

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Ref

Centre Universitaire de Mila

Institut des Sciences et de Technologie

Département de sciences et Technique

Projet de Fin d'Etude préparé En vue de l'obtention du diplôme
LICENCE ACADEMIQUE
en Hydraulique
Spécialité : Sciences Hydrauliques

Thème Homogénéisation des données pluviométriques

Préparé par :

Dirigé par :

LABIOD FATIMA ZOHRA

BENCHAIWA LEILA

BOUHDJAR AMINA

BENNASSI SAMAH

Année universitaire : 2013/2014

Introduction générale

En Algérie, comme partout ailleurs, l'eau, ce facteur essentiel dans le domaine de l'AEP, de l'agriculture et de l'industrie, devient de plus en plus rare à cause de l'accroissement de la population ce qui oblige à trouver des solutions appropriées comme : construire des ouvrages hydrauliques pour stocker les eaux de ruissellement, des retenues collinaires, les barrages, des forages...etc. , pour cette raison, avant toute étude hydrologique ou statistique même très simple, comme le calcul d'une pluie annuelle ou une moyenne inter annuelle, il est recommandé de faire un traitement primaire des données brutes recueillies par un observateur ou un instrument de mesures.

Ce traitement consiste à rendre l'information brute lisible et exploitable comme le passage d'un enregistrement pluviographique à un hyétogramme par exemple. Il comprend également un contrôle primaire des données, par exemple déceler d'éventuelles erreurs de saisie, à l'exclusion de tous traitements statistique ou graphique qui consistent à vérifier si la série des pluies annuelles sur laquelle on veut travailler est homogène.

Chapitre 1

I. Précipitation et donnée pluviométrique :

1. Définition des précipitations :

Sont dénommées précipitations, toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse) que sous forme solide. Elles sont provoquées par un changement de température ou de pression. Les précipitations constituent l'unique « entrée » des principaux systèmes hydrologiques continentaux que sont les bassins versants.

2. Mesures des précipitations :

2.1. Mesures de la hauteur d'eau précipitée :

Comme les précipitations varient selon différents facteurs (déplacement de la perturbation, lieu de l'averse, influence de la topographie.), leur mesure est relativement compliquée.

Quelle que soit la forme de la précipitation, liquide ou solide, on mesure la quantité d'eau tombée durant un certain laps de temps. intensité (mm/h) comme la hauteur d'eau précipitée par unité de temps.

Les différents instruments permettant la mesure des précipitations sont

deux appareils de mesures fondamentaux que sont :

a. Le pluviomètre :

Instrument de base de la mesure des précipitations liquides ou solides. Il indique la quantité d'eau totale précipitée et recueillie à l'intérieur d'une surface calibrée dans un intervalle de temps séparant deux relevés.

b. Le pluviographe :

Instrument captant la précipitation de la même manière que le pluviomètre mais avec un dispositif permettant de connaître, outre la hauteur d'eau totale, leur répartition dans le temps, autrement dit les intensités.

2.2. Réseau d'observation et publication des données pluviométriques :

2.2.1. Le réseau d'observation :

Pour un bassin versant donné ou une région donnée, les stations pluviométriques forment un réseau d'observations. Elles fournissent des mesures ponctuelles.

2.2.2. Publication des données pluviométriques :

La publication des données pluviométriques est du ressort des services

Publics qui le font généralement sous forme d'annuaires.

Les annuaires pluviométriques regroupent, pour chacune des stations de mesure, les résultats suivants :

- La hauteur pluviométrique journalière,
- La hauteur pluviométrique mensuelle,
- La hauteur pluviométrique annuelle,
- Le module pluviométrique annuel moyen (moyenne arithmétique des hauteurs de précipitations annuelles).

- La fraction pluviométrique mensuelle (rapport entre le module annuel et le module mensuel considéré),
- Les moyennes, le nombre moyen de jours de pluie, la variabilité des précipitations et des jours de pluie,
- Les cartes de la pluviométrie mensuelle et annuelle.

Tableau 1: régime pluviométrique de l'algérie

Zone	Pluviométrie (mm)	Région
Très pluvieuse	Plus de 600	S'étend sur la cote(max a' jijel)
Pluvieuse	de 400 a'600	Hautes plaines et régions montagneuses(constantine,chlef...)
Peu pluvieuse	De 200 a'400	Haute plateaux(tebessa,sidi belabbes...)

