

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

BADJI-MOKHTAR-ANNABA UNIVERSITY
UNIVERSITE BADJI-MOKHTAR-ANNABA



جامعة باجي مختار - عنابة

Faculté des sciences de l'ingénieur

Année 2008/2009

Département d'Hydraulique

MEMOIRE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de MAGISTER

THEME

***ESTIMATION DU COEFFICIENT D'ABATTEMENT
SPATIAL DES PLUIES DU BASSIN VERSANT DE LA
SEYBOUSE***

Option:

Hydraulique Urbaine Et Construction Hydraulique

Par :

Mr. BALAH BELKACEM

DIRECTEUR DE MEMOIRE : Dr. AMARCHI HOCINE

M.C Université de Annaba

DEVANT LE JURY

PRESIDENT :

Dr. HAMMAR YAHIA

M.C Université de Annaba

EXAMINATEURS :

Dr.DJEMILI LAKHDAR

M.C Université de Annaba

EXAMINATEURS :

Mme.KHERICI HOURIA

M.C Université de Annaba

Table des matières

Remerciements

Introduction

Chapitre I

Présentation générale du bassin versant

I-1 Situation géographique et administratif d la zone d'étude.....	1
I-2 Caractéristiques morpho métriques de la zone d'étude.....	4
I-2-1 Paramètre géométrique du bassin versant.....	4
A- Indice de compacité de Gravelius.....	4
B- Rectangle équivalent.....	5
B-1 longueur du rectangle.....	5
B-2 largeur du rectangle.....	5
I-2-2paramètres de relief.....	8
I-2-2-A Répartition des altitudes.....	8
I-2-2-B Altitude moyenne du bassin versant.....	9
I-2-2-C Dénivelée D.....	9
I-2-2-D Indice de pente globale.....	10
I-2-2-E Indice de pente moyenne.....	10
I-2-2-F Indice de pente de roche.....	10
I-2-2-G La dénivelée Spécifique.....	11
I-3 caractéristiques hydrographiques du bassin versant.....	12
I-3-A hiérarchisation du réseau.....	13
I-3-B – profil en long.....	13
I-3-C Autre caractéristiques du chevelu.....	14
I-3-C-1 densité de drainage.....	14
I-3-C-2 temps de concentration.....	15
I-3-C-3 Vitesse de ruissellement.....	16

I-4 Lithologie et leurs caractéristiques hydrogéologiques du Bassin.....17

Chapitre II

Bref aperçu sur la climatologie de bassin versant de la Seybouse

II-1 Climat.....20

II-2 Caractéristique des stations climatologiques.....20

II-2 Analyse de climat.....20

II-2-1 Température.....20

II-2-2 Humidité relative.....21

II-2-3 Vent.....22

II-2-4 Evaporation.....22

Chapitre III

Etude des précipitations

III-1 Présentation de réseau pluviométrique de la Seybouse.....24

III-2 Analyse des données pluviométriques.....26

III-2-1 Homogénéisation des données.....27

III-2-1-1 le test de Wilcoxon.....28

A- Principe de test.....28

B- Cas des pluies maximales journalières de la station Ain Barda.....29

C- Cas des pluies maximales journalières de la station Héliopolise.....30

III-2-1-2 Comblement des lacunes par la méthode de régression linéaire.....32

A- Principe de base.....32

B- Cas des pluies maximales journalières de la station Karma.....35

C - Cas des pluies maximales journalières de la station de Guelma.....37

D - Cas des pluies maximales journalières de la station de Bouchagouf.....39

E - Cas des pluies maximales journalières de la station Ain Makhoulf.....41

f - Cas des pluies maximales journalières de la station de Medjaz Amar.....42

G - Cas des pluies maximales journalières de la station de Mechroha.....44

H - Cas des pluies maximales journalières de la station de Pont Bouchet.....45

I - Cas des pluies maximales journalières de la station de Bordj Sabath.....	47
J - Cas des pluies maximales journalières de la station de Cheikh Rabah.....	48
L - Cas des pluies maximales journalières de la station de Ain Babouche.....	50
III-2-2 Estimations de pluie moyenne tombée sur le bassin.....	51
III-2-2-1 Principe de la méthode de Thiessen.....	52
III-2-2-2 Application de la méthode de Thiessen pour le bassin de la Seybouse.....	52

