

Etude statistique des apports liquides et optimisation d'un réseau pluviométrique par analyse multidimensionnelle : le cas du Bassin hydrographique de la Tafna

Ali DAKICHE & Boucheta BENAINI, Université d'Oran

Dans ce cadre, cette étude est une contribution à la définition des régimes pluviométriques et à l'évaluation des ressources en eau de surface de ce grand bassin de la Tafna. Pour atteindre cet objectif la méthodologie appliquée qui est la régionalisation des paramètres hydrologiques, aboutit par le traitement et l'optimisation des données disponibles, d'origine et de nature diverses (caractéristiques physiques du bassin, hauteurs des pluies et des cours d'eau...), à fournir une description régionale de la ressource et à mieux cerner les stations représentatives du bassin.

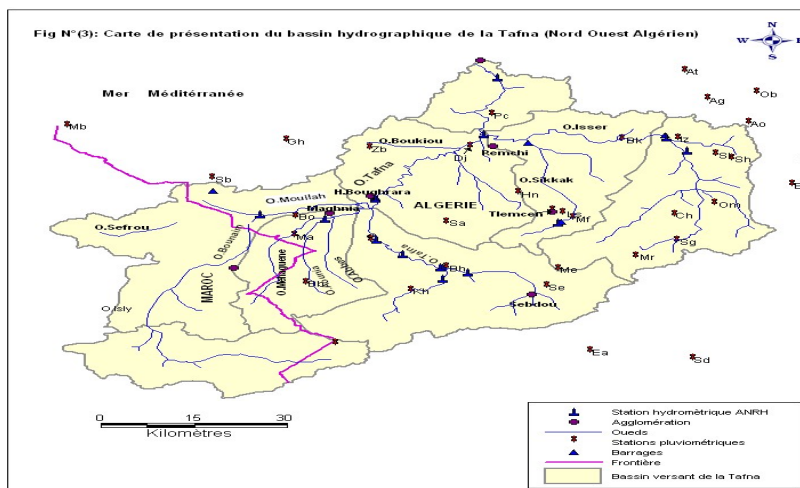
Les résultats obtenus ont été analysés régionalement, ajustés et cartographiés selon les régimes hydrologiques auxquels est confronté le bassin versant à l'échelle annuelle.

I- Situation géographique et caractéristiques physiques du bassin.

Situé à l'extrême Ouest du pays, le bassin de la Tafna, couvrant une superficie de 7245 km² à l'exutoire, est contrôlé hydrologiquement par une vingtaine de stations de jaugeage, réparties uniformément selon ses principaux affluents hydrographiques, et une quarantaine de postes pluviométriques dont 15 enregistreurs et 08 postes d'observations climatologiques. Il est constitué de huit sous bassins pratiquement montagneux drainés par des affluents généralement pérennes en altitude par des résurgences latérales aux piémonts du haut relief à caractère karstique carte (1).

Se référant à la période humide antérieure à 1975, les potentialités superficielles du bassin de la Tafna sont évaluées à près de 330 Hm³ dont près de 60 Hm³ proviennent de la partie Marocaine (sous bassin de Mouilah), soit un taux d'écoulement de 18%, constituant les eaux de ruissellement externe. Le volume annuel mobilisé par les barrages dans ce bassin ne dépasse pas les 220 Hm³. Cet apport reste insuffisant pour satisfaire tous les besoins en eau de la région.

Le bassin de la TAFNA s'apparente à celui de toute la région méditerranéenne, présentant un climat doux et humide. La température moyenne annuelle est d'environ 15,5°C. En été, les deux mois les plus chauds, juillet et août, ont une température moyenne de 26°C. L'évaporation sur nappe d'eau libre atteint la valeur moyenne annuelle de l'ordre de 1250 mm.



II-Analyse multidimensionnelle

Méthodologie.

L'étude hydrologique d'un bassin versant dépend directement des données disponibles observées et des mesures effectuées sur l'ensemble des stations hydroclimatologiques à l'intérieur comme au voisinage du bassin, ainsi que de leur répartition spatio-temporelle. C'est ainsi que la fiabilité d'une telle étude a nécessité, d'une part, une analyse critique approfondie des données hydrologiques de base, et d'autre part, une revalorisation du degré de confiance des fichiers exploités dans ce but.

A ce titre, notre contribution porte sur une chaîne de traitements statistiques des données multidimensionnelles pour avoir une approche d'étude du régime hydropluviométrique, voire hydrologique du bassin de la TAFNA.

L'étude que nous présentons est une contribution à la définition des régimes pluviométriques et à l'évaluation des ressources en eau superficielle du grand bassin de la Tafna tout en analysant les régimes hydrologiques que subissent les différentes parties de la région. La méthodologie appliquée qui est la régionalisation des paramètres hydrologiques, aboutit par le traitement et l'optimisation des données disponibles, d'origine et de nature diverses (caractéristiques physiques du bassin, hauteurs des pluies et des cours d'eau...), à fournir une description régionale de la ressource.

Les résultats obtenus ont été analysés régionalement, ajustés et cartographiés selon les régimes hydrologiques auxquels est confronté le bassin versant à l'échelle annuelle. Ils mettent en évidence le caractère fortement explicatif de la pluviométrie et de la dimension du bassin versant dans la genèse et l'importance des écoulements, le milieu physique étant pris en charge par la cartographie des sous régions climatiques et structurales homogènes. Notons à cet effet, que les traitements et analyses des données se sont basés sur les logiciels suivants : STATISTICA, KYPOLT et HYDROLAB.