II. Le pluviomètre

1. Définition :

Le **pluviomètre** est un instrument météorologique destiné à mesurer la quantité de précipitations (surtout la pluie) tombée pendant un intervalle de temps donné en un endroit. L'un des plus communs dans les stations météorologiques, il en existe différents types, certains à mesure directe et d'autres automatiques. Ces derniers peuvent être reliés à des enregistreurs de la hauteur d'eau des précipitations et sont alors appelés **pluviographes**.

Les données obtenues par le pluviomètre, comme toutes les mesures, sont sujettes à certaines erreurs dues aux conditions environnementales, à la conception de l'appareil et à sa position par rapport aux obstacles environnants.

Cependant, l'utilisation d'un réseau de tels instruments permet de planifier les cultures, les besoins en irrigation, le potentiel hydro-électrique et même d'émettre des avis aux populations en cas de pluies torrentielles. Ils peuvent également à l'étalonnage d'un radar météorologique en comparant les quantités obtenues par les deux instruments.

2. Description :

Le pluviomètre est un instrument de mesure qui sert à trouver la quantité de pluie tombée sur une région. Son utilisation présuppose que l'eau des précipitations est uniformément répartie sur la région et qu'elle n'est pas sujette à évaporation. La mesure s'exprime généralement en millimètres ou en litres par mètre carré, ou en mètres cubes par hectare pour l'agriculture. Il est constitué de deux parties importantes :



Fig1.1. Pluviomètre

- un collecteur en forme de d'entonnoir le plus large possible, afin de représenter une surface importante de collecte ;
- un contenant étalonné ou mécanisme qui reçoit cette eau.

L'effet d'entonnoir permet de diminuer l'erreur de mesure en augmentant la distance entre chaque unité de la graduation. L'intérieur du pluviomètre est constitué d'un revêtement particulier pour limiter le mouillage.

Le cône de l'entonnoir doit être assez profond, ce qui permet à l'eau de s'écouler sans risque de rejaillissement. Un grillage filtre les débris et évite que le pluviomètre ne se bouche.

Le collecteur doit être placé à une hauteur suffisante, généralement un mètre du sol, et à une distance de plusieurs mètres d'autres objets afin qu'on n'y retrouve pas d'eau provenant du rebond sur le sol ou ces objets. Les bords du collet du pluviomètre doivent être biseautés sur l'extérieur pour limiter l'incertitude provenant de gouttes ruisselant de l'extérieur du cône de collecte.

3. Différent types des pluviomètres :

Il existe quatre types de pluviomètres/pluviographes : à cylindre gradué (dit à lecture directe), à auget basculeur, à balance (ou de Fisher et Porter) et optique.

3.1. Pluviomètre à lecture directe :

Le pluviomètre standard consiste en un cylindre gradué dans lequel le collecteur se déverse. Dans la plupart de ces pluviomètres la graduation est à chaque 0,2 mm jusqu'à 25 mm, S'il tombe trop de pluie dans l'appareil principal, le surplus est dirigé vers un autre récipient.

Lors de la prise de mesure, le technicien note la hauteur atteinte sur le cylindre pour connaître la quantité de pluie tombée. S'il y a de l'eau dans le récipient de surplus, il doit la transvider dans un autre cylindre gradué pour

l'ajouter à la mesure. Le technicien doit vider le pluviomètre entre chaque lecture.

3.1.1. Etalon

Un tel pluviomètre est dit « normal » ou « étalon » quand il est approuvé comme étalon au niveau national.

3.1.2. Totalisateur :

Les pluviomètres utilisés dans les stations peu souvent visitées, comme une station de montagne, contiennent de l'antigel est un liquide comme de l'huile empêchant l'évaporation de l'eau. Ils sont de plus grande capacité car les relevés peuvent être faits hebdomadairement ou mensuellement.

3.2. Pluviomètres et pluviographes :

Il existe trois types :

3.2.1. À auget basculeur :

Le collecteur dirige la pluie vers une sorte de petite balançoire tapecul formée de deux réceptacles métalliques, ou augets, de petite taille de part et d'autre d'un axe horizontal.

3.2.2. À balance :

À la place d'un cylindre gradué, le pluviomètre à balance, ou de Fisher et Porter, reçoit la pluie dans un récipient relié à une balance. Une fine couche d'huile est mise dans le récipient avant usage. Celle-ci flottera sur l'eau de pluie venant du collecteur, empêchant son évaporation. Lorsque l'appareil est presque plein, une valve permet de le vider automatiquement.

3.2.2. Optique :

Le pluviomètre optique est formé d'un collecteur en entonnoir sous lequel se trouve une photodiode ou une diode .

