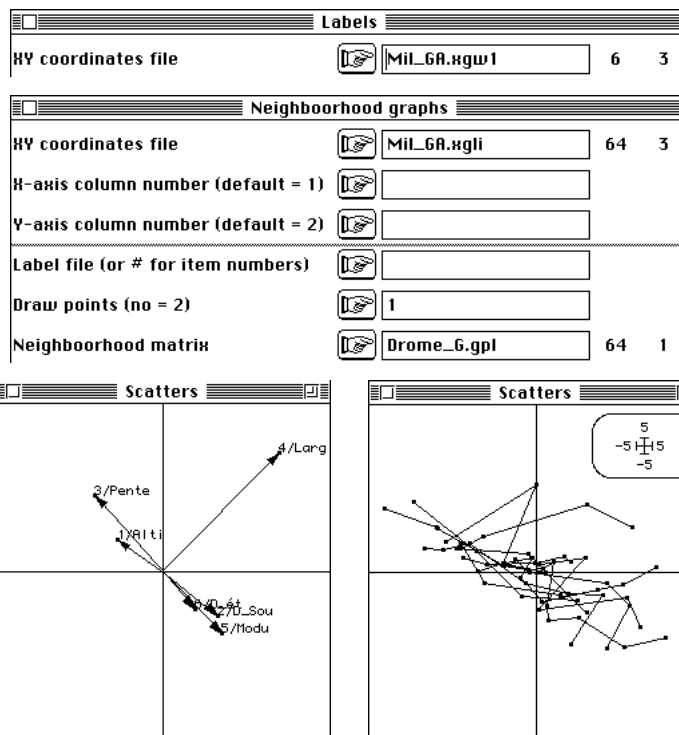
Mil_GA.xgcs						
	1	2	3	4	5	6
1	0.1135	-0.0992	0.0741	-0.1102	-0.1012	-0.0695
2	-0.0992	0.1405	-0.1159	0.1303	0.1345	0.0644
3	0.0741	-0.1159	0.2957	-0.1373	-0.1200	-0.0534
4	-0.1102	0.1303	-0.1373	0.5532	0.1191	0.0624
5	-0.1012	0.1345	-0.1200	0.1191	0.1888	0.0828
6	-0.0695	0.0644	-0.0534	0.0624	0.0828	0.1222

La variable 4 de plus faible indice de Geary, donc de plus forte variance locale, joue un rôle important. Cette analyse est totalement antinomique avec le point de vue de l'analyse globale. On ne s'occupe que des variations et des co-variations (pour deux variables) entre points voisins (ici entre stations consécutives sur le réseau hydrographique).

Num.	Eigenval.	R.Iner.	R.Sum	Num.	Eigenval.	R.Iner.	R.Sum
01	+8.1347E-01	+0.7162	+0.7162	02	+3.0465E-01	+0.2682	+0.9845
03	+1.6666E-01	+0.1467	+1.1312	04	+6.9680E-02	+0.0614	+1.1926
05	+4.0725E-02	+0.0359	+1.2284	06	+1.8762E-02	+0.0165	+1.2450

File Mil_GA.xgvp contains the eigenvalues
 --- It has 6 rows and 1 column

Représenter (**Scatters**) les poids des variables et les coordonnées des lignes (deux coordonnées ont une covariance locale nulle) :



File Mil_GA.xgw1 contains weights of columns for row scores
 --- It has 6 rows and 3 columns

File :Mil_GA.xgw1

Col.	Mini	Maxi
1	-4.013e-01	7.016e-01
2	-3.733e-01	7.069e-01
3	-3.204e-01	7.737e-01

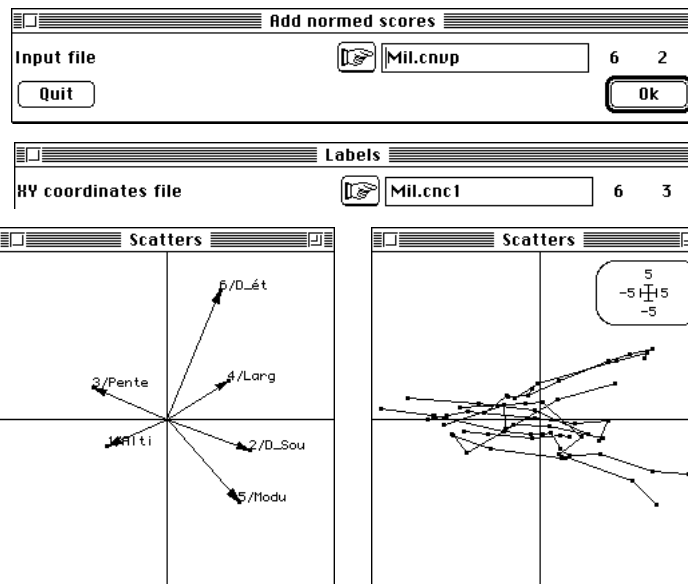
File Mil_GA.xgli contains row scores
 (linear combination with maximal local variance)

--- It has 64 rows and 3 columns

File :Mil_GA.xgli

Col.	Mini	Maxi
1	-4.553e+00	3.915e+00
2	-2.297e+00	2.640e+00
3	-2.111e+00	1.587e+00

Comparer ces résultats avec ceux de l'ACP normée :



Noter combien l'analyse locale élimine les différences entre rivières (l'analyse intra-rivière est un cas particulier des analyses locales) et sépare reproduction du gradient amont-aval des accidents de parcours locaux sur certaines rivières. Comparer encore avec l'analyse globale associée (NGStat : Moran Index Analysis).



Toute analyse du premier niveau (COA, MCA, PCA, HTA) donnent des analyses locales. Voir dans ⁴ une version locale et globale de l'AFC qui étendent ⁵. Les analyses de co-inertie locale et globale seront bientôt disponibles ⁶.



¹ Lebart, L. (1969) Analyse statistique de la contiguïté. *Publication de l'Institut de Statistiques de l'Université de Paris* : 28, 81-112.

² Le Foll, Y. (1982) Pondération des distances en analyse factorielle. *Statistique et Analyse des données* : 7, 13-31.

³ Carlier, A. (1985) Applications de l'analyse factorielle des évolutions et de l'analyse intra-périodes. *Statistique et Analyse des Données* : 10, 27-53.

⁴ Thioulouse, J., Chessel, D. & Champely, S. (1995) Multivariate analysis of spatial patterns: a unified approach to local and global structures. *Environmental and Ecological Statistics* : 2, 1-14. Disponible sur <http://biomserv.univ-lyon1.fr/JTHome.html>.

⁵ Banet, T.A. & Lebart, L. . (1984) Local and Partial Principal Component Analysis (PCA) and Correspondence Analysis (CA). In : *COMPSTAT 84*. International Association for Statistical Computing. (Ed.) Physica-Verlag, Vienna. 113-123.

Banet, T.A. (1988) Local and partial Correspondence analysis. Application to the analysis of electoral data. In : *Computational Statistics Quarterly*, 2. Physica-Verlag, Heidelberg. 89-103.

⁶ Chessel, D. & Sabatier, R. (1993) Couplage de triplets statistiques et graphes de voisinage. In : *Biométrie et Données spatio-temporelles*. Asselain, B. & Coll. (Eds.) Société Française de Biométrie, ENSA, Rennes. 28-37.

NGStat : Geary Test



Test d'auto corrélation spatiale de Geary.





La notion d'auto corrélation spatiale permet de mesurer essentiellement la ressemblance de valeurs mesurées entre points voisins. L'idée est initialement celle de Moran ⁽¹⁾. L'indice d'auto corrélation spatiale de Moran est décrit dans l'ouvrage de base de Cliff & Ord ⁽²⁾, en parallèle avec l'indice de Geary ⁽³⁾ qui a la même fonction. Utiliser les tests de Moran ou ceux de Geary donne des résultats voisins. Si un test d'auto corrélation est nécessaire on utilisera donc celui de Geary. Voir aussi la fiche 2 du fascicule 3 de la documentation thématique. Le test de Geary a les mêmes fonctions que le test de Mantel mais, d'une part est d'essence univariée alors que le test de Mantel est multivarié, d'autre part manipule l'espace par un graphe de voisinage alors que le test de Mantel utilise une matrice de distances spatiales.



L'option utilise une seule fenêtre de dialogue :

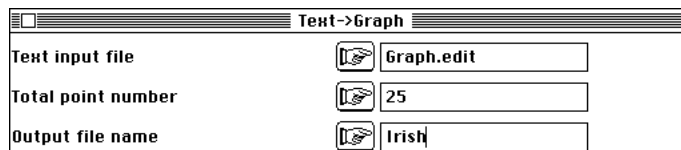


 Matrice d'un graphe de voisinage à n points (appel par fichier du type .gpl, voir NGUtil).

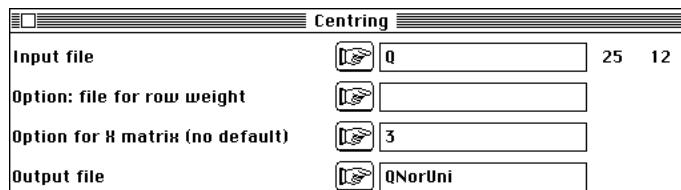
 Matrice de données quantitatives à n lignes et p colonnes.