1. Données disponibles et analyse descriptive des apports

La première étape a été consacrée à la collecte et à la critique des données disponibles situées à l'intérieur comme à l'extérieur immédiat du bassin et qui ont concernées finalement que 43 stations qui semblent présenter une assez longue période commune d'observations et qui a servi de base pour analyser les différents régimes des précipitations de la région ramenés à une période de référence (1963-2005) dont nous avons jugé de la bonne représentativité climatique. Les résultats des régimes d'écoulement superficiel des principaux affluents du bassin selon le même principe seront publiés dans les prochains numéros.

Dans la deuxième étape, nous avons cherché à mieux appréhender la connaissance des régimes hydrologiques en les caractérisant et en les distinguant spatialement à l'aide des analyses multivariées des données pluviométriques. Ceci a permis de déterminer trois ou quatre axes factoriels représentant le vecteur régional des zones homogènes à l'intérieur desquelles nous avons, dans une troisième étape, recherché des relations liant les caractéristiques de l'écoulement (débit moyen mensuel) aux caractéristiques pluviométriques et physiques des sous bassins versants par des formulations de modèle et de simulation. Les résultats obtenus ont été analysés régionalement, ajustés et cartographiés.

L'intérêt de cette étude est de régionaliser les stations selon leur informativité pluviométrique et de rechercher l'axe régional par analyse en composantes principales, ainsi que par la classification hiérarchique des nuées dynamiques.

Quant à l'écoulement fluvial, nous avons jugé utile d'établir une statistique descriptive des apports liquides et des débits maxima annuels à l'exutoire du bassin (station de Pierre du Chat).

2. Evolution climatique.

Si l'on tient compte de l'évolution de l'atmosphère à l'échelle régionale, les éléments ou généralement les facteurs climatiques subissent sans cesse des fluctuations dans le temps comme dans l'espace, en présentant des oscillations irrégulières à caractère cyclique.

Remontant au début du siècle dernier, l'évolution pluviométrique a été bien marquée par une succession de périodes de sécheresse par leurs durées-intensités (1924-27, 1939-47, 1955-62 et 1975 à ce jour). On peut dire très schématiquement qu'une sécheresse remarquable se produit tous les 20-30 ans, de façon prolongée.

Tenant compte de ces aléas climatiques qui risquent d'accentuer le caractère déficitaire des ressources en eau, la dernière sécheresse enregistrée à l'Ouest du pays, est la plus longue (25 années successives) et exceptionnelle par son intensité jamais observée. On trouve pendant cette période les trois plus faibles totaux annuels du siècle.

Par conséquent, le régime des apports superficiels a subi également une diminution d'écoulement évalué à près de 27%, confirmant ainsi celui des précipitations qui a accusé un taux de 23% si l'on se réfère à l'échelle séculaire.

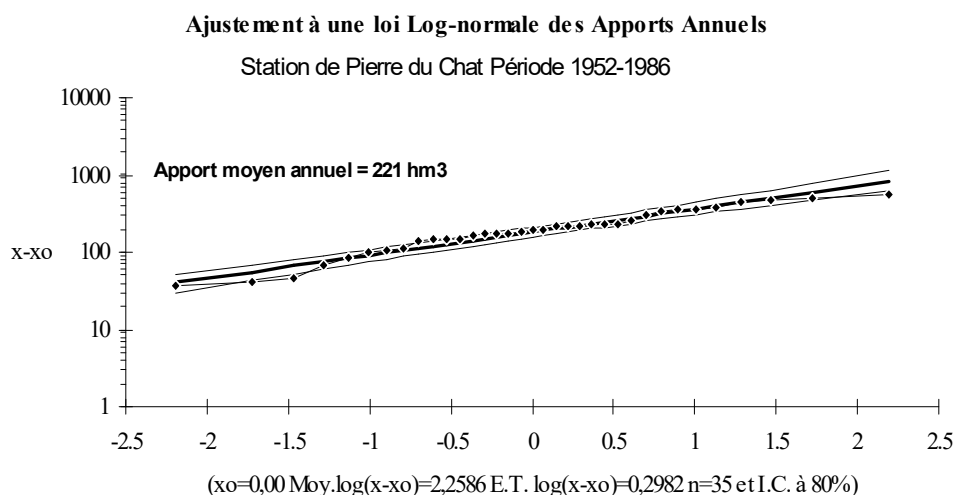
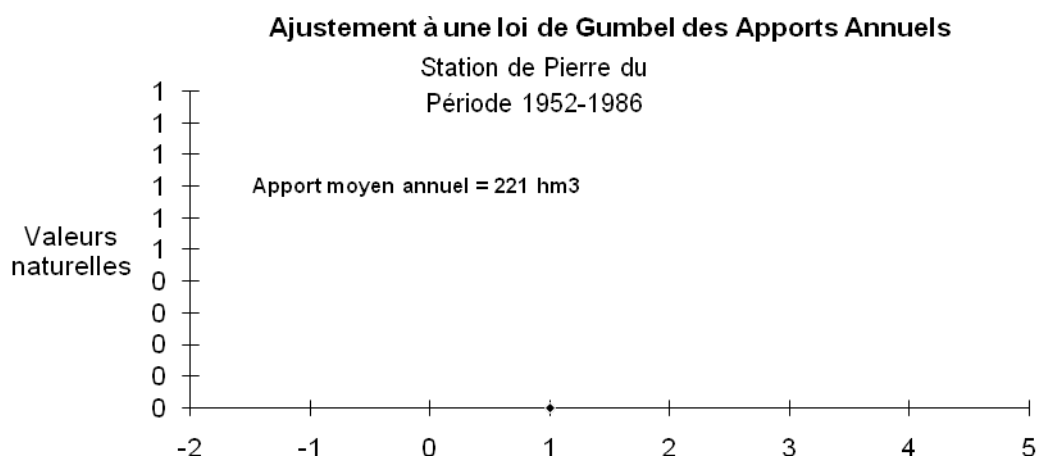
De par les estimations des ressources par bassin, il est montré que la sécheresse a fortement sévi, ces dernières décennies, dans la région ouest avec un taux déficitaire environ de 30%, voire plus de 40% par endroits dans le bassin de la Macta. Cette réduction en apports liquides a été moins ressentie dans la région Centre (27%), et encore moins dans la partie orientale du pays où le déficit a été observé moins de 20% par rapport à la période antérieure plus ou moins humide.