III. Lacunes dans les données pluviométriques, natures et causes.

Il est important de signaler que les séries des données de pluie mensuelles sont souvent incomplètes. Le manque de la donnée dans une station peut être dû à une panne de l'appareil, absence de l'observateur, arrêt de la station

Dans des cas simples, on peut procéder par le comblement d'une lacune de pluie journalière par :

- Remplacer la pluie manquante par celle observée à la station la plus proche. Il faut vérifier la position en altitude des deux stations.
- Estimer la pluie manquante par la moyenne des pluies des stations voisines. Cette méthode est faible lorsque les précipitations ne sont pas très irrégulières d'un poste à l'autre. Une différence de 10% est tolérable.
- Méthode basée sur la tendance annuelle des pluies observées à l'échelle régionale.

Chapitre 2

I. Méthodes de comblement des lacunes dans les données pluviométriques (Méthode des moindres carrée) :

1. Définition :

La méthode des moindres carrés a été utilisée pour combler les données manquantes dans les séries. Elle s'effectue par le calcul de régression multiple de type linéaire entre les séries lacunaires et les séries des stations complètes environnantes aux latitudes semblables et quasi immédiates.

2. Explication de la méthode :

Les stations retenues pour l'étude de la série normale présentent toutes des lacunes d'observations à l'échelle annuelle et mensuelle.

Nous nous proposons de restituer les données manquantes. Pour cela, nous avons utilisé la régression linéaire ; qui consiste à estimer une valeur manquante d'une série pluviométrique lacunaire à partir des observations d'une autre station de série homogène voisine prise comme référence ; aussi l'extension des séries courtes à l'aide de la série de base . Pour que cette méthode soit efficace il faut que la régression soit linéaire et que les variables confrontées suivent une loi normale. Si la corrélation significative, on estime la variable :

"y" à partir de la variable "x" par la droite :

$$y = ax + b$$

y = valeur estimée

a = pente de la droite

b = constante

$$a = \frac{\sum x_i y_i - N \bar{x} \bar{y}}{\sum x_i^2 - N \bar{x}^2}$$

$$b = \bar{y} - a \bar{x}$$

Pour mesurer l'intensité de la corrélation linéaire on calcule le coefficient de corrélation linéaire « r » à partir de l'équation suivante :

$$\text{Le coefficient de corrélation } r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2}} \quad ; \quad r = a \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$$

$x\sigma$: Ecart type de la série x

$y\sigma$: Ecart type de la série y

a : Coefficient angulaire de la droite de régression.

La mise en œuvre de cette méthode est rendue aisée par l'emploi de l'ordinateur.

3. Exemple de calcul comblement des lacunes

orde	année	A	B	C	D	E
		140205	14030 4	30905	30904	30903
1	1968	438,6		440,8		
2	1969	804,9		901,3	958,2	
3	1970	516	686,5	440,1	650,4	
4	1971	708,9	683,5			
5	1972	672	338,5			
6	1973	256,9	219,7	491,9	526	222,6
7	1974	439	236,1	708,8	631,1	
8	1975	620	383,3	828,6	945,8	
9	1976	590		837,3	818,8	
10	1977	461,8	374,4	573,9	497,1	491,8
11	1978	491,5	350,9	665,1	634,9	509,4
12	1979	360,9		648,2		413,9
13	1980			630,1		539,4
14	1981	489,7		723,9	169	636,2
15	1982	339		597,8	347,6	418,1
16	1983	544,0		639,8	134,6	
17	1984	625		783,6	650,3	670
18	1985	377,8		331,2	345	362,2
19	1986	719,5		688,7		795,3
20	1987	395		515,7	532,9	394,4
21	1988	431,5		526,3		459,6
22	1989	447,8		508,7		
23	1990	663,7		699,3		624,5
24	1991	444,0		832,6		589,5
25	1992	544,0		736,1		575,3
26	1993	399,2				386,2
27	1994	500,4				501,7
28	1995	270,1				693,5
29	1996	622,0		350		247,8
30	1997	534,8				652,5
31	1998	399,0		687,1		546,5
32	1999	463,0		524,4		577
33	2000	344,0				482