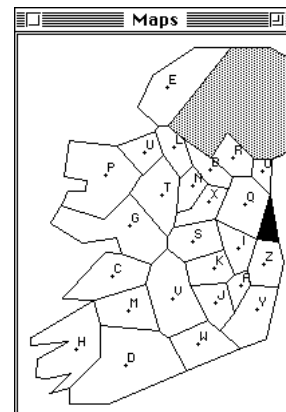
Utiliser la carte Irlande de la pile ADE-4•Data pour obtenir les fichiers Q (25-12), Code_Var (12 étiquettes), Code_Dist (25 étiquettes) et Graph.edit Ce graphe de voisinage est à lire par GNUtil :



Récupérer dans ADE/Files les fichiers fond de cartes Irish_Digi, Irish_Carto, Irish_Cadre et Irish_Graph. Normaliser Q (Bin->Bin : Centring) :

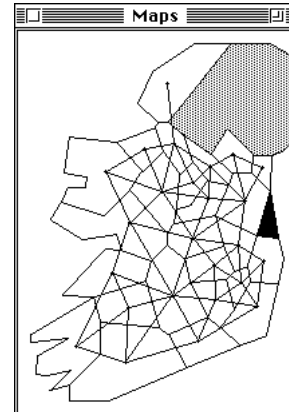


Vérifier la cohérence graphique des informations. Étiqueter le fond de carte (Maps) :



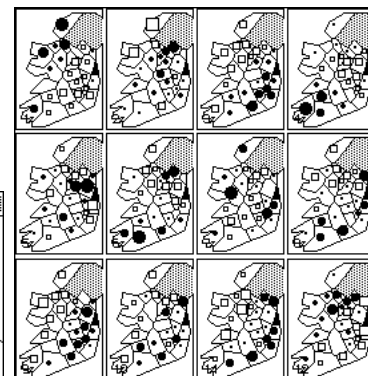
Tracer le graphe de voisinage (Maps) :

Neighbouring relationship			
Background map (Pict file)		Irish_Carto	
HY file		Irish_HY	25 2
Label file (or #)			
Neighbouring relationship		Irish_6.gpl	25 1



Cartographier les valeurs (Maps puis Areas avec le fichier de la carte Irlande+1) :

Values			
Background map (Pict file)		Irish_Carto	
HY file		Irish_HY	25 2
Label file (or #)			
Input data file		QNorUni	25 12



Gray levels areas			
Areas file		IR.area	
Data file		QNorUni	25 12
Variable label file		Code_Uar	
Same scale for all col. (no=1)			



Tester l'auto corrélation de chaque variable :

Geary Test			
Graph input file		Irish_6.gpl	25 1
Data input file		Q	25 12

```

Geary Autocorrelation test
Access to neighbouring relationship: Irish_G.gpl
Data matrix: Q
Point number: 25
-----|-----|-----|-----|
| N° | c observ. | Test N | | Prob.x10000 | Test R | | Prob.x10000 |
-----|-----|-----|-----|
| 1 | 3.477e-01 | 4.314e+00 | | 0 | 3.902e+00 | | 0 |
| 2 | 5.840e-01 | 2.751e+00 | | 30 | 2.376e+00 | | 88 |
| 3 | 3.925e-01 | 4.018e+00 | | 0 | 4.719e+00 | | 0 |
| 4 | 3.418e-01 | 4.353e+00 | | 0 | 3.771e+00 | | 1 |
| 5 | 1.026e+00 | -1.707e-01 | | 5678 | -1.668e-01 | | 5662 |
| 6 | 6.533e-01 | 2.293e+00 | | 109 | 2.080e+00 | | 188 |
| 7 | 8.686e-01 | 8.689e-01 | | 1925 | 7.387e-01 | | 2300 |
| 8 | 6.148e-01 | 2.547e+00 | | 54 | 2.590e+00 | | 48 |
| 9 | 5.124e-01 | 3.225e+00 | | 6 | 3.599e+00 | | 2 |
| 10 | 8.141e-01 | 1.229e+00 | | 1095 | 1.235e+00 | | 1085 |
| 11 | 5.267e-01 | 3.130e+00 | | 9 | 3.350e+00 | | 4 |
| 12 | 6.465e-01 | 2.338e+00 | | 97 | 2.552e+00 | | 54 |
-----|-----|-----|-----|

```

Le listing donne dans l'ordre

- le numéro de la variable,
- la quantité c observée (rapport de la variance locale ou variance mesurée sur les couples de voisins seulement à la variance totale ou variance mesurée sur l'ensemble des couples),
- l'approximation normale associée sous l'hypothèse de normalité et de non corrélation spatiale (test paramétrique),
- la probabilité de dépasser l'observation dans le test précédent,
- l'approximation normale associée sous l'hypothèse de loi quelconque unique et de non corrélation spatiale (test non paramétrique *free distribution*),
- la probabilité de dépasser l'observation dans le test précédent.

Le lissage des cartes par courbes de niveaux est légitime pour la plupart des variables.



- 1 Moran, P.A.P. (1948) The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society*, B : 10, 243-251.
- 2 Cliff, A.D. & Ord, J.K. (1973) *Spatial autocorrelation*. Pion, London. 1-178.
- 3 Geary, R.C. (1954) The contiguity ratio and statistical mapping. *The Incorporated Statistician* : 5, 3, 115-145.

NGStat : Local covariances Xt[D-P]Y



Utilitaire de calcul pour l'interprétation des analyse locales¹.



Si **D** est la diagonale des poids associée à un graphe de voisinage on aura intérêt à utiliser des variables **D**-centrées (voir [NGStat : Geary Index Analysis](#) et [Moran Index Analysis](#)). La covariance locale entre deux variables **x** et **y** ainsi centrée, pour un graphe de voisinage **M** qui définit la matrice $\mathbf{P} = (1/2m)\mathbf{M}$ est :

$$CL(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \mathbf{x}^t (\mathbf{D} - \mathbf{P}) \mathbf{y}$$

La covariance locale d'une variable avec elle-même est sa variance locale. La covariance ordinaire se décompose alors par $\mathbf{x}^t \mathbf{D} \mathbf{y} = \mathbf{x}^t (\mathbf{D} - \mathbf{P}) \mathbf{y} + \mathbf{x}^t \mathbf{P} \mathbf{y}$.

La quantité $\mathbf{x}^t \mathbf{P} \mathbf{y}$ est une véritable covariance pour des données **D**-centrées, qu'on peut appeler covariance globale ou spatiale ([NGStat : Spatial covariances XtPY](#)). Cette option est la version "produit scalaire local" de l'option [MatAlg : Diagonal Inner product](#).



L'option utilise une seule fenêtre de dialogue :

Input file for X matrix	<input type="text" value="Mil.cnta"/>	64	6
Option for X matrix (default=none)	<input type="text"/>		
Input file for Y matrix	<input type="text" value="Mil.cnta"/>	64	6
Option for Y matrix (default=none)	<input type="text"/>		
Graph input file	<input type="text" value="Drome_6.gpl"/>	64	1
Output file (default = Screen)	<input type="text"/>		

Buttons: Quit, Ok

Nom de fichier binaire du tableau X. Les variables de X seront les lignes de la matrice de sortie.

Option de standardisation (**D**-norme ramenée à l'unité) pour le tableau X. Le centrage est sans effet sur le calcul de la covariance locale (forme quadratique semi-définie nulle pour les vecteurs à composantes constantes).

Enter value:

Cancel OK

Option for X matrix (default=none)
0 = no transformation
1 = D-standardization
Note: centring has no effect.

Nom de fichier binaire du tableau Y. Les variables de Y seront les colonnes de la matrice de sortie.

Option de standardisation (**D**-norme ramenée à l'unité) pour le tableau Y.

Matrice de voisinage définissant la variance locale utilisée (accès par fichier .gpl).

Nom du fichier de sortie du résultat (par défaut édition à l'écran).



Utiliser les données mises en place dans la fiche [NGStat : Geary Index Analysis](#).

```
Geary Index : Le Foll's Inner product
Access to neighbouring relationship: Drome_6.gpl
X input file: Mil.cnta
--- Number of rows: 64, columns: 6
Y input file: Mil.cnta
--- Number of rows: 64, columns: 6
Xt(D-P)Y output file: screen
--- Number of rows: 6, columns: 6
-----
```

```
Input file: screen
--- Number of rows: 6, columns: 6
```

```

-----
[ 1] 1.135e-01 | -9.918e-02 | 7.408e-02 | -1.102e-01 | -1.012e-01 | -6.950e-02 |
[ 2] -9.918e-02 | 1.405e-01 | -1.159e-01 | 1.303e-01 | 1.345e-01 | 6.435e-02 |
[ 3] 7.408e-02 | -1.159e-01 | 2.957e-01 | -1.373e-01 | -1.200e-01 | -5.337e-02 |
[ 4] -1.102e-01 | 1.303e-01 | -1.373e-01 | 5.532e-01 | 1.191e-01 | 6.243e-02 |
[ 5] -1.012e-01 | 1.345e-01 | -1.200e-01 | 1.191e-01 | 1.888e-01 | 8.281e-02 |
[ 6] -6.950e-02 | 6.435e-02 | -5.337e-02 | 6.243e-02 | 8.281e-02 | 1.222e-01 |
-----

```







On retrouve la matrice des covariances locales diagonalisée dans NGStat : Geary Index Analysis :

```

1 | 0.1135 | -0.0992 | 0.0741 | -0.1102 | -0.1012 | -0.0695 |
...
6 | -0.0695 | 0.0644 | -0.0534 | 0.0624 | 0.0828 | 0.1222 |

```

Noter par exemple les covariances locales des coordonnées de l'analyse ordinaire :








Local covariances H[D-P]Y			
Input file for H matrix		Mil.cnli	64 3
Option for H matrix (default=none)			
Input file for Y matrix		Mil.cnli	64 3
Option for Y matrix (default=none)			
Graph input file		Drome_6.gpl	64 1
Output file (default = Screen)			

```

-----
[ 1] 7.268e-01 | 7.693e-03 | -1.318e-01 |
[ 2] 7.693e-03 | 9.636e-02 | -3.232e-02 |
[ 3] -1.318e-01 | -3.232e-02 | 1.628e-01 |
-----

```

La variance locale de la première coordonnée ordinaire (0.73) est inférieure à la première valeur propre de l'analyse locale (0.81, le maximum possible). Les covariances locales ne sont pas nulles. Comparer de même les covariances ordinaires des coordonnées de l'analyse locale (MatAlg) avec les valeurs propres de l'analyse ordinaire :

Diagonal Inner product C=H'DY			
Input file for H matrix		Mil_GA.xgli	64 3
Option for H matrix (default=none)			
Input file for Y matrix		Mil_GA.xgli	64 3
Option for Y matrix (default=none)			
D inner product (default = 1/n)		2	
Option: weight file		Drome_6.gpl	64 1
Output file (default = Screen)			

```

-----
[ 1] 3.0136e+00 -9.7886e-01 3.3312e-01
[ 2] -9.7886e-01 9.5835e-01 -1.4297e-01
[ 3] 3.3312e-01 -1.4297e-01 4.9925e-01
-----

```

La variance de la première coordonnée locale (3.01) est inférieure à la première valeur propre de l'analyse ordinaire (3.48, le maximum possible). Les covariances ordinaires ne sont pas nulles.