En ce qui concerne le bassin de la Tafna, le volume d'informations pluviométriques y recueillies est constitué d'une soixantaine de stations réparties de façon plus ou moins uniforme, couvrant aussi bien l'intérieur que l'extérieur du bassin, sauf dans la partie marocaine où seules quelques stations (Oujda, Sidi Ali, Ahfir...) ont servi de base pour extrapoler les isohyètes vers l'extrême limite du bassin. Ainsi donc, compte tenu du nombre réduit de stations ayant fonctionné sur une longue période, nous sommes limités à exploiter seulement la pluviométrie enregistrée durant la période postérieure à 1963 pour des raisons de disponibilité de séries non lacunaires d'une part, et dans le souci de traiter une analyse factorielle pluviométrique prenant en compte les contraintes climatiques récemment ressenties par l'exploitation des eaux superficielles.

3. Statistique des apports liquides.

L'expérience confirme pleinement la règle qui stipule que la distribution des ruissellements dans un bassin soumis à un régime unique méditerranéen, s'ordonne suivant les mêmes lois statistiques que les distributions des précipitations du bassin correspondant.

En effet, le bassin de la Tafna subit intégralement l'influence du régime méditerranéen. En particulier, les apports annuels à la station de Pierre du Chat dont les coordonnées étant $X=122.4$, $Y=213.2$ et $Z=55$ m, s'ajustent mieux suivant la loi de Galton relativement à celle de Gumbel. Les résultats de fréquence donnée sont représentés statistiquement ci-dessous tant pour la période humide que pour la période sèche. La période des observations est suffisamment longue (1952-86) pour mieux estimer les paramètres fréquentiels de la série des débits.

Graphe N° 2-1 :- Ajustement Statistique en loi de Galton des Apports Annuels à Pierre du Chat**Graphe N°. 2-2 :- Ajustement Statistique en loi de Gumbel des Apports Annuels à Pierre du Chat**

Le graphe n°. 2-1, montre l'ajustement des apports en loi Log-Normale, au seuil de 0.05 (95%) dont la distribution des observations semblent être adéquate.

L'analyse statistique sur la série des apports annuels a été traitée en loi de Galton, comme en loi moins forte de Gumbel, qui s'adapte mieux à ce type de variable. Par contre, les valeurs de faibles fréquences sont plutôt bien représentées par la loi de Gumbel. Les équations d'ajustement des deux lois sont de la forme logarithmique et linéaire, donnant les expressions suivantes :

$$\log(App) = 0.2682 U + 2.2586 \quad (2-1)$$

$$App = 105.25 Y + 160.9$$

Où : U ; est la variable de Gauss, et Y ; est la variable de Gumbel.

Les apports annuels fréquentiels, analysés statistiquement, sont récapitulés ci-dessous :

Tableau N° 2-1 : Apports Annuels Fréquentiels à la station de Pierre du Chat Période de 1952-1986

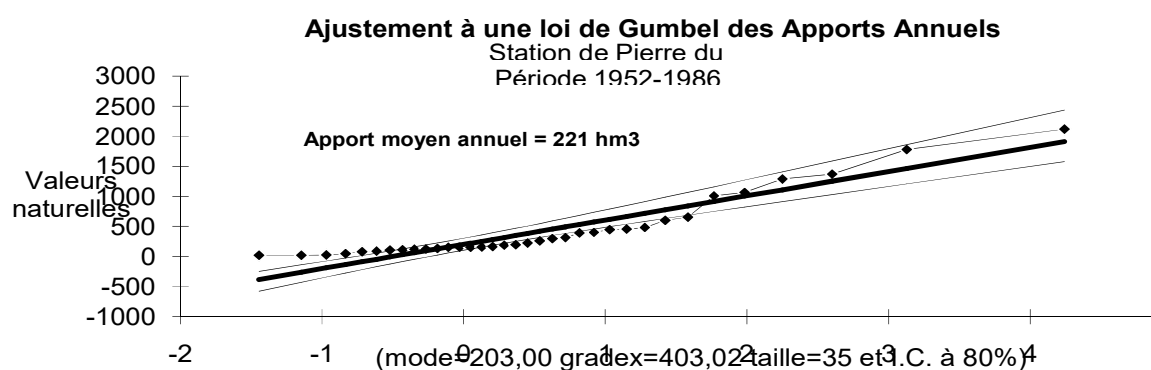
Fréquence	0.500	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
Tps retour	2	10	20	50	100	1000
U de Gauss	0.000	1.282	1.644	2.054	2.330	3.100
Période humide	190	418	517	658	763	1207
Période sèche	190	79	64	50	43	27
Y de Gumbel	0.367	2.25	2.97	3.902	4.6	6.907
Apports Gumbel	200	398	473	572	645	888

Ainsi, l'apport annuel moyen à cette station pour une série d'observation de débits est évalué à **221 hm³** par an. Il est à noter que le site de cette station correspond en effet à

l'exutoire du bassin dont la superficie est de l'ordre de 6900 km². C'est dans ce contexte que les traitements en ce sens se sont basés sur les observations et les mesures enregistrées à cette station en matière des apports ou des débits de pointe des crues.