La station A c'est la station de référence

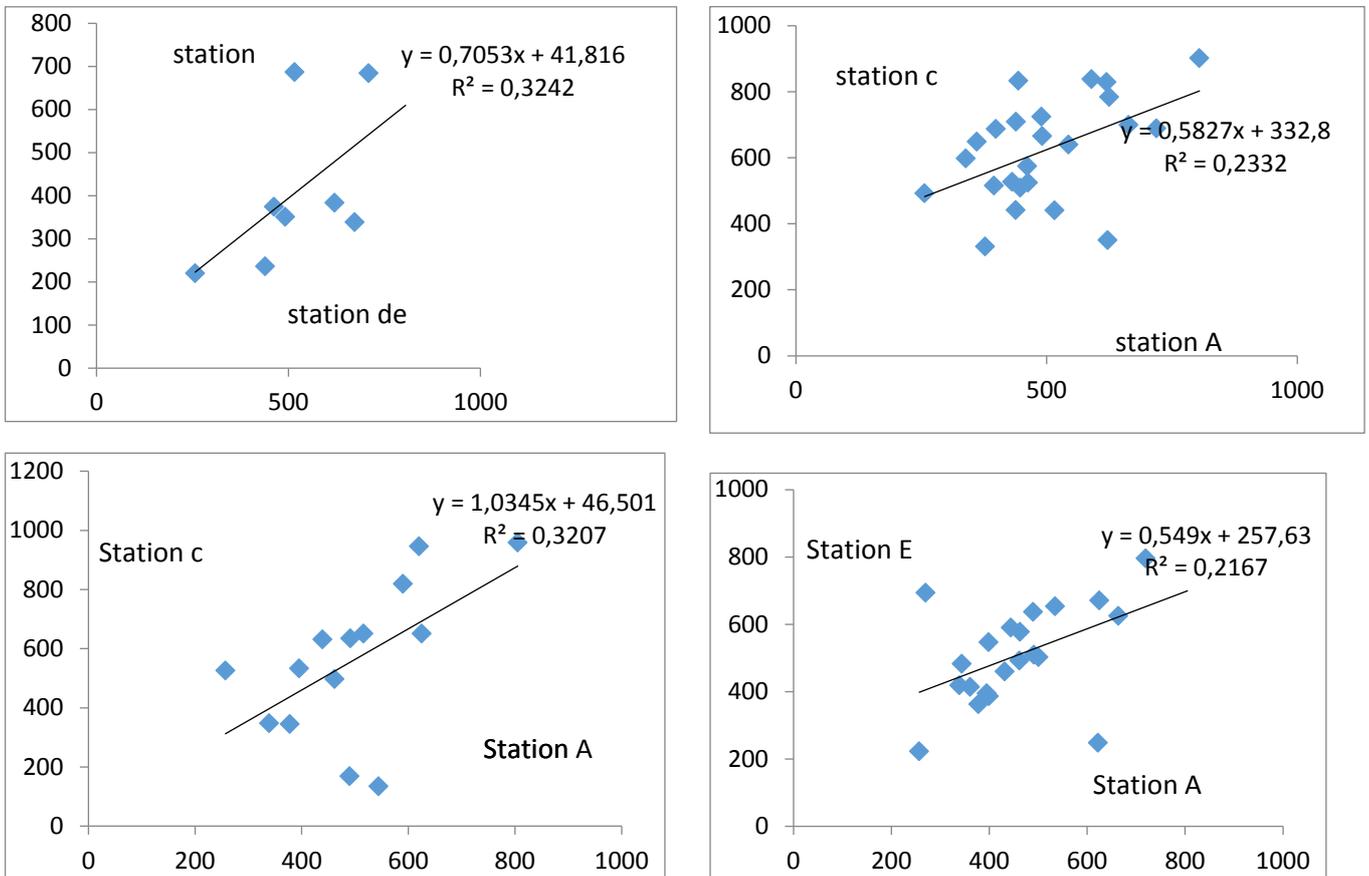


Fig.2. Les courbes de régressions linéaires pour toutes les stations

4. Tableau 2 : Complements lacunes manquants et extensions des séries courtes

		A	B	C	D	E
orde	année	140205	140304	30905	30904	30903
1	1968	438,6	351,2	440,8	395,5	430,4
2	1969	804,9	609,5	901,3	958,2	725,3
3	1970	516	686,5	440,1	650,4	564,0
4	1971	708,9	683,5	687,1	593,5	534,2
5	1972	672	338,5	618,4	538,3	505,2
6	1973	256,9	219,7	491,9	526	222,6
7	1974	439	236,1	708,8	631,1	553,9
8	1975	620	383,3	828,6	945,8	718,8
9	1976	590	457,9	837,3	818,8	652,2
10	1977	461,8	374,4	573,9	497,1	491,8
11	1978	491,5	350,9	665,1	634,9	509,4
12	1979	360,9	296,4	648,2	562,2	413,9
13	1980	530,3	79,4	630,1	547,7	539,4
14	1981	489,7	387,2	723,9	169	636,2
15	1982	339	280,9	597,8	347,6	418,1
16	1983	544,0	425,5	639,8	134,6	293,7
17	1984	625	482,6	783,6	650,3	670
18	1985	377,8	308,3	331,2	345	362,2
19	1986	719,5	549,3	688,7	594,8	795,3
20	1987	395	320,4	515,7	532,9	394,4
21	1988	431,5	346,2	526,3	464,2	459,6
22	1989	447,8	357,6	508,7	450,1	459,0
23	1990	663,7	509,9	699,3	603,3	624,5
24	1991	444,0	355,0	832,6	710,4	589,5
25	1992	544,0	425,5	736,1	632,9	575,3
26	1993	399,2	323,4	615,4	535,8	386,2
27	1994	500,4	394,7	629,6	547,3	501,7
28	1995	270,1	232,3	597,3	521,3	693,5
29	1996	622,0	480,5	350	322,5	247,8
30	1997	534,8	419,0	634,5	551,2	652,5
31	1998	399,0	323,2	687,1	593,5	546,5
32	1999	463,0	368,4	524,4	462,7	577
33	2000	344,0	284,4	607,7	529,6	482

Chapitre 3

I. Contrôle de la fiabilité des séries pluviométriques

L'étude climatique ou hydrologique d'un bassin ou d'une région est basée sur l'exploitation des données d'observations recueillies sur des périodes plus ou moins longues, continues ou non.

Les méthodes statistiques d'analyse de ces séries exigent de celle-ci une homogénéité de leurs composantes.

Le but recherché est la préparation d'un échantillon de pluies moyennes pour le bassin afin de dégager les caractéristiques climatiques de la région.

La vérification de l'homogénéisation des séries de totaux annuels se fait par ce qu'on appelle la méthode de comparaison des totaux cumulés annuels ou méthode de « double cumuls »,

1. définition :

