

Essai de Régionalisation Pluviométrique de l'Espace Mauritanien : Approche Méthodologique

Mohamed Salem OULD MERZOUG
Laboratoire d'Etudes et de Recherches Géographiques
Université de Nouakchott

L'article présenté ici reprend d'importants extraits d'un travail de recherches présenté sous forme de thèse de doctorat¹. Le souci fondamental est de présenter aux utilisateurs des méthodes quantitatives un outil performant d'analyse d'un phénomène mettant en jeu plusieurs facteurs.

Dans cet article où il est question de pluies qui sont bien corrélées dans l'espace nous avons utilisé une classification automatique qui répond à trois préoccupations majeures :

- La définition de la partition des stations en classes
- La définition d'un arbre de classification consistant en un ensemble de partitions compatibles entre elles
- La prise en compte de l'homogénéité des classes.

L' A. C. P. (Analyse en Composantes Principales) utilisée, ici, constitue une description d'un ensemble d'individus (les stations) et des caractères quantitatifs. Basée sur l'étude de la variance ,de la covariance et de la corrélation, elle convient dès lors qu'il s'agit d'un tableau du type individus/caractères.

Les résultats sont donnés sous forme de représentation graphique (nuage de points) Deux ou trois variables sont fortement corrélées d'autant plus qu'elles sont proches l'une de l'autre .

Le but est de remplacer les variables réduites par d'autres progressivement décroissantes qui constituent des espaces pluviométriques. L'algorithme général de l'A.C.P. s'articule autour des points suivant :

- Les données brutes
- Le choix des caractères initiaux.
- L'analyse corrélationnelle.
- L'étude de l'inertie.
- Le nuage des points.
- La classification automatique.

¹ M. S. MERZOUG : "Contribution à la connaissance et à la gestion des ressources hydriques d'origine pluviale en Mauritanie" thèse de doctorat - Tunis Novembre 1987.

I - Données brutes et choix des caractères initiaux

Une région pluviométrique est un tout .Elle se caractérise par sa moyenne, sa médiane, son degré de variation, etc... Nous avons retenu quatre caractères X1 (moyenne), X2 (médiane), X3 (coefficient de variation) et X4 (écart type). Le choix de ces valeurs paramétriques (tableau 1) permet de considérer non seulement le poids moyen des pluies (souvent peu représentatif en raison de l'instabilité inter annuelle) mais intègre un niveau de probabilité qui constitue un risque climatique.

Pour tenir compte de la variation spatio-temporelle de la pluviométrie, nous avons pris en considération le degré de variabilité relative (X3) et absolue (X4).

II - L'Analyse corrélationnelle

La matrice de corrélation (tableau 2) et la figure 1 montrent que les facteurs X1, X2, et X2 sont fortement corrélés positivement. Ainsi peut-on annuler l'un ou l'autre des deux facteurs .

Par contre X3 est fortement corrélé mais négativement avec les trois autres paramètres.

Tableau 1 - Données brutes

Paramètres/Stations	Moyenne-X1	Mediane X2	C.V X3	δ X4
Akjoujt	98.49	69.99	0.59	58.60
Aioun	244.7	237	0.44	109.76
Atar	107.83	89.83	0.48	52.07
Bir Mogrein	39.89	29.99	0.66	26.72
Boghé	291.67	285.13	0.33	97.56
Boutilimitt	170.26	164.18	0.50	86.8
Chinguetti	59.72	55.18	0.57	34.55
Kaedi	347.20	335.18	0.37	131.42
Kiffa	318.26	306.55	0.41	133.13
Nema	276.46	265.13	0.32	90.83
Nouadhibou	40.55	18.11	0.75	30.57
Nouakchott	147.37	102.47	0.48	71.41
Sélibaby	577.42	574.87	0.30	177.73
Tamchekett	231.93	251.50	0.43	99.91
Tijikja	141.75	129.65	0.55	79.34

Tableau 2 - Matrice de corrélation

1 *	1.00			
2 *	0.998	1.00		
3 *	- 0 853	-0.849	1.00	
4 *	0.	0.961	-0.823	1.00

Cette organisation des données s'explique par le fait que la variation est d'autant plus faible que les moyennes pluviométriques sont importantes. A Sélibaby, Station la plus arrosée du pays , le C.V n'est que de 0.30 contre 0.75 à Nouadhibou où la médiane ne dépasse guère 18. 11mm.

Cette situation est étroitement associée à l'exposition ou non aux courants pluvieux : la mousson dont l'épaisseur décroît du sud au nord, les lignes de grain plus actives à l'est qu'à l'ouest. L'importance des moyennes pluviométriques dans la différenciation régionale est confirmée par l'inertie totale dont les 90% sont atteints avec le premier axe factoriel. De même ,les deux premiers caractères contiennent 98% de l'information recherchée.