Quant à la série des débits maxima annuels, représentée ci-dessous, l'alignement des valeurs est beaucoup mieux acceptable pour les mêmes lois de distribution statistique.

Le débit maximal de pointe annuel est estimé à près de **440 m³/s**.

Graph N°2-3 :- Ajustement à une loi de Gumbel des Débits maxima Annuels à Pierre du Chat, Période 1952-1986

$$Q_{\max} = 403.0Y + 203.0 \quad (2.2)$$

Avec Y ; la variable de Gumbel.

Tableau N° 2-2 : Débits maxima Annuels Fréquentiels à la station de Pierre du Chat Période de 1952-1986

Fréquence	0.500	0.900	0.950	0.980	0.990	0.999
Tps retour	2	10	20	50	100	1000
U de Galton	0.000	1.282	1.644	2.054	2.330	3.100
Période humide	334	1163	1519	2008	2375	3776
Y de Gumbel	0.367	2.25	2.97	3.902	4.6	6.907
Période humide	351	1110	1400	1776	2057	2987

II- Analyse factorielle.

Introduction:

La statistique classique s'est axée sur l'étude d'un seul caractère (ou variable) mesuré sur un petit ensemble d'individus en développant des notions d'estimation et de tests fondés sur des hypothèses très restrictives. Cependant, dans la pratique, les individus

observés sont fréquemment caractérisés par un grand nombre de caractères dont l'analyse des données offre des méthodes d'approche globale de ces variables, mettant en évidence des liaisons, des ressemblances ou des différences de valeurs. Pour ces raisons, on plonge individus et variables dans des espaces géométriques par des transformations mathématiques diverses tout en faisant la plus grande économie d'hypothèses, puis on fait appel à des configurations utiles des données pour les visualiser dans un plan ou les classer en groupes homogènes, et ceci, tout en perdant le minimum d'informations initiales.

Cette approche descriptive multidimensionnelle a connu depuis son apparition opérationnelle (H. Hotelling, 1933) une multitude d'applications dans tous les domaines où l'observation des phénomènes complexes est nécessaire : Sciences naturelles, physiques et humaines. Les techniques de base traitées dans ce présent mémoire sont respectivement consacrées à l'étude d'influence corrélatoire spatialisée, à l'Analyse en Composantes Principales et aux méthodes de classification par des nuées dynamiques.

Les données brutes des échantillons dont on dispose, supposent vérifiées certaines hypothèses de l'analyse multidimensionnelle. L'ensemble des variables est donc présumé être homogène et multinormal. Dans ce cas, les individus (variables temporelles) et les caractères (stations du bassin) deviennent comparables, et il est possible de mesurer respectivement les proximités relationnelles entre eux.

Ici, nous disposons de deux fichiers principaux de base dont le premier, constitué d'un seul paramètre (pluie mensuelle ou annuelle), va nous permettre d'appliquer une chaîne de traitements statistiques tels que l'analyse en composantes principales pour la régionalisation du bassin, l'ordonnancement préférentiel pour l'informativité du réseau et la classification automatique pour l'homogénéisation des stations.

Le second fichier est constitué de deux paramètres différents, l'un forme un vecteur des variables expliquées comme prédicteurs (débits maxima enregistrés à l'exutoire du bassin), l'autre, composé d'une matrice dont chaque colonne constitue les pluies maximales quotidiennes des stations du bassin, comme prédicteurs. Cela consiste, à titre de modèle de régression, à déterminer une relation multilinéaire entre les crues et les différentes quantités de pluies journalières maximales enregistrées dans le bassin.

1. Domaine d'influence d'une station.

Hormis certains travaux ponctuels effectués particulièrement par l'université de Tlemcen tant sur le plan descriptif des données chronologiques des écoulements de l'un des principaux affluents que sur le plan d'analyse des événements hydrologiques, le bassin de la Tafna a fait l'objet d'une étude approfondie en matière de régimes hydropluviométriques auxquels sont soumises les différentes parties climatiques du bassin. Cette étude élaborée et développée par l'ANRH (Etude statistique multidimensionnelle des régimes hydropluviométriques de la Tafna, par A. Dakiche 1993) tout en explorant d'apporter toute une masse de données pluviométriques disponibles enregistrées durant la période 1973-1993.

A ce titre, plusieurs techniques de traitements matriciels ont été développées dont l'objet était de confirmer, de compléter et d'améliorer les connaissances sur les régimes hydrologiques que ne cessent de subir les régions ouest du pays. L'objectif essentiel était de pouvoir déterminer un vecteur régional susceptible d'expliquer les différents phénomènes responsables des variations pluviométriques tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du bassin très accidenté, couvrant une superficie de 7245 km². C'est ainsi qu'il a été adopté toute une série d'analyses statistiques multidimensionnelles en se basant sur la détermination des proximités corrélatoires entre les postes d'observation à l'échelle mensuelle comme à l'échelle annuelle. La matrice de corrélation entre

individus reste la principale variante d'estimation du degré de liaison pouvant caractériser la ressemblance des profils des précipitations et l'homogénéité des zones climatiques.