La méthode des doubles cumuls est la plus utilisée, et la courbe des doubles cumuls est obtenue en portant en abscisses les totaux annuels cumulés de la station de base, et en ordonnées les totaux annuels cumulés de la station à vérifier ; Si les points sont distribués de façon linéaire, on conclut que la série est homogène, au contraire, s'il apparaît une ou plusieurs cassures dans la distribution des points, la série n'est pas homogène.

L'homogénéisation par cette technique graphique nécessite la connaissance d'une série de données annuelles homogènes et observées dans une station de référence dite station témoin, ou station de base, voisine et régionale avec la station à corriger.

La méthode du double cumul a l'avantage de permettre de mettre évidence la présence d'une anomalie dans la série étudiée et de la corriger.

2. Explication de la méthode :

il s'agit comparer la tendance de la station étudiée par rapport à celle de la station témoin, en traçant le graphe des données cumulées a la station étudiée par rapport aux données cumulées de la station témoin.

la méthode est fondée sur le principe qu'en l'absence d'anomalie, deux stations A, B voisines et régionales mesurent chaque année une pluviométrie annuelle dans un rapport sensiblement constant d'une année à l'autre, que l'année soit sèche ou humide :

Soit donc : $P_A(i)/P_B(i)$ est pratiquement indépendant de l'année i .

En conséquence les points $M(i)$ de coordonnées les pluies cumulées calculées à chaque station A et B j'usqu'a l'année i sont pratiquement alignés .en revanche si une erreur systématique a' la station etudiée s'est produite alors la droite des double cumuls présenterait une cassure de sa pente a' l'année de l'introduction de l'erreur.

3.Exemple de calcul homogénéisation des données pluviométriques

Tableau3 : cumul de deux stations

année	station A pluie (mm)	station B pluie (mm)	Cumul A	cumul B	B Corrigée	Cumul B corrigée
1960	800	869	800	869	869	869
1959	549	596	1349	1465	596	1465
1958	858	994	2207	2459	994	2459
1957	540	643	2747	3102	643	3102
1956	657	736	3404	3838	736	3838
1955	677	734	4081	4572	734	4572
1954	702	699	4783	5271	699	5271
1953	393	546	5176	5817	546	5817
1952	820	953	5996	6770	953	6770
1951	841	882	6837	7652	882	7652
1950	732	945	7569	8597	678,574435	8330,574435
1949	459	694	8028	9291	498,3393205	8828,913755
1948	522	875	8550	10166	628,309662	9457,223417
1947	540	849	9090	11015	609,6398892	10066,86331
1946	511	791	9601	11806	567,9919345	10634,85524