III- Les Caractères non corrélés

Tout caractère non corrélé Y_i s'écrit comme une combinaison linéaire des caractères initiaux X_1 :

$$Y_i = \sum_{j=1}^{i=4} \alpha_{ij} X_j$$

Pour dégager le sens de ce type de caractère, il importe de classer les vecteurs propres (tableau 3).

Ainsi définit-on les axes suivants :

-L'augmentation de Y_1 signale une dominance des facteurs X_1 et X_2 ,alors que sa diminution traduit l'avantage de X_3 (cf fig.2).

-L'augmentation de Y_2 résulte d'une aggravation de l'instabilité interannuelle .Elle indique une dominance de X_3 et une indigence des pluies.

IV- Nuages des individus et classification automatique

Tableau 3 - Etudes de l'inertie

N°	VALEUR PROPRES	INERTIE	Cu
1	3.728680	93.2170	98.2170
2	0.222350	5.5587	98.7757
3	0.046909	1.1727	99.9458
4	0.002061	0.0515	100.0000

Tableau 4 - Vecteurs propres

1*	0.513	0.511	-0.471	0.504
2*	0.237	-0.247	-0.879	-0.331
3*	0.372	0.478	0.067	-0.796
4*	0.737	-0.674	0.011	-0.055

Tableau 5 - Vecteur propres classés

1*x1	0.513x2	0.511x4	0.504x3	-0.471
2*x1	-0.237x2	-0.247x4	0.331x3	-0.879
3*x2	0.473x3	0.372x3	0.067x4	-0.796

L'étude de l'inertie montre que l'on dépasse 90% de l'inertie totale avec le premier axe factoriel. Celui-ci établit une sélection naturelle (cf fig.3 et 4) .

La projection orthogonale du nuage des stations sur un axe laisse apparaître deux taxons de forme simple (algorithme de Forel) :

- Un ensemble Sahélien
- Un ensemble Saharien

V - Les variantes pluviométriques

V. a La variante sahélienne

Elle se caractérise par des totaux pluviométriques relativement importants. Les moyennes sont partout supérieures à 200 mm de même que les médianes. Ces hauteurs autorisent les cultures pluviales. L'importance de ces valeurs est liée à la

situation par apport aux zones de mousson : Les zones B et C1 (pour en savoir plus cf. 2)².

Dans cet espace, les pluies sont étroitement associées aux phénomènes orageux, soit isolés et stationnaires, soit à des systèmes convectifs complexes qui peuvent engendrer des averses parfois abondantes et intenses.

L'activité orageuse est déterminée par le caractère hygrométrique des masses d'air en présence. On sait que le courant le plus pluvieux est la mousson.

Or l'épaisseur et l'humidité de celle-ci se dégradent à mesure qu'elle pénètre en Afrique de l'ouest. Elle arrive au sud de la Mauritanie asséchée compte tenu de son long trajet continental. On comprend ainsi l'indigence des pluies tropicales d'hivernage dans les régions septentrionales. L'impact des autres entités convectives (ligne de grain) s'atténue puis s'estompe carrément dans les régions occidentales en raison d'un environnement dynamique défavorable : subsidence de l'air, hausse de pression, etc...

Cette structure explique le caractère particulièrement parcimonieux des pluies dans les stations comme Nouakchott et Boutilimitt.

L'individualisation de cette variante se fonde principalement sur des facteurs dynamiques généraux.

L'autre aspect significatif est la relative régularité des précipitations. Les CV à Sélibaby et à boghé sont respectivement de 0.30 et 0.33. Dans cet ensemble prédominent les caractères du climat sahélien franc : Régime unimodal avec une pointe en Août extrême régularité du rythme annuel des pluies. Les coefficients de régularité sont pour toutes les stations supérieures à 0.80 (cf. 3).

La pluviométrie quotidienne dans cette variante se caractérise par une meilleure repartition fréquentielle des tranches 10mm, 20mm et plus. Ainsi à Sélibaby les pluies moyennes ($10 < P < 20\text{mm}$) sont aussi fréquentes que les grosses averses.

Cet ensemble n'est pas homogène. La station de Sélibaby s'en détache par des pluies très probables (dépassées dans 99% des cas) relativement appréciables. Ainsi pourrait-elle être intégrée à la zone nord-soudanienne si on admet que les limites conventionnelles de celle-ci sont 250 et 750 mm. Cela transparaît nettement à travers la projection orthogonale sur l'axe factoriel qui individualise nettement Sélibaby. Nous n'avons pas pu considérer un troisième taxon en raison de l'absence d'autres éléments. Ainsi, l'avions nous appelé nuance sublumide sahélienne.