L'analyse multidimensionnelle laisse supposer vérifiées certaines hypothèses de normalité des variables observées dont, dans ce cas, les individus (variables temporelles) et les caractères (stations du bassin), deviennent comparables, et il est possible de mesurer respectivement les proximités relationnelles entre eux. Le fichier principal de base est constitué d'un seul paramètre monovarié (pluie mensuelle ou annuelle), permettant d'appliquer une chaîne de traitements matriciels pour tenter d'esquisser la régionalisation du bassin par l'analyse d'influence préférentielle pour l'informativité du réseau, en mettant grossièrement en relief quelques sous zones climatiquement distinctes par leur aspect variationnel des sites de mesure].

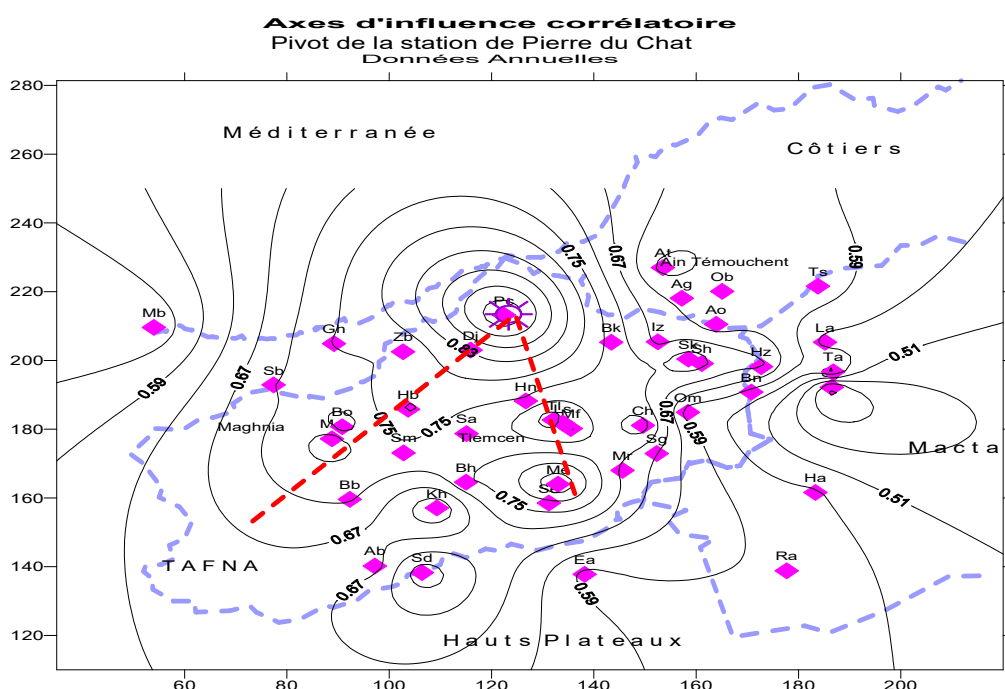
Nous disposons, en ce sens, de 43 stations réparties de façon plus ou moins uniforme dans le bassin, formant une matrice d'observations mensuelles sur une période de 40 années (1963-2003). Les coefficients de corrélation entre les stations étant connus, il est donc possible d'établir sur une carte de bassin, les isocorrélations par rapport à une station fixée auparavant qu'on appelle Pivot d'axes d'influence corrélatoire.

On obtient alors les limites des zones d'influence de chaque station, ainsi que les directions privilégiées dans lesquelles la corrélation est plus significative. Les courbes isocorrélations forment, en principe, des lignes circulaires plus ou moins étirées dans une direction bien marquée où l'influence de la station est la plus remarquable. Ce caractère globalement circulaire traduit la cohérence et l'homogénéité du fichier. On vérifie bien que les isolignes ne se coupent jamais et que, plus la distance entre les stations n'est grande, moins ces dernières sont liées par principe. Ce caractère de corrélation est perturbé sensiblement dans un bassin accidenté où le relief prédomine.

Les cartes ainsi établies en matière de corrélation confirment que, dans l'ensemble du bassin, le régime pluviométrique méditerranéen influe énormément sur les stations de manière globale ; le plus faible coefficient de corrélation est relevé pour les stations limitrophes au bassin, soumises au régime continental pratiquement opposé ($R=0.50$).

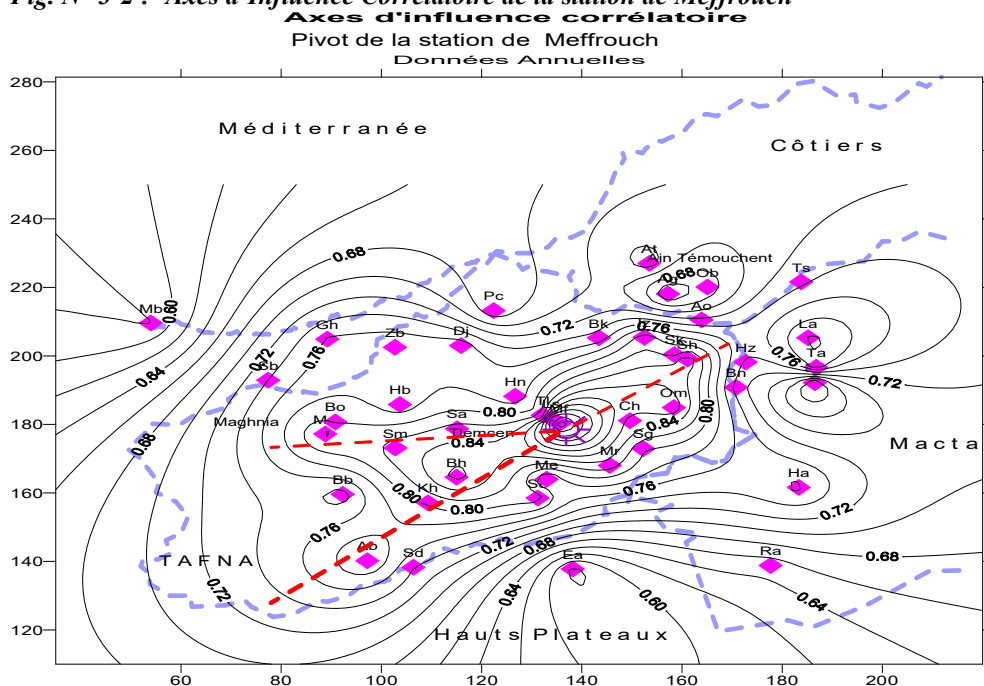
A titre indicatif, la station de Pierre du Chat (n° 43), est corrélée à d'autres stations dans le bassin, suivant deux directions privilégiées Nord Sud-Ouest et Nord Sud, contournant le relief des monts de Tlemcen qui a déformé les isolignes. La partie Sud Est présente des courbes très serrées, en raison de la zone mixte dont le haut relief joue le rôle d'écran séparateur (Fig. N° 3-1).