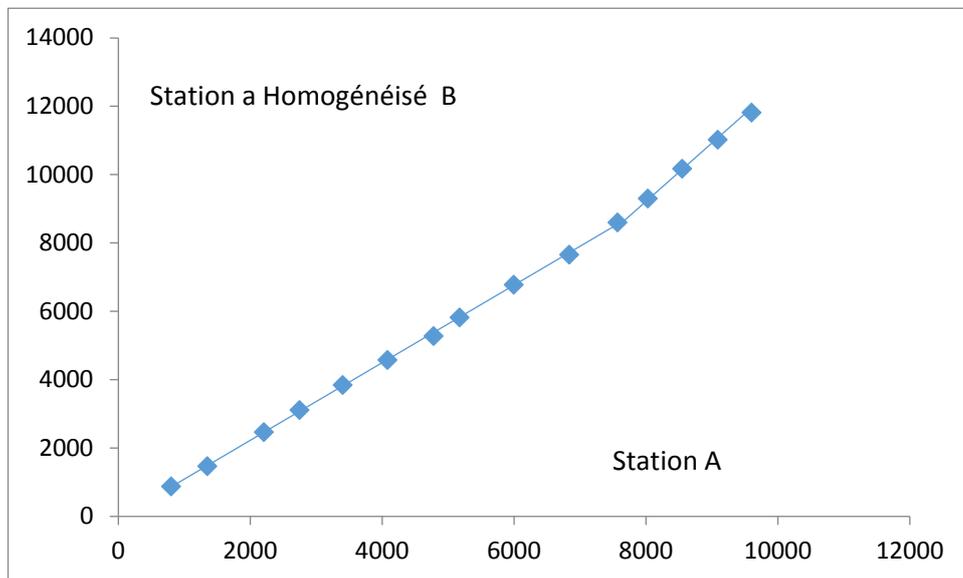


Fig.3. Critique des données pluviométriques par la méthode de doubles-cumuls

il ya une cassure 'a partir de l'année 1950 donc il ya des anomalies dans la station B ,pour corriger ces anomalies, on multipliant les données de la station B par le rapport $m1/m2$ 'a partir de cette année la figure ci-après la droite après la correction .

m2	1,572222222
m1	1,128962758
m1/m2	0,718068185

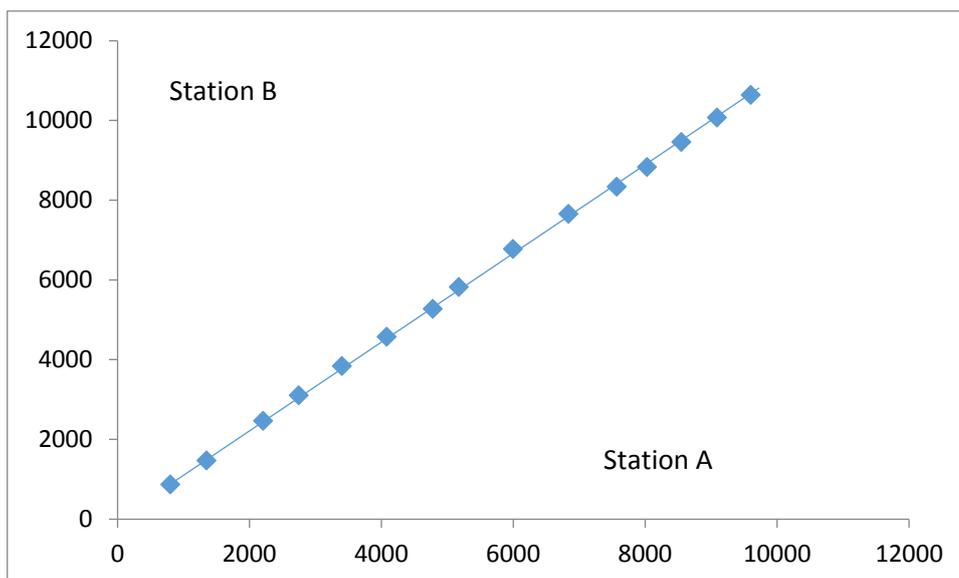


Figure.4. La droite des doubles cumuls après homogénéisé

Chapitre 4

I. Passage des pluies ponctuelles aux pluies moyennes sur une surface :

Parmi les méthodes généralement proposées pour calculer la moyenne des pluies à partir de l'ensemble des mesures ponctuelles obtenues à plusieurs stations pluviométriques sur le bassin ou à proximité, on distingue la méthode de la moyenne arithmétique, la méthode des polygones de Thiessen ou l'utilisation d'isohyètes. Le choix de la méthode dépendra notamment de la longueur de la série de données dont on dispose, la densité du réseau de mesure, et la variation du champ pluviométrique.