¹ Thioulouse, J., Chessel, D. & Champely, S. (1995) Multivariate analysis of spatial patterns: a unified approach to local and global structures. *Environmental and Ecological Statistics* : 2, 1-14. Disponible sur <http://biomserv.univ-lyon1.fr/JTHome.html>.

NGStat : Moran EigenVectors



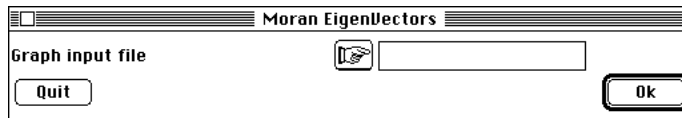
Méthode de numérisation d'une structure quelconque saisie par un graphe de voisinage.




Les données numériques donnent des matrice de distances (Triplet To Distance Matrix) qui peuvent être confrontée à d'autres matrices de distances, en particulier spatiales (Distances : Mantel Test). On amène les données dans la logique de l'espace. Ce module fait l'inverse et amène la logique de l'espace dans celle des données. Tout graphe de voisinage $n-n$ permet de définir n vecteurs à n composantes. Ils sont centrés pour la pondération de voisinage, de variance unité, de covariances nulles et rangés par ordre décroissant d'indice de Geary pour ce graphe. On obtient ces codes numériques par diagonalisation d'une matrice et on peut s'en servir comme des variables exprimant la structure. Ils sont inspirés de ¹ et améliorés après connexion des travaux sur la variance locale (voir Geary Index Analysis) et ceux de l'école des *Trend Surface Analysis* ². Ils généralisent les polynômes des coordonnées (orthogonaux) à toute structure de voisinage. Les justificatifs sont dans ³.



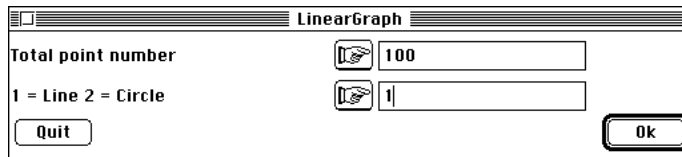
L'option utilise une seule fenêtre de dialogue :



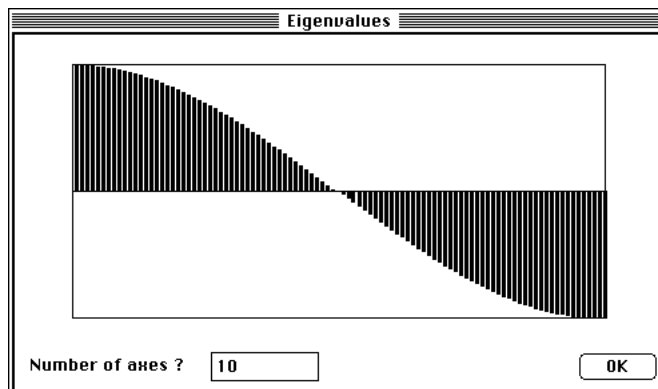
 Nom du fichier de la matrice de voisinage (accès par fichier du type .gpl, voir NGUtil).



Utiliser NGUtil pour générer un graphe de voisinage linéaire :



```
Geometric neighbouring relationship
100 points on a line
Neighbouring relationship in text file: Line100_G
It contains graph matrix (LEBART's M) with 100 rows and columns
Neighbouring weights in binary file: Line100_G.gpl
It contains 100 rows and 1 column
```

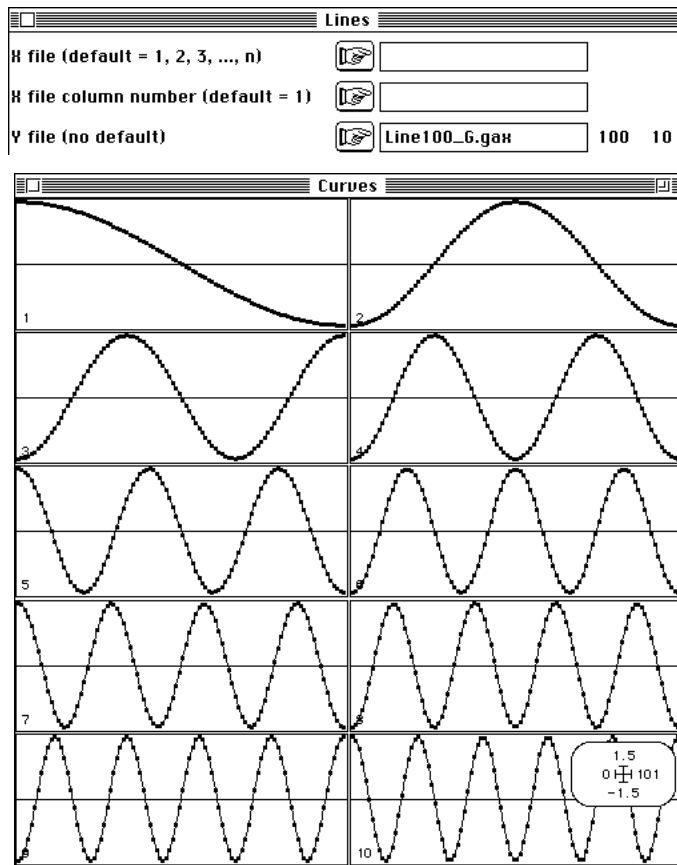


```
Moran operator diagonalization
Access to neighbouring relationship : Line100_G.gpl
```

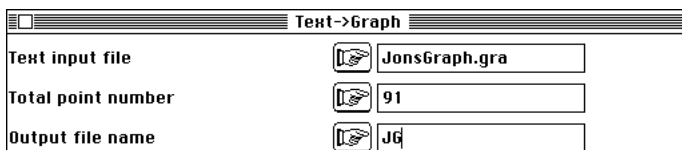
```
-----
Num  Eigenval. | Num. Eigenval. | Num. Eigenval. | Num. Eigenval. |
001  9.995e-01 | 002  9.980e-01 | 003  9.955e-01 | 004  9.920e-01 |
...
097 -9.955e-01 | 098 -9.980e-01 | 099 -9.995e-01 | 100 -1.000e+00 |
```

File Line100_G.gvp contains the eigenvalues
 --- It has 100 rows and 1 column
 File Line100_G.gax contains eigenvectors (norm = 1 for weights in file
 Line100_G.gpl)
 --- It has 100 rows and 10 columns

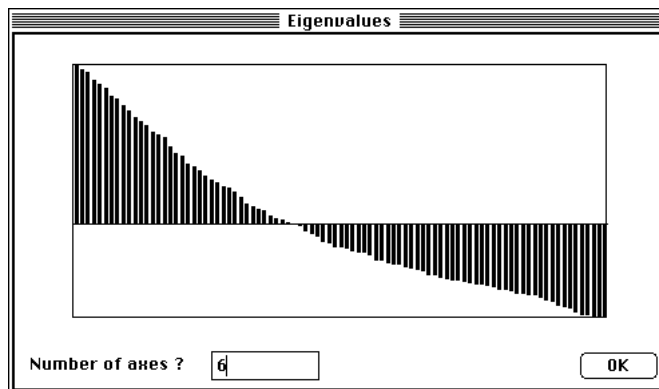
Représenter ces 10 premiers vecteurs propres par Curves :



Voir dans la fiche OrthoVar l'usage des codes numériques de ce type pour la modélisation des chroniques. Voir aussi la fiche 1 du fascicule 5 de la documentation thématique pour un autre exemple. Utiliser La carte Jons pour obtenir le fichier JonsGraph.gra. Le lire par NGUtil : Text->Graph.