Chapitre IV

Estimation du coefficient d'abattement spatial des pluies

IV-1 Introduction.....	54
IV-2 Notion et la base théorique d'abattement des pluies.....	54
IV-3 Importance technique et pratique d'estimation le coefficient d'abattement.....	55
IV-4 Pluies maximales journalières.....	56
IV-4-1 Tests d'adéquation d'une loi théorique.....	56
IV-4-1 1 Principe de test de Kolmogorov- Smirnov.....	56
IV-4-1-2-1 Application aux pluies maximales journalière de la station Bouchagouf.....	57
IV-4-1-2-2 Application aux pluies maximales journalière de la station karma.....	58
IV-4-1-2-3 Application aux pluies maximales journalière de la station Héliopolise.....	59
IV-4-1-2-4 Application aux pluies maximales journalière de la station Ain Barda.....	60
IV-4-1-2-5 Application aux pluies maximales journalière de la station Guelma.....	61
IV-4-1-2-6 Application aux pluies maximales journalière de la station Ain Makhlof.....	62
IV-4-1-2-7 Application aux pluies maximales journalière de la station Medjaz Amar.....	63
IV-4-1-2-8 Application aux pluies maximales journalière de la station Pont Bouchet.....	64
IV-4-1-2-9 Application aux pluies maximales journalière de la station Bordj Sabath.....	65
IV-4-1-2-10 Application aux pluies maximales journalière de la station Ain Babouche.....	66
IV-4-1-2-11 Application aux pluies maximales journalière de la station Machroha.....	67
IV-4-1-2-12 Application aux pluies maximales journalière de la station Cheikh Rabah.....	68
IV-4-2 Ajustement des pluies maximales journalières à la loi de Gumbel.....	69
IV-4-2-1 Ajustement de la série des $P_{\max j}$ de la station Ain Barda.....	69

IV-4-2-2 Ajustement de la série des $P_{\max j}$ de la station Héliopolise.....	72
IV-4-2-3 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station Karma.....	74
IV-4-2-4 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station Ain Makhoulf.....	76
IV-4-2-5 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station de Guelma.....	78
IV-4-2-6 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station de Medjaz Amar.....	80
IV-4-2-7 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station de Bouchagouf.....	82
IV-4-2-8 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station de Mechroha.....	84
IV-4-2-9 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station de Pont Bouchet.....	86
IV-4-2-10 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station de Bordj Sabath.....	88
IV-4-2-11 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station de Chaikh Rabah.....	90
IV-4-2-12 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station de Ain Babouche.....	92
IV-5 Pluie de courte durée.....	94
IV-5-1 Cas de la station de Ain Barda.....	95
IV-5-2 Cas de la station de Héliopolis.....	95
IV-5-3 Cas de la station de karma.....	96
IV-5-4 Cas de la station de Ain Makhoulf.....	96
IV-5-5 Cas de la station de Guelma.....	97
IV-5-6 Cas de la station de Medjaz Amar.....	97
IV-5-7 Cas de la station de Bouchagouf.....	98
IV-5-8 Cas de la station de Machroha.....	98
IV-5-9 Cas de la station de Pont Bouchet.....	99
IV-5-10 Cas de la station de Bordj Sabath.....	99
IV-5-11 Cas de la station de Cheikh Rabah	100
IV-5-12 Cas de la station de Ain Babouche.....	100
IV-6 Principe de calcul des lames d'eau moyennes.....	101
IV-6-1 Cas du période de retour $T = 100$ ans.....	102
IV-6-2 Cas du période de retour $T = 50$ ans.....	102
IV-6-3 Cas du période de retour $T = 20$ ans.....	103

IV-6-4 Cas du période de retour $T = 10$ ans.....	103
IV-6-5 Cas du période de retour $T = 5$ ans.....	104
IV-7 Estimation des coefficients d'abattements probabilistes de la Seybouse.....	104
IV-7-1 Cas du période de retour $T = 100$ ans.....	104
V-7-2 Cas du période de retour $T = 50$ ans.....	105
IV-7-3 Cas du période de retour $T = 20$ ans.....	105
IV-7-4 Cas du période de retour $T = 10$ ans.....	106
IV-7-5 Cas du période de retour $T = 5$ ans.....	106
IV-8 Contribution à la formulation d'une estimation du coefficient d'abatement probabiliste des pluies de la Seybouse.....	112
A/ Base théorique.....	112
B/ Application aux résultats de la Seybouse.....	112
Conclusion.....	118
Conclusion générale.....	119
Annexe	
Bibliographie	

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu mon promoteur monsieur AMARCHI HOCINE qui est évaluer ce travail de thèse.

J'ai été heureux que les membres de jury choisi accepter de soutenir ce travail.

Je tiens à saluer ici tous les enseignants de notre département d'hydraulique de l'université de Annaba sans exception, même aussi le chef de laboratoire d'hydrologie du l'université de Batna représenter par le professeur monsieur HOUICHI LAARBI.