1. Calcul de la moyenne arithmétique :

La méthode la plus simple qui consiste à calculer la moyenne arithmétique des valeurs obtenues aux stations étudiées, s'applique uniquement si les stations sont bien réparties et si le relief du bassin est homogène.

Cette méthode est souvent peu recommandée car peu représentative. Il faut lui préférer des méthodes graphiques (tracé d'isohyètes) ou statistiques qui permettent de donner un poids différent à chacun des points de mesures (moyennes pondérées).

2. Calcul de la moyenne pondérée - méthode des polygones de

Thiessen :

La méthode du polygone de Thiessen est la plus couramment utilisée, parce que son application est aisée et qu'elle donne en général de bons résultats.

Elle convient notamment quand le réseau pluviométrique n'est pas homogène spatialement (pluviomètres distribués irrégulièrement).

Cette méthode permet d'estimer des valeurs pondérées en prenant en considération chaque station pluviométrique. Elle affecte à chaque pluviomètre une zone d'influence dont l'aire, exprimée en %, représente le facteur de pondération de la valeur locale. Les différentes zones d'influence sont déterminées par découpage géométrique du bassin sur une carte topographique. La précipitation moyenne pondérée P_{moy} pour le bassin, se calcule alors en effectuant la somme des précipitations P_i de chaque station, multipliées par leur facteur de pondération (aire A_i), le tout divisé par la surface totale A du bassin. La précipitation moyenne sur le bassin s'écrit :

$$P_{moy} = \frac{\sum A_i P_i}{A}$$

Avec :

P_{moy} : précipitation moyenne sur le bassin,

A : aire totale du bassin, P_i : précipitation enregistrée à la station i ,

A_i : superficie du polygone associée à la station i .

Les stations disponibles étant reportées sur une carte géographique, on trace une série de segments de droites reliant les stations adjacentes. On élève des perpendiculaires au centre de chacune des droites (médiatrices); les intersections de ces perpendiculaires déterminent des polygones. Dans chaque polygone, la hauteur de précipitation choisie est celle relevée à la station située à l'intérieur de celui-ci. Les côtés des polygones et/ou la ligne de partage des eaux

représentent les limites de l'aire (et du poids) accordée à chaque station. L'aire de chaque polygone A_i est déterminée par planimétrie ou numériquement. D'autres critères pour la détermination des valeurs de pondération peuvent être adoptés. Ceux-ci peuvent être fonction de l'averse, du relief, de la position géographique.

3.La méthode des isohyètes (isovaleurs) :

La méthode la plus rigoureuse mais qui présente l'inconvénient de demeurer lourde en dépit des moyens actuels, est fondée sur l'utilisation des isohyètes. Les isohyètes sont des lignes de même pluviosité (isovaleurs de pluies annuelles, mensuelles, journalières, etc.). Grâce aux valeurs pluviométriques acquises aux stations du bassin et aux autres stations avoisinantes, on peut tracer le réseau d'isohyètes. Le tracé des isohyètes n'est pas unique comme celui des courbes de niveau. Il doit être dessiné avec le maximum de vraisemblance compte tenu de la région, du réseau, de la qualité de la mesure.

Il existe aujourd'hui des méthodes automatiques qui effectuent le tracé d'isovaleurs par des moyens statistiques élaborés (technique de krigeage).

Lorsque les courbes isohyètes sont tracées, la pluie moyenne peut être calculée de la manière suivante :

$$P_{moy} = \frac{\sum A_i \cdot P_i}{A}, \text{ avec } p_i = \frac{h_i + h_{i+1}}{2}$$

Avec :

P_{moy} : précipitation moyenne sur le bassin,

A : surface totale du bassin.

A_i : surface entre deux isohyètes i et $i+1$,

K : nombre total d'isohyètes,

P_i : moyenne des hauteurs h de précipitations entre deux isohyètes i et $i+1$.

4. Le hyétogramme moyen :

Le calcul du *hyétogramme moyen* permet de connaître la quantité mais surtout la distribution temporelle de la précipitation pour un événement pluvieux sur un bassin versant donné, même s'il est dépourvu d'enregistrements pluviographiques.

Le calcul se fait selon les étapes suivantes :

- Recueil des données des pluviomètres situés sur et autour du bassin.
- Etablissement des hyétogrammes ponctuels à un pas de temps donné (régulier et identique pour tous).