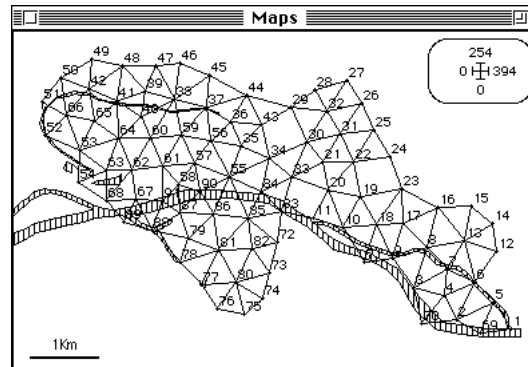


Calculer les vecteurs propres et conserver les six premiers :



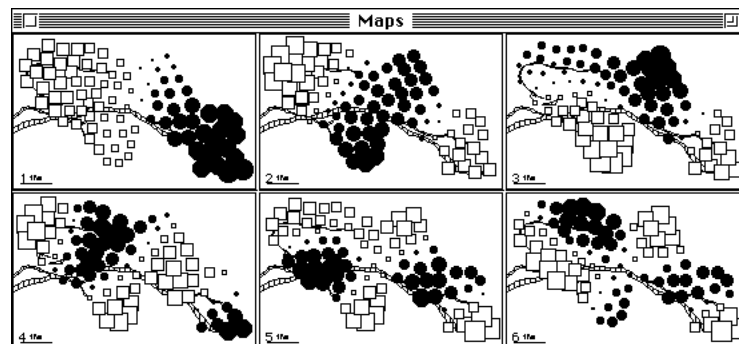
Récupérer un des fonds Jons_Cadre, Jons_Eau, Jons_Routes, Jons_Veg ou Jons_Villages du dossier ADE/Files pour cartographier ce graphe de voisinage en utilisant les coordonnées du fichier JonsXY, disponible à partir de la carte Jons+1 :

Neighbouring relationship			
Background map (Pict file)		Jons_Eau	
HV file		JonsHV	91 2
Label file (or #)		#	
Neighbouring relationship		J6_6.gpl	91 1



Cartographier les composantes des vecteurs propres par valeurs :

Values			
Background map (Pict file)		Jons_Eau	
HV file		JonsHV	91 2
Label file (or #)			
Input data file		J6_6.gax	91 6



On obtient des fonctions des coordonnées, généralisations des polynômes ordinaires, qui amènent la structures spatiale de l'expérience⁴ dans le champs des données. Voir la fiche 3 du fascicule 3 de la documentation thématique et ³ pour d'autres illustrations. Voir la fiche 2 du même fascicule pour noter les relations entre le calcul de ces vecteurs propres et l'AFC d'un graphe de voisinage étudiée par L. Lebart⁵.



1 Méot, A., Chessel, D. & Sabatier, R. (1993) Opérateurs de voisinage et analyse des données spatio-temporelles. In : *Biométrie et Environnement*. Lebreton, J.D. & Asselain, B. (Eds.) Masson, Paris. 45-72.

2 Gittins, R. (1968) Trend-surface analysis of ecological data. *Journal of Ecology* : 56, 845-869.

Wartenberg, D.E. (1985a) Canonical trend surface analysis: a method for describing geographic pattern. *Systematic Zoology* : 34(3), 259-279.

Burrough, P. A. (1987) Spatial variation in vegetation, soil and precipitation across the Hawkesbury Sandstone Plateau in NewSouth Wales, Australia: an analysis using ordination and trend surfaces. In : *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. Jongman, R. H. G. , ter Braak, C. J. F. & van Tongeren, O. F. R. . (Eds.) Pudoc, Wageningen, The Netherlands. 252-257.

Borcard, D., Legendre, P. & Drapeau, P. (1992) Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology* : 73, 1045-1055.

Borcard, D. & Legendre, P. (1994) Environmental control and spatial structure in ecological communities: an example using oribatid mites (Acari, Oribatei). *Environmental and Ecological Statistics* : 1, 37-61.

³ Thioulouse, J., Chessel, D. & Champely, S. (1995) Multivariate analysis of spatial patterns: a unified approach to local and global structures. *Environmental and Ecological Statistics* : 2, 1-14. Disponible sur <http://biomserv.univ-lyon1.fr/JTHome.html>.

⁴ Bournaud M. (1990) *Peuplements d'oiseaux et propriétés des écosystèmes de la plaine du Rhône : descripteurs de fonctionnement global et gestion des berges*. Rapport sur Programme SRETIE, Ministère de l'environnement, 1-135.

⁵ Benzecri, J.P. & Coll. (1973) L'analyse des données. II L'analyse des correspondances. Bordas, Paris. 1-620. Chapitre IIB n°10 [Graphe Corr.] pages 244-261.

Lebart, L. (1984) Correspondence analysis of graph structure. Bulletin technique du CESIA, Paris : 2, 1-2, 5-19.

NGStat : Moran Index Analysis



Méthode d'ordination sous contrainte spatiale du type MSC¹ modifiée dans ², complémentaire des analyses locales³ (voir [NGStat : Geary Index Analysis](#))



Cette option permet de trouver des combinaisons de variables d'autocovariance maximale, donc de faire des ACP dont les coordonnées donnent les meilleures composantes cartographiables. Elle étend la tactique⁴ qui consiste à retenir dans les analyses simples les coordonnées reliées à l'espace en proposant des coordonnées optimales de ce point de vue. Elle fonctionne sur toute analyse de la première couche ([PCA](#), [COA](#), [MCA](#),...)



L'option utilise une seule fenêtre de dialogue :

Field	Value	Dimensions
Input file	RuiMoran.fcta	91 64
Graph input file	JG_6.gpl	91 1

Nom d'un fichier du type ---.##ta qui appelle un triplet statistique (les fichiers associés ---.##pl et ---.##pc sont utilisés). Ne pas oublier la compatibilité entre le poids des lignes de ce triplet et le graphe de voisinage ci-après.

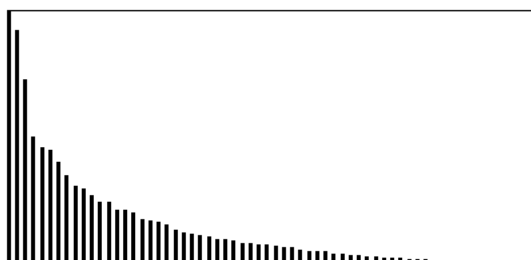
Nom de fichier d'un graphe de voisinage (accès par fichier .gpl, voir [NGUtil](#)).



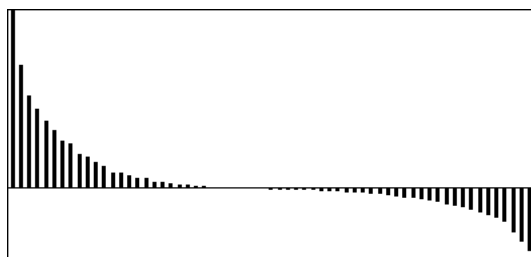
Utiliser la carte Jons de la pile ADE-4•Data pour obtenir le fichier Avi_Jons (91-64) et mettre en place le graphe de voisinage associé, conformément aux indications de la fiche [NGStat : Moran EigenVectors](#).

Préparer l'analyse des correspondances du tableau Avi_Jons en utilisant la pondération de voisinage du graphe de voisinage :

Field	Value	Dimensions
Data file	Rui_Jons	91 64
Row weight (default 1/n)	JG_6.gpl	91 1
Generic output file	RuiMoran	



Exécuter l'analyse (cf. ci-dessus) :



Les valeurs propres positives correspondent aux composantes cartographiables (ou facteurs à coordonnées autocovariance positive). 0 est valeur propre (soulignée ci-dessous).

Moran Index linear analysis
Access to neighbouring relationship: JG_6.gpl
Preliminary analysis: RuiMoran.fcta

Preliminary analysis: AviMoran.fcta

Trace = 5.211e+01

File AviMoran_MA.xmcs contains spatial covariances
--- It has 64 rows and 64 columns

Num	Eigenval.	Num	Eigenval.	Num	Eigenval.	Num	Eigenval.
001	1.746e-01	002	1.200e-01	003	9.014e-02	004	7.691e-02
005	6.505e-02	006	5.651e-02	007	4.609e-02	008	4.312e-02
...							
025	3.762e-04	026	1.254e-04	027	-7.961e-17	028	-9.391e-05
029	-2.349e-04	030	-3.973e-04	031	-6.882e-04	032	-1.011e-03
033	-1.120e-03	034	-1.260e-03	035	-1.660e-03	036	-1.950e-03
037	-2.037e-03	038	-2.207e-03	039	-2.818e-03	040	-3.111e-03
...							
053	-1.556e-02	054	-1.692e-02	055	-1.813e-02	056	-2.086e-02
057	-2.314e-02	058	-2.644e-02	059	-2.909e-02	060	-3.240e-02
061	-4.358e-02	062	-5.215e-02	063	-6.169e-02	064	-7.418e-02

File AviMoran_MA.xmvp contains the eigenvalues
--- It has 64 rows and 1 column

File AviMoran_MA.xmwl contains the weights of columns used for row scores
--- It has 64 rows and 2 columns

File :AviMoran_MA.xmwl

Col.	Mini	Maxi
1	-7.020e+00	3.161e+00
2	-2.942e+00	5.585e+00

Les coordonnées des variables sont les poids définissant les composantes spatiales.