² M. S. Merzoug op. cite

$$3 - - - - = 1 - \frac{6\sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

n = couple de rangs

d = différence entre deux rangs d'un couple

V. b La variante désertique

Elle couvre les 4/5 du pays (fig 5) Elle concerne le nord des régions de l'assaba, des deux hodhs, du trarza, les plateaux du tagant et de l'adrar, l'Inchiri, les régions de Dakhlet -Nouadhibou et de Nouakchott.

Toutes ces composantes correspondent à la fois à des plaines et des plateaux. Cela prouve, si besoin est, la non-sensibilité de la pluviométrie à l'orographie.

Cette variante se caractérise par la faiblesse des moyennes pluviométriques qui sont partout en deçà des hauteurs qui permettent la pratique des cultures pluviales. Le nombre moyen annuel des jours de pluies est inférieur à 20.

Les effets de l'indigence de la pluviométrie sont exacerbés par son instabilité interannuelle. Les C.V. atteignent des valeurs très élevées : 0,78 à Nouadhibou, 0,57 chinguetti, 0,55 à Tijikja et 0,50 à Boutilimitt.

Le facteur latitudinal introduit des nuances dans cet espace. Les pluies sont plus faibles au nord qu'au sud. Cette même dissymétrie existe entre les stations occidentales et orientales.

En effet, on constate que sur le littoral (Nouadhibou et Nouakchott) la pluviométrie baisse très sensiblement pour atteindre les plus faibles hauteurs enregistrées en Mauritanie.

Cela s'explique par des conditions atmosphériques défavorables. Les alizés qui couvrent ces stations sont soit des alizés continentaux (chauds et secs), soit continentalisés ou maritimes stables.

En outre les stratifications aérologiques liées aux discontinuités qui se manifestent dans ces régions n'autorisent que des formations nuageuses ne s'accompagnant pas nécessairement de pluies.

Il s'agit d'un ensemble de stations excentrées par rapport aux courants pluvieux déjà reconnus au niveau de la première variante.

L'importance des jours à averses faibles (< 10mm), la faiblesse des pluies les plus probables (5 à chinguetti, 0 à Nouadhibou), l'importance des pluies hivernales qui peuvent contribuer à 40% dans la formation du total annuel et enfin le décalage du maximum pluviométrique en septembre constituent les principaux caractères de cette variante.

L'étude de ces variantes a clairement montré que la totalité du territoire mauritanien appartient au domaine saharo-sahélien. L'isohyète 600 mm ne pénètre plus dans le sud du pays, même pas une année sur deux.

Malgré la relative homogénéité des espaces des nuances apparaissent en raison de l'influence déterminante de la position par rapport aux masses pluvieuses et au littoral. L'orographie participe très faiblement au compartimentage pluviométrique.

L'esquisse de régionalisation proposée ici, mérite d'être affinée. Le caractère jeune et lâche du réseau stationnel et donc de l'aspect fragmentaire de l'espace envisagé ne pouvait donner lieu qu'à une approche schématique. Mais dans l'ensemble la technique utilisée est performante. Elle convient bien à l'objectif visé. Les contours des variantes sont valables mais une meilleure couverture du territoire permettrait sans nul doute d'opérer une régionalisation plus soutenue..