Fig. N° 3-1 :- Axes d'Influence Corrélatrice de la station de Pierre du Chat



Par contre, la station de Meffrouch (n°. 39) est étroitement liée avec les autres stations où les isolignes sont pratiquement circulaires, mettant en évidence l'axe Nord-est Sud-ouest comme direction privilégiée d'influence. Le pic montagneux, à proximité, est particulièrement marqué par l'irrégularité des courbes dues au relief très accidenté en altitude (Fig. N° 3-2).

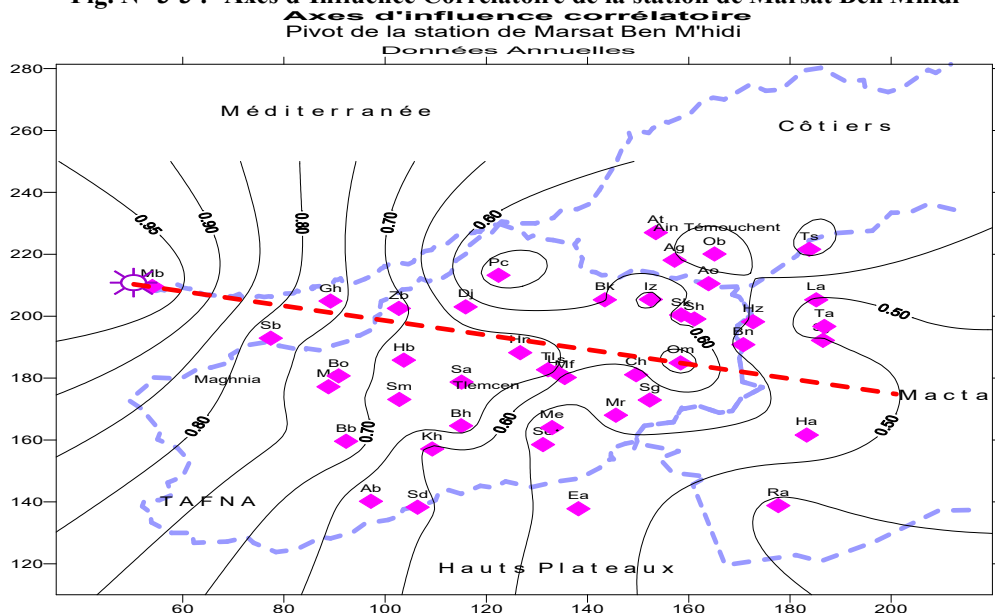
Fig. N° 3-2 :- Axes d'Influence Corrélatrice de la station de Meffrouch



A l'Ouest, la station de Marsat Ben M'hidi (n°. 03) présente une liaison préférentielle suivant l'axe Ouest-Est. Sur cet aspect d'axe régional, le bassin de la

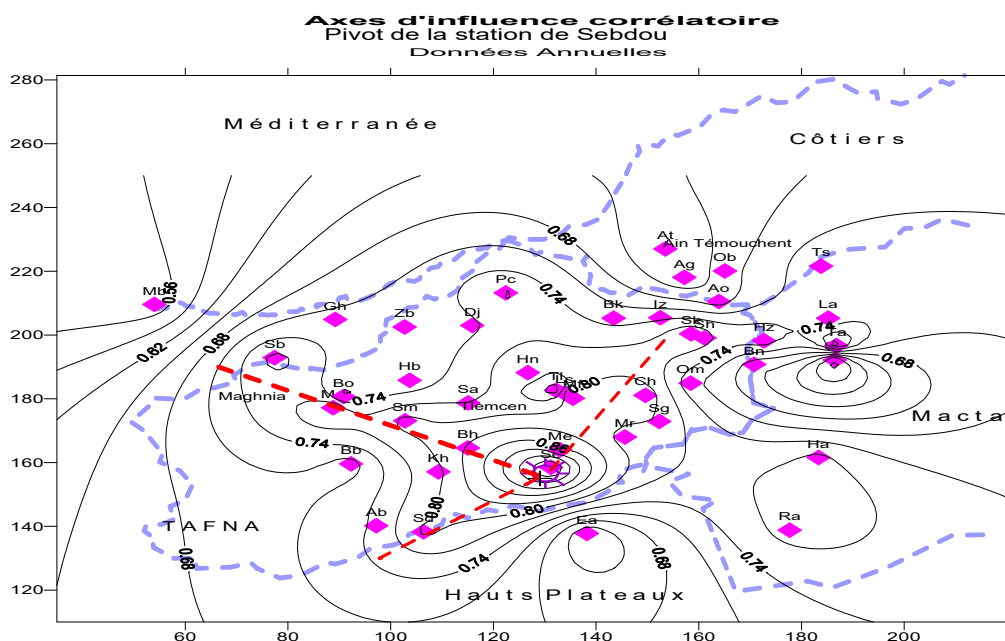
Tafna, à l'Est, est soumis de manière déterminante au régime pluviométrique méditerranéen, épousant la même direction d'influence corrélatoire. Sur les crêtes, les isolignes sont relativement irrégulières ; ce qui se traduit par un relief non uniforme, constituant un écran climatique séparateur en matière de corrélation (Fig. N° 3-3).