File AviMoran_Moran.xmlli contains row scores (linear combination having maximal Moran Index)

--- It has 91 rows and 2 columns

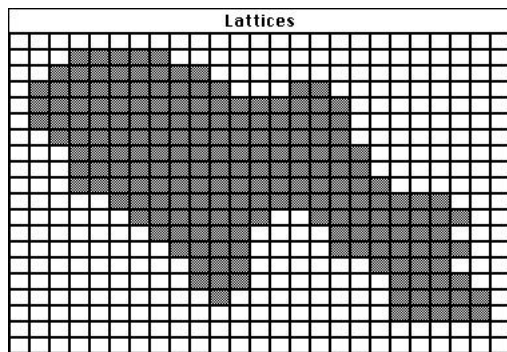
File :AviMoran_Moran.xmlli

Col.	Mini	Maxi
1	-2.818e+00	8.650e-01
2	-1.785e+00	2.763e+00

Les coordonnées ainsi obtenues sont cartographiables par définition. Mettre en place une grille de tracé de courbes de niveau (Lattices) :

Create_Bkgn

Generic output name	<input type="text" value="Z"/>
Row number (default = 10)	<input type="text" value="20"/>
Column number (default = 10)	<input type="text" value="25"/>
Pict file for background	<input type="text" value="Jons_Graph"/>



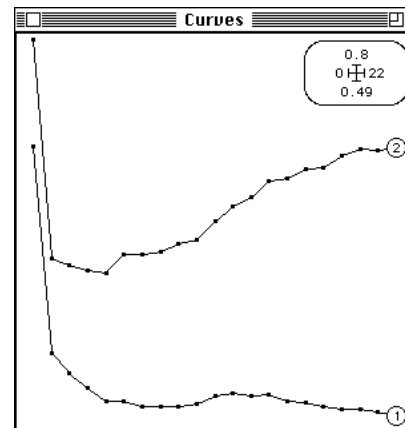
Creation:
text file: Z
text file: Z.lat

OK

Calculer les erreurs de régressions locales (GraphUtils) :

2D Lowess error			
HY file	<input type="button" value="Browse"/>	JonsHY	91 2
Data file	<input type="button" value="Browse"/>	RuiMoran_MR.xml	91 2
Range of neighboring numbers	<input type="button" value="Browse"/>	5a25	
Output file	<input type="button" value="Browse"/>	Error	

Représenter l'erreur en fonction du nombre de points (Curves) :



Lines			
X file (default = 1, 2, 3, ..., n)	<input type="button" value="Browse"/>		
X file column number (default = 1)	<input type="button" value="Browse"/>		
Y file (no default)	<input type="button" value="Browse"/>	Error	21 2

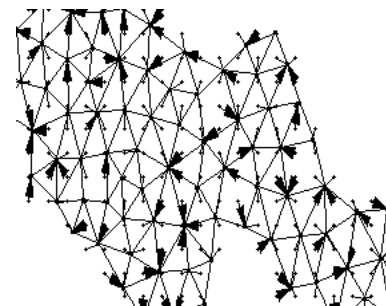
Préparer les sommets :

LattiToLevel	
Lattice file	<input type="button" value="Browse"/> Z.lat

File creation for levels module:
 Quadrat definition: Z.rect
 Summit coordinates: Z.summ

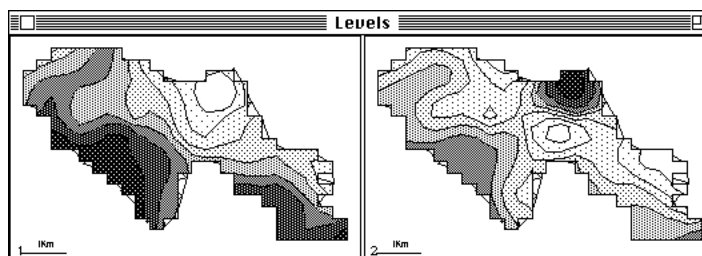
Associer semis et grille de points :

Prepare			
Grid definition (.rect)	<input type="button" value="Browse"/>	Z.rect	197 6
Point positions (HY)	<input type="button" value="Browse"/>	JonsHY	91 2
Background map (Pict)	<input type="button" value="Browse"/>	Jons_Graph	
Output file name	<input type="button" value="Browse"/>	ZZ	



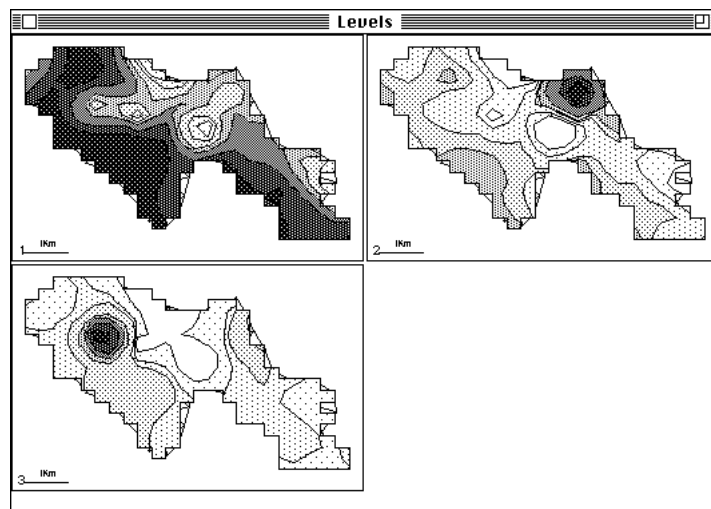
Choisir 9 voisins (Levels) :

8 gray levels			
Grid definition (.leve)	<input type="button" value="Browse"/>	ZZ.leve	197 6
Data file	<input type="button" value="Browse"/>	RuiMoran_MR.xml	91 2
Number of neighbours ?	<input type="button" value="Browse"/>	9	
Variable label file (or #)	<input type="button" value="Browse"/>		



Comparer avec l'AFC de départ (discussion dans 2) :

8 gray levels	
Grid definition (.leve)	ZZ.leve 197 6
Data file	RuiMoran.fcli 91 3
Number of neighbours ?	9
Variable label file (or #)	



Le listing donne les coefficients d'autocorrélation associées :

Axis: 1 Spatial correlation: 5.223e-01
 Axis: 2 Spatial correlation: 3.803e-01



Utiliser la fiche de NGStat : Geary Test pour refaire les calculs de la fiche 3 du fascicule 3 de la documentation thématique. On peut utiliser les cartes spatiales des variables, les cartes spatiales des coordonnées des lignes et les cartes factorielles des coordonnées des colonnes pour manipuler ensemble les structures spatiales et les structures factorielles coordonnées par cette analyse (page 28). Voir aussi les liens entre cette analyse et l'analyse locale associée (NGStat : Geary Index Analysis) dans ².



- 1 Wartenberg, D.E. (1985a) Multivariate spatial correlations: a method for exploratory geographical analysis. *Geographical Analysis* : 17, 4, 263-283.
- 2 Thioulouse, J., Chessel, D. & Champely, S. (1995) Multivariate analysis of spatial patterns: a unified approach to local and global structures. *Environmental and Ecological Statistics* : 2, 1-14. Disponible sur <http://biomserv.univ-lyon1.fr/JTHome.html>.
- 3 Lebart, L. (1969) Analyse statistique de la contiguïté. Publication de l'Institut de Statistiques de l'Université de Paris : 28, 81-112.
- 4 Wartenberg, D.E. (1985b) Spatial autocorrelation as a criterion for retaining factors in ordinations of geographic data. *Mathematical Geology* : 17, 665-682.

NGStat : NG Test



Test de randomisation sur graphe de voisinage.



Soit n points de mesure reliés entre eux par un graphe de voisinage et \mathbf{X} un tableau de à n lignes et p variables quantitatives. La covariance spatiale de la colonne j de \mathbf{X} est la quantité $\mathbf{x}^{jt} (\mathbf{P} - \mathbf{D}\mathbf{U}_n\mathbf{D})\mathbf{x}^j$. \mathbf{P} est la table de contingence associée au graphe, \mathbf{D} est la pondération de voisinage et \mathbf{U}_n est la matrice n - n de valeurs unités. L'option compte pour chaque variable la fréquence des permutations aléatoires des n valeurs pour lesquelles on dépasse la covariance spatiale observée. Elle fait de même pour la quantité :

$$\sum_{j=1}^p \mathbf{x}^{jt} (\mathbf{P} - \mathbf{D}\mathbf{U}_n\mathbf{D})\mathbf{x}^j$$

On obtient un test multivarié non paramétrique du lien entre le tableau et le graphe de voisinage, extension du test de Geary ou de Moran. Noter que les variables de \mathbf{X} sont normalisées par la pondération de voisinage à chaque permutation.



L'option utilise une seule fenêtre de dialogue :



Nom du fichier binaire d'entrée du tableau \mathbf{X} .



Nom du fichier d'accès au graphe de voisinage (type .gpl).



Nombre de permutations utilisées (100 par défaut).



Implanter les données de la carte Irlande (voir [NGStat : Geary Test](#)). Exécuter le test de Geary :

Geary Autocorrelation test

Access to neighbouring relationship: Irish_G.gpl

Data matrix: Q

Point number: 25

1	---	1	-----	1	-----	1	-----	1	-----	1
1	N°1	c	observ.	1	Test N	1	lProb.x100001	Test R	1	lProb.x100001
1		1	3.477e-01		4.314e+00		0	3.902e+00		0
2		2	5.840e-01		2.751e+00		30	2.376e+00		88
3		3	3.925e-01		4.018e+00		0	4.719e+00		0
4		4	3.418e-01		4.353e+00		0	3.771e+00		1
5		5	1.026e+00		-1.707e-01		5678	-1.668e-01		5662
6		6	6.533e-01		2.293e+00		109	2.080e+00		188
7		7	8.686e-01		8.689e-01		1925	7.387e-01		2300
8		8	6.148e-01		2.547e+00		54	2.590e+00		48
9		9	5.124e-01		3.225e+00		6	3.599e+00		2
10		10	8.141e-01		1.229e+00		1095	1.235e+00		1085
11		11	5.267e-01		3.130e+00		9	3.350e+00		4
12		12	6.465e-01		2.338e+00		97	2.552e+00		54