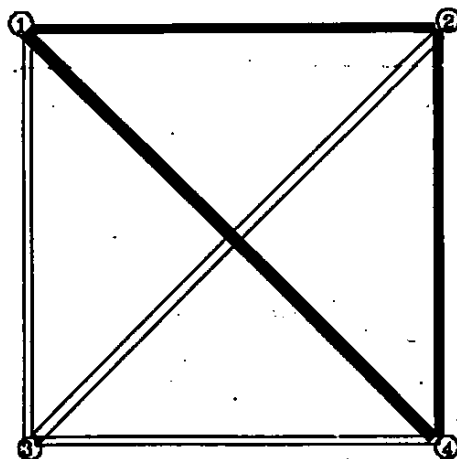


Fig1:SCHEMA DES CORRELATIONS

■ correlation positive ds $[0,8 -1[$
 □ correlation négative ds $] -1 -0,8]$

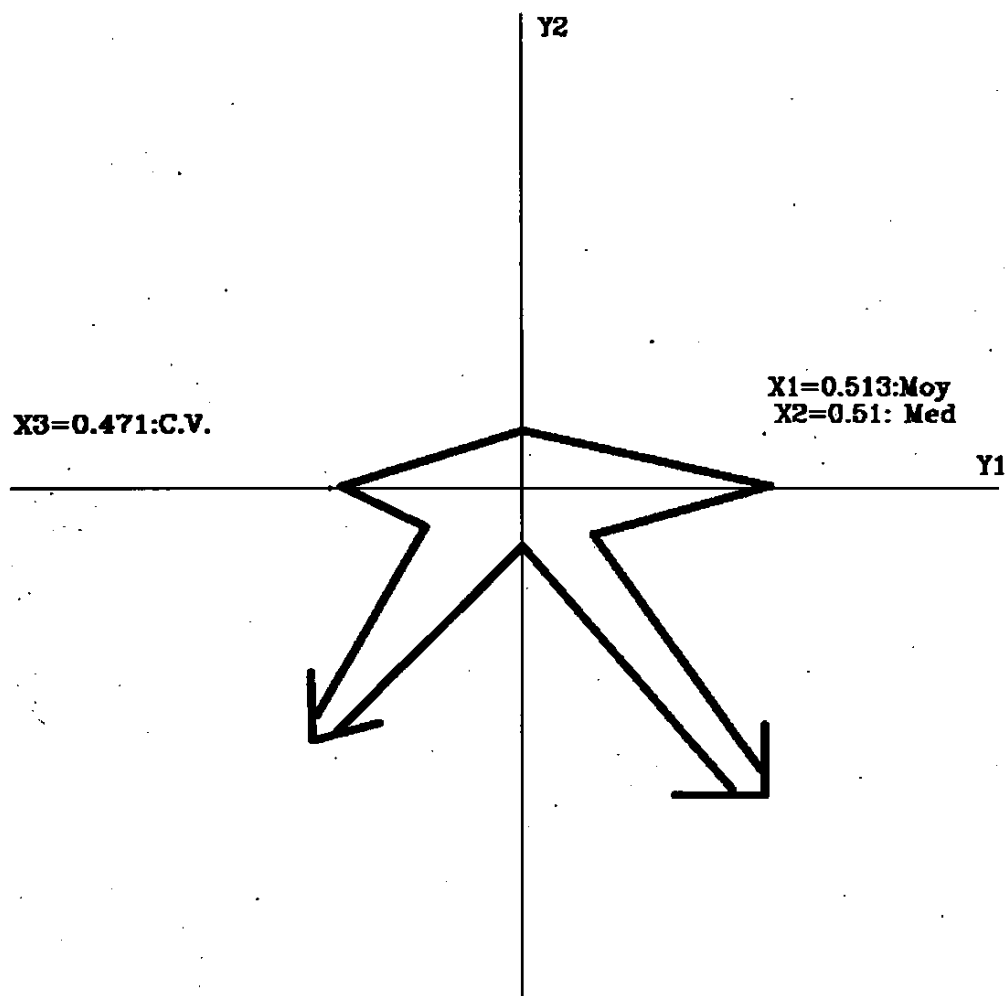


FIG2:ETUDE DES CARACTERES NON CORRELES y_i
(SENS DES AXES)

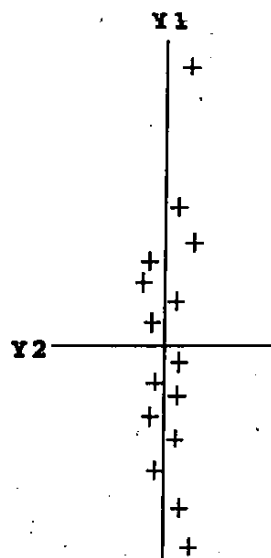


FIG3 : NUAGE DES STATIONS MAURITANIENNES (ACP)

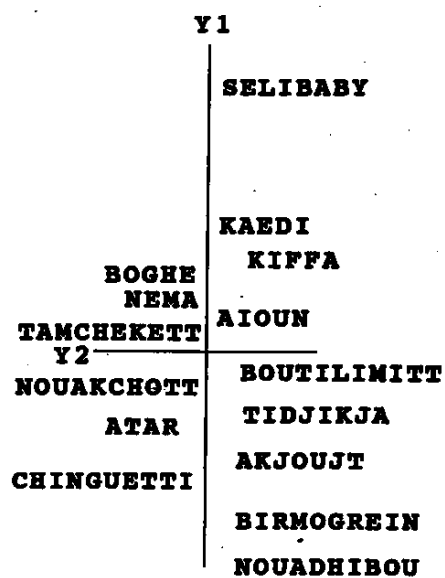


Fig4 : ESPACES PLUVIOMETRIQUES