Je remercie toutes personnes qui m'ont permis d'aller au bout de ce travail et je présente mes excuses à toutes celles que je pourrais oublier de citer dans ces quelques lignes.

Merci à ma famille pour sa compréhension et sa présence toujours encourageante, je pense particulièrement à mes parents, qui ont su éveiller en leurs enfant le goût d'apprendre et d'aller toujours loin.

Enfin, un grand merci à toutes l'équipe de ANRH de Constantine.

Résumé :

Des coefficients d'abattement ont été estimés pour plusieurs bassins situés au Seybouse, considérant plusieurs probabilités de dépassement et des durées d'une heure et de 24 heures, il y a plusieurs méthodes pour estimer le coefficient d'abattement, pour différentes saisons les valeurs du coefficients d'abattement, de même que l'influence de la probabilité de dépassement sont très distinctes, l'influence saisonnière est discuté dans le contexte de la relation entre la hauteur de précipitation et la surface.

Mots - clés : coefficients d'abattement, probabilités, durées, hauteur de précipitation, surface

Abstract:

Values of the statistical areal reduction factor (ARF) were calculated for different bassins in the Seybouse, for different probabilities of occurrence and for rainfall durations of 1 h and 24 h , to calculate ARF, several methodologies are applied , however, their results are very similar, the influence of seasonal variation on ARF is rather extreme , on both absolute magnitude of ARF and the degree of dependence of ARF probability of occurrence, this is discussed in relation to the storm-centred areal reduction factor.

Key - words : areal reduction factor, probabilities, durations, centred areal reduction factor

Introduction générale:

L'analyse spatiale des précipitations consiste à tenir compte de leur variabilité dans l'espace. Cette étude est très importante car la pluie est un des processus hydrologiques les plus variables non seulement dans le temps mais aussi dans l'espace en fonction de paramètres régionaux et/ou locaux.

On soulignera que la problématique de la représentativité d'une mesure ponctuelle des précipitations n'est pas chose simple et qu'il convient d'être extrêmement prudent face à l'intégration spatiale de mesures effectuées localement.

Les précipitations sont rarement identiques en tous les points d'un bassin versant donné. Dès que la surface du bassin versant dépasse quelques centaines d'hectares, il devient nécessaire de tenir compte de leur variabilité.

Les mesures relatives à la pluie sont toujours ponctuelles en ce sens que la surface réceptrice de l'appareil est toujours très petite par rapport à n'importe quelle surface sur laquelle on désire connaître la hauteur de précipitation. A l'échelle du bassin versant nous pouvons donc être amené à penser que le passage de la pluie ponctuelle à la pluie moyenne est un travail très délicat. Un des moyens d'interpolation des pluies moyennes dans un bassin versant est effectués par la notion d'abattement.

Dans tout le contexte de cette étude on est arrivé alors à un stade où l'hydrologue n'est pas besoin de calculer la pluie moyenne sur une surface donnée pour chaque période de retours et pas de temps variables par des formules usuelles, pour les utilisées dont l'estimation des débits de crues et pour les calculs des ruissellements, un seul moyen de résoudre ce problème est de connaître les pluies ponctuelles de n'importe quelle station avec un coefficient d'abattement qui est connu précédemment.

Genèse de la notion d'abattement :

Le problème de l'abattement à été abordé très tôt puisque celui –ci intervient dans le calcul des crues. ROCHE en a développé les aspects théoriques au début des années 60, le même auteur et BRUNET-MORET ont plus tard établi une méthode utilisant les données pluviométriques recueillies sur bassin versant et une station de longue durée située à proximité de celui- ci ; puis VUILLAUNE en 1974.

Les aspects de l'abattement ont ensuite été repris par le BARBE lors des études de ruissellement urbain.

Pour répondre à la question d'abattement de la Seybouse l'étude ci-après s'articule autour de trois points essentiels:

- 1- Analyse statistique des séries pluviométriques de toutes les stations de la zone d'étude.
- 2- exploitant les données de réseau pluviométrique pour l'estimation des coefficients d'abattement.
- 3- faire un ajustement des résultats de l'étude théorique.

Le mémoire est divisé en quatre chapitres:

Le chapitre 1 donne une présentation générale du bassin versant de la Seybouse.

Le chapitre 2 présente un aperçu bref sur la climatologie de la zone d'étude.

Le chapitre 3 détails sur les précipitations.