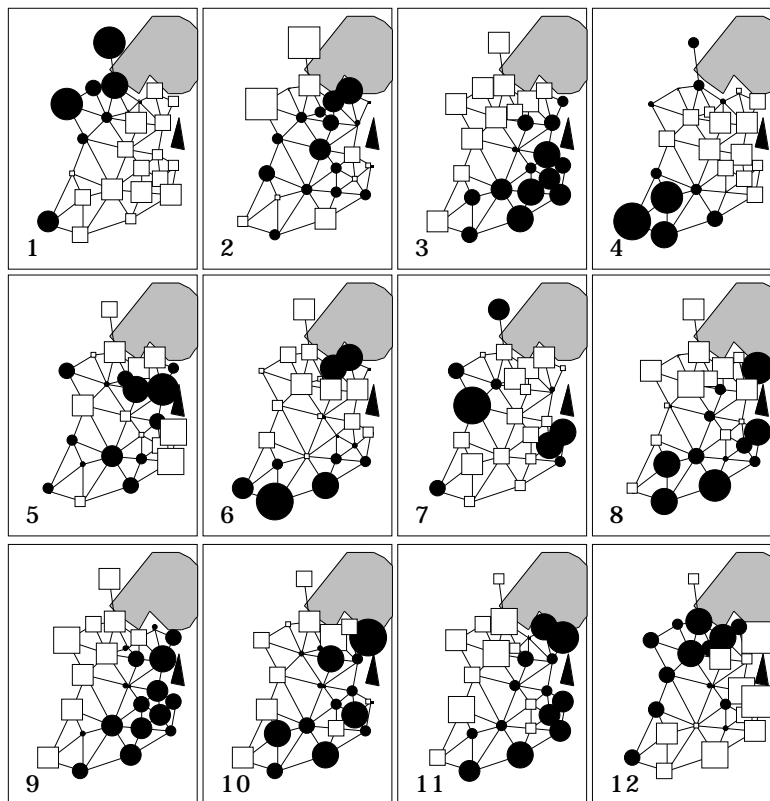
Exécuter la présente option :

NG Test			
Input file for H matrix		Q	25 12
Graph input file		G_6.gpl	25 1
Permutation number (default=100)		10000	

Col	Index	Eff(X>x0)	Prob. x10000
1	5.136e-01	0	0
2	9.476e-02	114	1140
3	5.817e-01	0	0
4	6.132e-01	0	0
5	1.200e-02	304	3040
6	2.687e-01	8	80
7	7.652e-02	138	1380
8	2.589e-01	14	140
9	4.727e-01	1	10
10	-5.407e-03	354	3540
11	4.024e-01	1	10
12	2.897e-01	7	70

Comparer et noter la cohérence des résultats :

Test N	Test R	Random.
0	0	0
30	88	1140
0	0	0
0	1	0
5678	5662	3040
109	188	80
1925	2300	1380
54	48	140
6	2	10
1095	1085	3540
9	4	10
97	54	70



Le test global donne :

NGStat : Spatial covariances Xt[P-DUD]Y



Utilitaire de calcul pour l'interprétation des analyse globales (NGStat : Moran Index Analysis).



Si **D** est la diagonale des poids associée à un graphe de voisinage on aura intérêt à utiliser des variables **D**-centrées (voir NGStat : Geary Index Analysis et Moran Index Analysis). La covariance locale entre deux variables **x** et **y** ainsi centrée, pour un graphe de voisinage **M** qui définit la matrice **P** = (1/2m)**M** est :

$$CL(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \mathbf{x}^t (\mathbf{D} - \mathbf{P}) \mathbf{y}$$

La covariance locale d'une variable avec elle-même est sa variance locale. La covariance ordinaire se décompose alors par $\mathbf{x}^t \mathbf{D} \mathbf{y} = \mathbf{x}^t (\mathbf{D} - \mathbf{P}) \mathbf{y} + \mathbf{x}^t \mathbf{P} \mathbf{y}$.

La quantité $\mathbf{x}^t \mathbf{P} \mathbf{y}$ est une véritable covariance pour des données **D**-centrées, qu'on peut appeler covariance globale ou spatiale. Cette option calcule ces covariances spatiales et est la version "covariances spatiales" de l'option MatAlg : Diagonal Inner product qui donne les covariances ordinaires. On ne peut pas cependant parler de variances spatiales car $\mathbf{x}^t \mathbf{P} \mathbf{x}$ qui représente la covariance spatiale d'une variable avec elle-même, c'est à dire encore la covariance ordinaire entre cette variable et la variable définie par la moyenne sur l'ensemble des voisins (moyenne de voisinage) peut être négative (autocorrélation négative). La notation Xt[P-DUD]Y dans le nom de l'option indique qu'il n'est pas recommandé de calculer la quantité $\mathbf{x}^t \mathbf{P} \mathbf{y}$ pour des variables non centrées (ce n'est pas un produit scalaire) et qu'on opère le centrage implicite obligatoire en calculant $\mathbf{x}^t (\mathbf{P} - \mathbf{DUD}) \mathbf{y}$. **U** est la matrice *n-n* ne comportant que des valeurs 1.



L'option utilise une seule fenêtre de dialogue :

Field	File Name	Rows	Columns
Input file for X matrix	JG_G.gax	91	6
Input file for Y matrix	JG_G.gax	91	6
Graph input file	JG_G.gpl	91	1
Output file (default = Screen)			

Nom de fichier binaire du tableau X. Les variables de X seront les lignes de la matrice de sortie.

Nom de fichier binaire du tableau Y. Les variables de Y seront les colonnes de la matrice de sortie.

Matrice de voisinage définissant la variance spatiale utilisée (accès par un fichier .gpl, voir NGUtil).

Nom du fichier de sortie du résultat (par défaut édition à l'écran).



Utiliser les données mises en place dans la fiche NGStat : Moran EigenVectors. On obtient :

```
Moran Index linear analysis
Access to neighbouring relationship : JG_G.gpl
X input file: JG_G.gax
--- Number of rows: 91, columns: 6
Y input file: JG_G.gax
--- Number of rows: 91, columns: 6
Xt(P-DUD)Y output file: screen
--- Number of rows: 6, columns: 6
-----
Input file: screen
--- Number of rows: 6, columns: 6
-----
```

```

[ 1] 9.887e-01 | 2.821e-10 | -5.658e-09 | 3.862e-09 | -5.189e-09 | -3.930e-09 |
[ 2] 2.821e-10 | 9.621e-01 | 9.389e-10 | 5.482e-09 | -3.398e-09 | 5.225e-09 |
[ 3] -5.658e-09 | 9.389e-10 | 9.413e-01 | 7.232e-10 | 1.814e-09 | 6.565e-10 |
[ 4] 3.862e-09 | 5.482e-09 | 7.232e-10 | 8.915e-01 | -9.167e-10 | 1.899e-09 |
[ 5] -5.189e-09 | -3.398e-09 | 1.814e-09 | -9.167e-10 | 8.653e-01 | -4.669e-09 |
[ 6] -3.930e-09 | 5.225e-09 | 6.565e-10 | 1.899e-09 | -4.669e-09 | 8.444e-01 |

```

On retrouve sur la diagonale les valeurs propres de la diagonalisation de l'opérateur de Moran. Les vecteurs propres sont rangés par autocovariance décroissante. le premier est le meilleur (le plus lisse, ou encore le plus cartographiable), le dernier est le moins lisse (le plus autocovariant négativement). Ils sont deux à deux de covariance spatiale nulle.

Noter encore les covariances ordinaires des composantes de ces vecteurs propres (MatAlg) :

Diagonal Inner product C-H'DY			
Input file for X matrix	JG_6.gax	91	6
Option for X matrix (default=none)			
Input file for Y matrix	JG_6.gax	91	6
Option for Y matrix (default=none)			
D inner product (default = 1/n)	2		
Option: weight file	JG_6.gpl	91	1
Output file (default = Screen)			

```

X input file: JG_G.gax
--- Number of rows: 91, columns: 6
Y input file: JG_G.gax
--- Number of rows: 91, columns: 6
Diagonal inner product: JG_G.gpl
XtDY output file: screen
--- Number of rows: 6, columns: 6
Input file: screen
--- Number of rows: 6, columns: 6

```

```

[ 1] 1.0000e+00 | 2.1470e-10 | -5.8401e-09 | 4.0466e-09 | -5.7882e-09 | -4.2525e-09 |
[ 2] 2.1470e-10 | 1.0000e+00 | 1.0756e-09 | 5.9830e-09 | -3.5591e-09 | 5.5254e-09 |
[ 3] -5.8401e-09 | 1.0756e-09 | 1.0000e+00 | 7.6228e-10 | 2.0492e-09 | 5.2862e-10 |
[ 4] 4.0466e-09 | 5.9830e-09 | 7.6228e-10 | 1.0000e+00 | -1.0717e-09 | 2.2132e-09 |
[ 5] -5.7882e-09 | -3.5591e-09 | 2.0492e-09 | -1.0717e-09 | 1.0000e+00 | -4.9588e-09 |
[ 6] -4.2525e-09 | 5.5254e-09 | 5.2862e-10 | 2.2132e-09 | -4.9588e-09 | 1.0000e+00 |

```

Ces vecteurs sont de normes unité et de produits scalaires nuls, mais en plus :

affiche :

```

Input file: screen
--- Number of rows: 6, columns: 1

```

```

[ 1] 3.8728e-09
[ 2] -3.8017e-09
[ 3] -1.4879e-09
[ 4] -9.0090e-10
[ 5] 2.0298e-10
[ 6] 1.2446e-09

```

Ceci indique que leur moyenne sont nulles. Les vecteurs propres de voisinages sont donc des variables artificielles de moyennes nulles et de variances unité, de corrélation nulle deux à deux (ceci au sens de la pondération du graphe de voisinage), de covariance spatiale nulle deux à deux et d'autocovariance spatiale décroissante. Enfin :

Local covariances Xt(D-P)Y	
Input file for X matrix	JG_6.gax
Option for X matrix (default=none)	
Input file for Y matrix	JG_6.gax 91 6
Option for Y matrix (default=none)	
Graph input file	JG_6.gpl 91 1
Output file (default = Screen)	

```

Geary Index : Le Foll's Inner product
Access to neighbouring relationship : JG_G.gpl
X input file: JG_G.gax
--- Number of rows: 91, columns: 6
Y input file: JG_G.gax
--- Number of rows: 91, columns: 6
Xt(D-P)Y output file: screen
--- Number of rows: 6, columns: 6
-----
Input file: screen
--- Number of rows: 6, columns: 6
-----
[ 1] 1.131e-02|-6.739e-11|-1.822e-10| 1.844e-10|-5.993e-10|-3.228e-10|
[ 2]-6.739e-11| 3.794e-02| 1.366e-10| 5.010e-10|-1.609e-10| 3.001e-10|
[ 3]-1.822e-10| 1.366e-10| 5.868e-02| 3.910e-11| 2.349e-10|-1.279e-10|
[ 4] 1.844e-10| 5.010e-10| 3.910e-11| 1.085e-01|-1.550e-10| 3.138e-10|
[ 5]-5.993e-10|-1.609e-10| 2.349e-10|-1.550e-10| 1.347e-01|-2.895e-10|
[ 6]-3.228e-10| 3.001e-10|-1.279e-10| 3.138e-10|-2.895e-10| 1.556e-01|
-----

```

Ces codes numériques sont de covariance locale nulle deux à deux et rangé par ordre croissant de variance locale. La variance locale (0.0113 pour le premier) additionnée à l'autocovariance spatiale (0.9887 pour le premier) donne l'unité (variance totale). le centrage au sens de la pondération de voisinage¹ assure ainsi la cohérence parfaite entre le produit scalaire locale de Le Foll² (dans la lignée de l'indice de Geary³) avec l'autocorrélation spatiale de Wartenberg⁴ (dans la lignée de l'indice de Moran⁵).