- Pour chaque pas de temps, calcul de la moyenne arithmétique ou pondérée (méthode des polygones de Thiessen.), puis reconstitution du hyétogramme moyen pour le bassin versant considéré.

Conclusion générale

L'inventaire et l'exploitation des données d'observation des ressources en eau du Algérie, s'appuient sur l'élaboration d'une base de données hydro climatologiques. L'objectif de ce mémoire est de prendre en charge la revue bibliographique de ces méthodes ainsi que des applications possibles à titre illustratif, Aussi présenter les conceptions générales qui ont orienté la réalisation des systèmes de traitement des données pluviométriques actuellement contenues dans cette base.

L'étude de l'évolution des précipitations ne peut utiliser les données hétérogènes. Plusieurs méthodes statistiques permettent de tester l'homogénéité des séries pluviométriques avant utilisation. Parmi elles, nous avons retenu pour sa pertinence et sa simplicité, le test graphique des doubles cumuls ou de cumul simple des totaux pluviométriques annuels. Il s'agit de savoir si les données d'observation sont fiables, donc utilisables telles quelles. En effet, les changements d'observateurs, de déplacements et de fermetures de postes, avaries sur le matériel ou panne d'un pluviomètre qu'on attend plusieurs semaines avant de remplacer, occasionnent de ruptures de continuité dans les séries. Ces aléas peuvent expliquer la présence d'hétérogénéité dans les données. L'intérêt des conclusions des tests apparaît au cours de la classification des régimes pluviométriques et lors de la constitution de la matrice des données en vue d'une étude globale de l'organisation du champ pluviométrique.

Référence bibliographique

- P.N.U.D/O.P.E., (1987).** Ressource «en eau dans les pays de l’Afrique du Nord.
- Côte, M. (1983).** *Communication au colloque sur les eaux I.S.T.* Université de Constantine.
- Seltzer, P. (1949).** *LE climat de l’Algérie.* Alger
- Dubreuil, P. (1974).** *Initiation à l’analyse hydrologique,* Masson. Paris.
- Remeniras, G. (1979).** *L’hydrologie de l’ingénieur ,* Eyrolles. Paris.
- Laborde, J.P. (2003).** *Hydrologie de surface.* Université nice-sofia antipolis.
- Anonyme, (1998).** Dictionnaire Larousse.
- BENCHAIBA, L., (2006).** Thèse mag : Condition d’écoulement et impact sur la mobilisation des ressources en eau Bassin versant de l’oued Bouhamdene (W. DE GUELMA, EST ALGERIEN).
- Christian Mallet et Marcel Gautier., (Octobre1947).** Les problèmes de l’eau en Algérie.
- Durand, R. et Dimacopoulos, G., (1969).** *Elément de météorologie agricole.* .Ed Editeurs. Paris.
- SERHIR, N.** Traitement statistique des données. **Site Web :**
<http://numenor.me/cours/S3/Hydrologie/Cours/Trait-Stat.pdf>.
- SERHIR, N.** Traitement statistique des données. **Site Web :**
<http://numenor.me/cours/S3/Hydrologie/Cours/Trait-Stat.pdf>.

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
Chapitre1	
I. Précipitation et donné pluviométrique	
1. Définition des précipitations.....	1
2. Mesures des précipitations.....	1
3. Donnée pluviométrique(régime pluviométrique de l’Igerie).....	4
II. Le pluviomètre	
1. Définition le pluviomètre.....	4
2. Description le pluviomètre.....	5
3. Différent types de pluviomètre.....	6
III. Lacunes dans les données pluviométriques	
1. Natures.....	8
2. Causes.....	8
Chapitre2	
I. Méthodes des comblement des lacunes dans les données pluviométriques	
1. Définition la méthode de moindre carré.....	9
2. Explication de la méthode.....	9
3. Exemple de calcul comblement des laccune.....	11
Chapitr3	
I. Contrôle de la fiabilité des séries pluviométriques	
1.définition la méthode des doubles cumuls.....	14
2. Explication de la méthode.....	15
3. Exemple de calcul homogénéisation des données pluviométriques.....	16
Chapitre 4	
I. Passage des pluies ponctuelles aux pluies moyennes sur une surface	
1.Calcul de la moyenne arithmétique	19
2. Calcul de la moyenne pondérée - méthode des polygones de Thiessen	20
3.La méthode des isohyètes (isovaleurs).....	21
4.Le hyétogramme moyen.....	22
Introduction générale.....	24