Fig. N° 3-3 :- Axes d'Influence Corrélatoire de la station de Marsat Ben Mhidi



Par ailleurs, pour la station de Ben Badis (n°. 13), située à l'extrême Est du bassin, surmontée par le relief de Tadjemout très déterminant, l'influence est axée Est-Ouest, dans le prolongement de crêtes des Monts de Tlemcen. Au Nord, le passage d'un versant à l'autre est marqué par le changement de convexité des isocorrélations. Enfin, la station de Sebdou (n°. 22), au Sud du bassin, marque nettement l'axe préférentiel Est Nord-Ouest, montrant ainsi l'homogénéité du versant de la haute Tafna exposé directement au régime méditerranéen (Fig. N° 3-4).

Fig. n°. 3-4 :- Axes d'Influence Corrélatoire de la station de Sebdou



Compte tenu des cartes précédentes, on peut affirmer que, dans tous les cas de figure, l'effet orographique joue le rôle d'écran climatique séparateur ou de perturbateur de régimes pluviométriques entre deux zones orographiques distinctes à caractères corrélationnels différents.

Ordonnancement préférentiel : Optimisation Informatrice du réseau

L'ordonnancement préférentiel consiste à classer un réseau de stations pluviométriques par ordre croissant ou décroissant de représentativité du bassin donné. L'objectif essentiel rentre dans le cadre de l'optimisation et de développement d'un réseau d'observations.

A. Méthodologie.

Par la méthode dite de redondance maximum, la station, la mieux représentée de l'ensemble des stations, est déterminée par la matrice carrée de corrélations (symétrique, réelle), qu'on inverse mathématiquement. La représentativité maximale correspond à l'élément maximal de la diagonale de la matrice inversée qu'on note :

$$R1(k,k) = \max[r(i,i)] \quad (3-1)$$

où l'indice K affecte le numéro de la station qui est la mieux représentée par le reste du réseau.

On élimine alors la station d'ordre K en supprimant la K -ième ligne et la K -ième colonne et on obtient, au premier rang, la matrice de corrélation initiale d'ordre $N-1$ (la station d'ordre K étant enlevée). A la i -ième station, on dispose d'une matrice notée R_i ($N-i, N-i$) qui est la matrice de corrélation initiale à laquelle on a enlevé les i lignes et colonnes correspondant aux i stations les mieux représentées des stations restantes, et ce jusqu'à la dernière itération $i=N-1$.

Le classement ainsi obtenu correspond à l'ordre des stations les mieux corrélées avec les autres, donc les plus redondantes et les moins intéressantes quant à leur informativité variationnelle. Ces stations peuvent être alors négligées dans le cadre de l'optimisation du réseau.

La méthode de la redondance minimum pourrait être utilisée inversement en appliquant le même algorithme, mais en recherchant l'élément minimal de la diagonale de la matrice inverse au lieu de l'élément maximal, tel que :

$$R2(k,k) = \min[r(i,i)] \quad (3-2)$$

On obtient, alors, un classement de stations par ordre décroissant d'importance ou d'informativité. Ceci se traduit par l'ordre des stations les moins redondantes ou les moins corrélées avec d'autres stations. La station de rang 1 est la moins représentative du bassin et la plus informative, donc la plus importante à retenir dans le réseau à optimiser éventuellement.

B. Application

Appliqué au fichier mensuel comme annuel des précipitations, constitué de 43 stations à 480 valeurs mensuelles chacune (40 années), l'ordonnancement préférentiel par ordre croissant ou décroissant donne les résultats des deux classements qui, tous deux, confirment en moyenne l'ordre du degré d'informativité, exceptées les dernières stations qui semblent avoir des quantités d'information légèrement désordonnées du fait des fortes corrélations entre stations.

Le tableau N°.3-1 dont les résultats des classements, respectivement de représentativité et d'informativité, nous a permis d'optimiser le réseau par ordre croissant des stations à retenir.

La figure N°.3-6 montre le réseau optimisé par ordre croissant d'informativité en retenant les stations les plus représentatives du bassin. Autrement dit, il s'agit du réseau

optimal réduit de stations, susceptibles de fournir autant d'informations variationnelles des pluies dans le bassin que dans le réseau global initialement pris en compte.

A cet effet, un programme informatique a été élaboré ayant pour fonction de mettre en forme et en place les résultats de l'ordonnancement préférentiel par ordre croissant, donnant les stations les plus corrélées dont leurs informations sont les plus redondantes du reste du réseau.

Tableau N° 3-1 :- Optimisation Informative du Réseau Pluviométrique par Ordonnancement Préférentiel des Stations par Ordre Croissant de Représentativité, Bassin de la Tafna.