¹ Thioulouse, J., Chessel, D. & Champely, S. (1995) Multivariate analysis of spatial patterns: a unified approach to local and global structures. *Environmental and Ecological Statistics* : 2, 1-14. Disponible sur <http://biomserv.univ-lyon1.fr/JTHome.html>.

² Le Foll, Y. (1982) Pondération des distances en analyse factorielle. *Statistique et Analyse des données* : 7, 13-31.

³ Geary, R.C. (1954) The contiguity ratio and statistical mapping. *The Incorporated Statistician* : 5, 3, 115-145.

⁴ Wartenberg, D. (1985) Multivariate spatial correlations: a method for exploratory geographical analysis. *Geographical Analysis* : 17, 4, 263-283.

⁵ Moran, P.A.P. (1948) The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society*, B : 10, 243-251.

NGStat : ToGNDEN



Interface avec le programme GNDEN.



Le programme GNDEN de N. Gautier met en œuvre la méthode d'analyse non paramétrique des grilles de dénombrements proposée dans ¹. Ce programme FORTRAN déjà ancien n'a pas d'interface conviviale mais peut rendre service. Son lancement provoque la lecture d'un fichier qui doit s'appeler GNDEN.param. Le plus simple est de placer le programme GNDEN Apl dans le dossier de travail en cours. Il est diffusé avec le dossier ADE/Files de l'interface HyperCard© et fonctionne sous MacOS™.

Le fichier GNDEN.param contient dans l'ordre

```
1          Nombre de grilles à traiter (on n'en utilisera que la valeur 1)
24 8 31    Nombre de lignes, de colonnes et de découpages de la grille
Rubl.dec   Nom du fichier descriptif des découpages
Rubl       Nom du fichier de la grille
bin        Type du fichier de la grille (on utilisera bin pour fichier binaire)
den        Type de la grille
           (den pour dénombrements, p-a pour présence-absence)
(8I2)      Format FORTRAN d'édition des données
Rubl.listing Nom du fichier des résultats
```

Le fichier ---.dec contient la liste des découpages en blocs utilisés, par exemple :


```
1  1  0    Blocs de 1 ligne et 1 colonne appariés par colonne
1  2  0    Blocs de 1 ligne et 2 colonnes appariés par colonne
2  1  1    Blocs de 2 ligne et 1 colonne appariés par ligne
1  4  0
4  1  1
2  2  0
2  4  0
8  1  1
1  8  0
4  2  1
16 1  1    Blocs de 16 lignes et 1 colonne appariés par ligne
...
8 16  0    Blocs de 8 lignes et 16 colonnes appariés par colonne
```

On peut constituer ces fichiers d'entrée à l'éditeur de texte. L'option crée les fichiers GNDEN.param et ---.dec automatiquement en proposant tous les découpages possibles avec les diviseurs du nombre de lignes et de colonnes de la grille.



L'option utilise une seule fenêtre de dialogue :



 Nom du fichier binaire d'entrée. Ce fichier ne contient que des valeurs entières positives ou nulles.



Utiliser la carte Larrea ² de le pile de données.



```
Input file: Larrea
Rows: 16  Cols: 16
```

Les découpages proposés sont énumérés :

```
1 rows / 1 columns / contiguous block on row
1 rows / 2 columns / contiguous block on row
2 rows / 1 columns / contiguous block on column
1 rows / 4 columns / contiguous block on row
4 rows / 1 columns / contiguous block on column
```

```

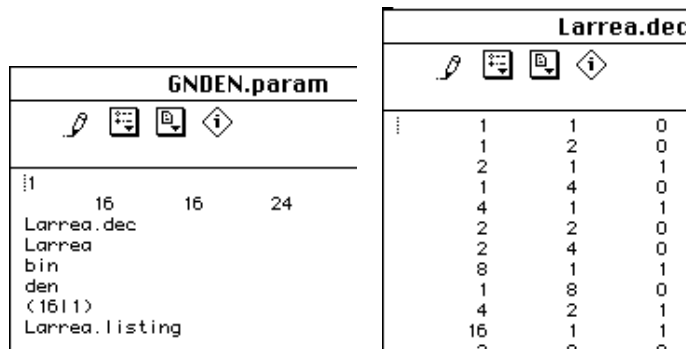
2 rows / 2 columns / contiguous block on row
2 rows / 4 columns / contiguous block on row
8 rows / 1 columns / contiguous block on column
1 rows / 8 columns / contiguous block on row
4 rows / 2 columns / contiguous block on column
16 rows / 1 columns / contiguous block on column
2 rows / 8 columns / contiguous block on row
8 rows / 2 columns / contiguous block on column
1 rows / 16 columns / contiguous block on row
4 rows / 4 columns / contiguous block on row
4 rows / 8 columns / contiguous block on row
16 rows / 2 columns / contiguous block on column
2 rows / 16 columns / contiguous block on row
8 rows / 4 columns / contiguous block on column
16 rows / 4 columns / contiguous block on column
4 rows / 16 columns / contiguous block on row
8 rows / 8 columns / contiguous block on row
16 rows / 8 columns / contiguous block on column
8 rows / 16 columns / contiguous block on row
Output file: Larrea.dec

```

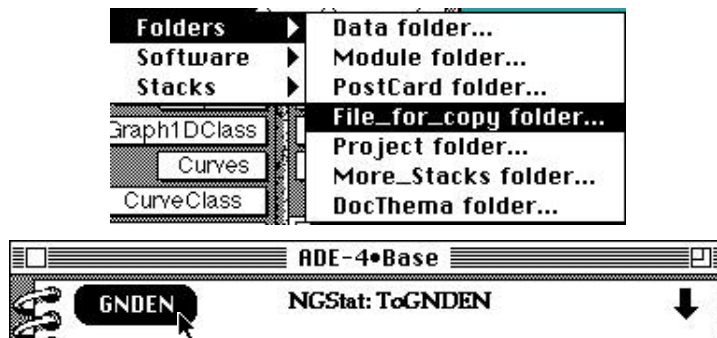
To perform GNDEN analysis

- 1 - Duplicate GNDEN Apl into the data folder
1-SysCom:Desktop Folder:Larrea
 - 2 - Open GNDEN Apl with a double click
 - 3 - See results in the file Larrea.listing
-

Le résultat de l'option est la création des fichiers GNDEN.param et Larrea.dec.



Le premier est ouvert par GNDEN. Sur la carte NGStat : ToGNDEN de la pile ADE-4•Base, le bouton GNDEN duplique le programme dans le dossier de travail s'il n'y est pas. L'original doit se trouver dans le dossier des fichiers à dupliquer :



Le résultat est dans le fichier Larrea.listing :

```

fichier Larrea
+++++
grille no 1

```

Les données sont éditées :

```

2011101001111011
1012210010010000

```

```

1011001111010020
2100010002241101
...
0010121012200110

```

Les statistiques d'hétérogénéité globale et locale sont affichées. Une partie des résultats est extraite pour comparaison avec ¹ p. 98 :

```

denombrement
heterogeneites globale et locale
*****
** taille ** disper. ** indice ** disper. * blocs * nbre **
** des **      **      **      **      *      * blocs**
** blocs ** param. ** geary ** locale * vides * dl bv**
*****
** 1x 1 ** 1.031 ** 999.999 **9999.000 *9999.000 * 0 **
*****
** 2x 1 ** 1.220 ** 2.076 ** -.585 * -.666 * 43 **
*****
** 2x 2 ** 1.341 ** 1.960 ** -1.212 * -.969 * 46 **
*****
** 4x 2 ** 1.671 ** 2.624 ** -1.343 * -1.293 * 30 **
*****
** 4x 4 ** 2.041 ** 2.783 ** -.781 * -.879 * 16 **
*****
** 8x 4 ** 1.544 ** .951 ** -.095 * -.323 * 8 **
*****
** 8x 8 ** 1.853 ** .989 ** .232 * -.148 * 4 **
*****
** 16x 8 ** .050 ** -.679 ** .415 * .032 * 2 **
*****