Rang	n°	Station	Symb	Code	X	Y	Informativité
1	28	SABRA	Sa	160502	115.10	178.70	22.60
2	19	MAGHNIA	Ma	160302	90.60	174.60	22.00
3	39	MEFROUCH	Mf	160701	135.50	180.20	20.60
4	32	CHOULY	Ch	160601	151.80	181.20	19.40
5	36	SHERIZ	Sh	160609	161.10	199.10	18.70
6	23	B-BAHDEL	Bh	160403	115.00	164.60	18.40
7	27	HGHRARA	Hb	160501	103.70	185.80	16.50
8	29	HENNAYA	Hn	160516	126.70	188.20	15.70
9	31	DCHOUACHI	Dj	160518	118.90	202.90	14.30
10	25	S/MEDJAHED	Sm	160407	102.80	173.10	12.90
11	30	ZSBAMAR	Zb	160517	102.70	202.50	12.40
12	6	OBERKECHE	Ob	40203	165.10	220.10	12.20
13	17	TABIA	Ta	110322	186.80	196.70	11.80
14	7	ATEMOUCHENT	At	40205	153.50	227.00	10.90
15	37	SBNAKHLA	Sk	160610	158.50	200.40	10.60
16	14	LAMTARAVAL	La	110310	185.20	205.30	10.00
17	41	LALLA SETTI	Ls	160705	133.90	181.80	9.98
18	35	SGOURARI	Sg	160608	152.30	172.90	9.86
19	33	MEURBAH	Mr	160602	145.60	168.00	9.31
20	1	GHAZAOUET	Gh	40101	89.20	204.90	8.82
21	16	HASSIZAHANA	Hs	110317	172.70	198.20	8.43
22	40	BENSEKRANE	Bk	160702	143.40	205.30	8.25
23	26	MERCHICHE	Me	160410	133.00	164.00	7.82
24	20	B-OUASSINE	Bo	160303	90.80	180.70	7.68
25	34	OMIMOUN	Om	160607	158.40	184.90	7.40
26	12	HACAIBA	Ha	110203	183.30	161.60	7.36
27	24	KHEMIS	Kh	160406	109.30	157.10	7.21
28	42	TLEMCEEN	Tl	160724	132.20	182.70	6.61
29	4	AOUBELLIL	Ao	40201	163.90	210.50	6.37
30	38	IZDIHAR BGE	Iz	160613	152.50	205.40	5.65
31	22	SEBDOU	Se	160401	131.20	158.50	5.61
32	2	SBOUDJENANE	Sb	40103	77.40	192.90	5.37
33	18	EL ABED	Ab	160104	97.20	140.20	4.86
34	15	TESSALA	Ts	110313	183.80	221.60	4.68
35	11	SALIBENYOUB	Sy	110201	186.50	192.20	4.28
36	13	BENBADIS	Bn	110307	170.80	190.80	3.81
37	21	BBOUSSAID	Bb	160315	92.30	159.60	3.53
38	43	P DU CHAT	Pc	160802	122.40	213.20	3.17
39	8	SDJILALI	Sd	80101	154.70	135.50	2.94
40	10	RASELMA	Ra	110102	177.70	138.80	2.40
41	3	MBENMHIDI	Mb	40104	54.00	209.60	2.04
42	5	AGHLAL	Ag	40202	157.20	218.10	1.46
43	9	ELAOUEDJ	Ea	80201	138.20	137.80	1.46

Cette optimisation Informative du Réseau Pluviométrique par Ordonnancement Préférentiel des Stations par Ordre Croissant d'informativité (Bassin de la Tafna) est mentionnée dans le tableau et sur la carte (N°3).

Nota : Comme il n'est pas également du ressort de cette article d'exposer le détail des techniques d'analyse factorielle multidimensionnelle utilisées pour obtenir la régionalisation des régimes d'écoulement de surface .On pourra se référer alors, à la liste bibliographique ci-dessous afin de pouvoir chercher dans les articles originaux d'éventuelles précisions techniques en la matière.

Bibliographie :

- ANRH** : Ensemble Annuaire Hydrologique ,1969-2000.
- Bouroche J.M** : Analyse des données multidimensionnelles Univ. Paris, 1981.
- Cayla O.** : Lois de probabilités unidimensionnelles, IHFR ; 1974.
- Dakiche A.** : Analyse multidimensionnelles du régime pluviométrique (Tafna) IHFR, 1993.
- Dakiche A.** : Evaluation des pluies interannuelles de l'Ouest du pays, ANRH, 2000.
- BENAINI B et BOUKERMA B.** Elaboration d'un système d'information géographique des ressources en eau souterraines de la Wilaya d'Oran, bulletin de l'association de Géographie et d'Aménagement du Territoire, Edition Dar el Gharb Février 2001.
- DANVEL C.** : Ordonnancement préférentiel et régionalisation de l'insolation en France, Univ. Paris, 1980.
- Taibi R.** : Contribution à l'étude de l'écoulement des cours d'eau de l'Algérie septentrionale-Essai de régionalisation. Mémoire DEA-USTL-Montpellier, 1993.
- LAMRI A.** : Estimation des pluies ; optimisation des réseaux (Krigage) IHFR, 1989.
- LEFEVBRE J.** : Analyse multidimensionnelles, Univ.Paris ,1974.
- Msidi et Nacer** : Optimisation du réseau météorologique d'observations, IHFR, 1987.
- NEMILI M.** : Etude comparative sur la reconstitution des données manquantes, IHFR, 1994.
- Obled Charles** : Contribution à l'analyse des données hydrométéorologiques prévision des phénomènes accidentels thèse de doctorat, Polytechnique, Grenoble, 1979.
- Sneyers R. et Goossens C.** : L'analyse par la méthode des composantes principales Application à la climatologie et la météorologie, Bruxelles, 1978