```

Les statistiques d'hétérogénéité à échelle fixée sont affichées :

```

heterogeneite a echelle donnee
*****
** taille ** variance* nbre ** contag. * nbre **
** des **      * blocs**      * blocs**
** blocs ** locale * vl ** vraie * cv **
*****
** 1x 1 ** .000 * 0 ** -.998 * 46 **
*****
** 1x 2 ** .000 * 0 ** -.478 * 46 **
*****
** 2x 1 ** 1.600 * 1 ** -1.822 * 47 **
*****
** 2x 2 ** 5.303 * 4 ** .540 * 31 **
*****
** 4x 2 ** 20.410 * 10 ** 1.775 * 16 **
*****
** 4x 4 ** 8.941 * 7 ** .908 * 8 **
*****
** 8x 4 ** 7.398 * 4 ** 1.331 * 4 **
*****
** 8x 8 ** 2.199 * 2 ** .530 * 2 **
*****
** 16x 8 ** .050 * 1 ** -.956 * 1 **
*****

```

Les différences observées sur les résultats (*ibidem*) proviennent du mode de regroupement des placettes voisines mais l'interprétation est inchangée. On accepte ici le modèle poissonien. L'analyse de la grille en présence-absence est ensuite décrite :

```

grille transformee en presence absence
mediane= 2
10000000000000000000
000110000000000000
...
00000000000001000
0000010001100000

```

nombre de presences = 37.

```

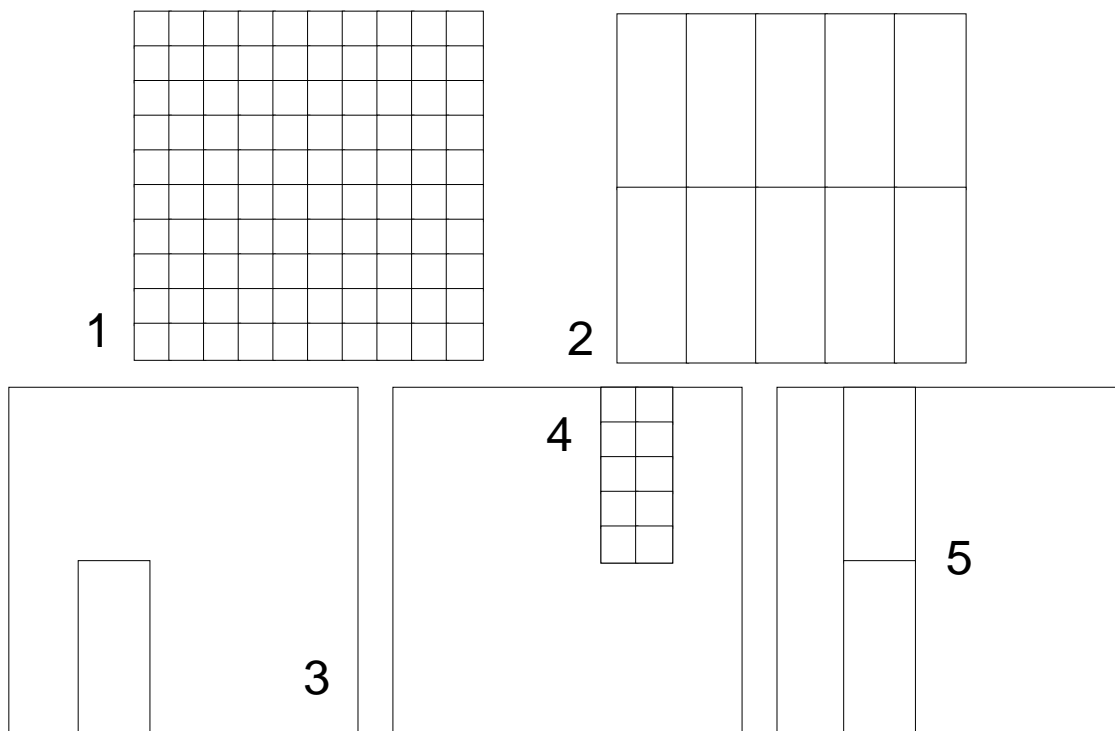
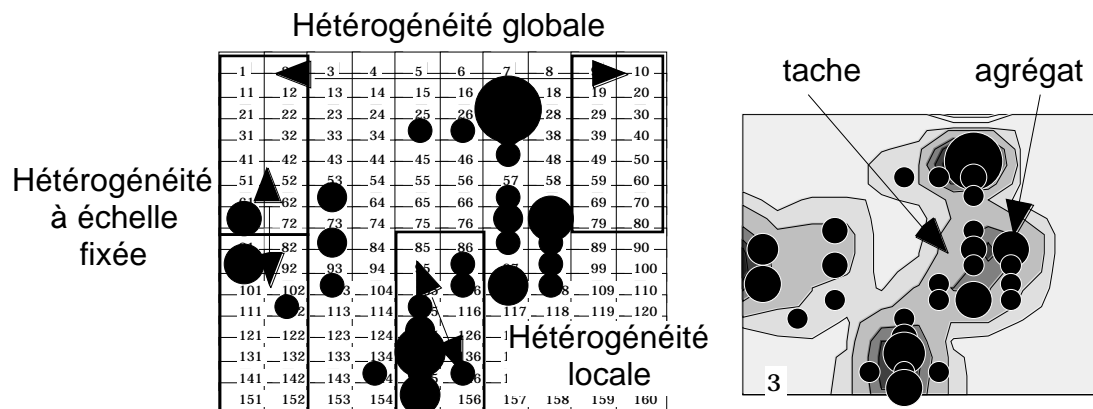
presence-absence
*****
** taille ** disper ** contag * nombre **
** des   ** non   **          * blocs   **
** blocs ** param. ** vraie  * c.v.   **
*****
** 1 x 2 ** 1.718 ** .250 * 8 **
*****
** 2 x 1 ** .999 ** -.866 * 6 **
*****
** 1 x 4 ** 2.570 ** 2.184 * 10 **
*****
** 4 x 1 ** 2.987 ** 1.058 * 12 **

...

** 8 x 8 ** .673 ** -.309 * 2 **
*****
**16 x 8 ** -.692 ** -1.051 * 1 **
*****

```

⚠ Le principe de cette lecture non paramétrique tient dans le schéma :



1 — Grille initiale. **2** — Constitution des blocs de taille k . **3** Hétérogénéité globale (variabilité entre le contenu de tous les blocs de même taille). **4** Hétérogénéité locale (variabilité entre le contenu des case d'un même bloc). **5** Hétérogénéité à échelle fixée (variabilité entre le contenu de deux blocs voisins de même taille).



- 1 Chessel, D. & Gautier, C. (1977) Des statistiques non paramétriques pour l'analyse des données binaires. *Revue de Statistique Appliquée* : 25, 57-73.
Chessel, D. (1978) La description non paramétrique de la dispersion spatiale des individus d'une espèce. In : *Biométrie et Ecologie*. Legay, J.M. & Tomassone, R. (Eds.) Société Française de Biométrie, Paris. 45-135.
Chessel, D. & Gautier, C. (1983) Statistical pattern analysis of a plant population measured by geometric sampling on a limited space. In : *Sampling methods and taxon analysis in vegetation science*. Knapp, R. (Ed.) Dr. W. Junk b.v., The Hague. 61-76.
- 2 Barbour, M.G. (1969) Age and space distribution of the desert shrub *Larrea divaricata*. *Ecology* : 50, 679-685.

Exemples d'utilisation et commentaires :

- Chessel, D. & Donadieu, P. (1977) Introduction à l'étude de la structure horizontale en milieu steppique. III Dispersion locale, densité et niveaux d'implantation chez les ligneux bas. *Acta Œcologica, Œcologia Plantarum* : 12, 221-24.
- Gros, G. (1978) Structure et échantillonnage des peuplements spontanés de framboisiers (*Rubus Idaeus* L.) dans les Vosges. Thèse de 3^e cycle, INRA, Colmar. 1-60.
- Chessel, D. (1979) Etude des structures spatiales en forêt alluviale rhénane. II Analyse de la dispersion horizontale monospécifique. *Acta Œcologica, Œcologia Plantarum* : 14, 361-369.
- Gautier, C. (1979) Analyse des grilles en présence-absence. Cas mono et multispécifique. *Acta Œcologica, Œcologia Plantarum* : 14, 1-12.
- Bouxin, G. & Gautier, N. (1979) Structure de la strate herbacée dans deux pelouses calcaires du district mosan. *Acta Œcologica, Œcologia Plantarum* : 14, 219-231.
- Gloaguen, J.-C. & Gautier, N. (1981) Pattern development of the vegetation during colonization of a burnt heathland in Brittany (France). *Vegetatio* : 46, 167-176.
- Chessel, D. (1981) The spatial autocorrelation matrix. *Vegetatio* : 46, 177-180.
- Bouxin, G. & Le Boulengé, E. (1983) A phytosociological system based on multi-scaled pattern analysis: a first example. *Vegetatio* : 54, 3-16.
- Bouxin, G. (1983) Multi-scaled pattern analysis : An example with Savanna vegetation and a proposal for a sampling design. *Vegetatio* : 52, 161-169.
- Bouxin, G. (1991) The measurement of horizontal patterns in vegetation: a review and proposals for models. In : *Computer assisted vegetation analysis*. Feoli, E. & Orłóci, L. (Eds.) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 337-353.
- Julliot, C. (1992) Utilisation des ressources alimentaires par le singe hurleur roux, *Alouatta seniculus* (Atelidae, Primates), en guyane : impact de la dissémination des graines sur la régénération forestière. Thèse de Doctorat, Université de Tours. 224 p. + annexes.
- Bouxin, G. (1992) Permutation and Monte Carlo tests applied to the measurement of horizontal patterns in vegetation. *Biométrie-praximétrie* : 32, 115-140.
- Colson, M., Pupier, R. & Perrin, A. (1993) Etude biomathématique du nombre de glandes peltées des feuilles de *Mentha x piperita*. *Canadian Journal of Botany* : 71, 1202-1211.