Le chapitre 4 présente un rappel théorique sur la méthodologie d'estimation d'abattement probabiliste et ensuite faire une analyse des pluies ponctuelles et des lames d'eau moyennes, application les séries des données du bassin versant de la Seybouse au calcul du coefficient d'abattement probabiliste.

Ce travail présente le principal concept d'une contribution à l'estimation de cette grandeur qui représente un facteur clé pour les ingénieurs hydrologues et même aussi il présente une donnée

essentielle pour les modèles hydrologiques, cette approche a été appliquée au bassin versant de la Seybouse.

CHAPITRE -I-

Présentation générale du bassin versant

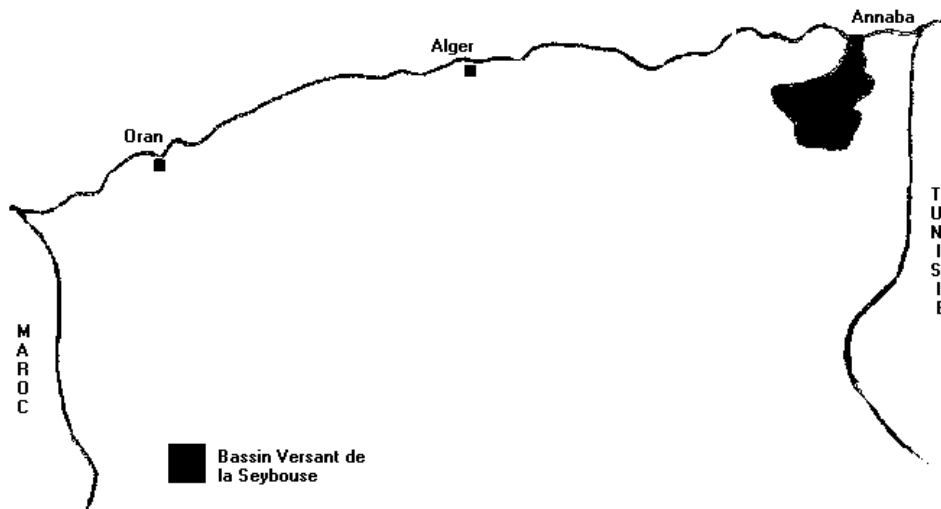
CHAPITRE I

Présentation générale du bassin versant

I-1 Situation géographique et administratif d la zone d'étude

Le bassin versant de la Seybouse est situé au Nord –Est de l'Algérie qui couvrent au total une superficie de 6862,39 Km² environ de 0,288 % de la superficie de l'Algérie. Elle s'étend entre les longitudes 6°48'W et 7°59'E, et de latitude 35°53' Sud et 36°57' Nord (figI-1) [2-16].

Le bassin versant du Seybouse englobe sept wilayas de l'Est algérien, la wilaya de Guelma en totalité et partiellement les wilayas de : Annaba, El –Taref, Oum El Baouaghi, Skikda, Souk Ahras et Constantine, il englobent 68 commune dont 30 sont entièrement incluent, la population est estimée à plus de 1258710 habitants (voir la carte(I-1) de découpage administratif a l'échelle 1:1000000 ème en annexe)[2-16].



FigI-1: Situation géographique du bassin versant de la Seybouse.

Il s'étend vers le sud sur une distance de 160 Km, jusqu'à les confins de l'atlas saharien, il atteint une largeur maximale de 120 Km du djebel Ouahch.(source de l'oued Semendou à l'Ouest) Jusqu'à l'oued El Kebir de l'Est [2-16].

Le bassin versant prend sa source dans les hautes plaines des Sellaoua et haracta, et finit dans la plaine littorale d'Annaba trouvant dans la direction Nord pour se jeter à 0,00m NGA d'altitude [2-16].

Le bassin versant de la Seybouse se composé de six sous bassins principaux (voir le classement ci-dessous), dont les trois premiers sous bassins sont appelés la haute Seybouse, et les deux sous bassins qu'il succèdent dite la moyenne Seybouse, et le dernier est appelé la basse Seybouse (figI-2) [2-16].

- * Le sous bassin Charef amont (14-01) ;
- * Le sous bassin Charef aval (14-02) ;
- * Le sous bassin oued Bouhamdane (14-03) ;
- * Le sous bassin Seybouse moyenne dite aussi Guelma (14-04) ;
- * Le sous bassin Mellah (14-05) ;
- * Le sous bassin Maritime (14-06).

Le sous bassin de Charef amont se compose essentiellement de la plaine de Sedrata et de la plaine de Tamlouka, ce dernier est drainée par l'Oued Melah qui prend ses sources dans le Djebel Amar. La plaine de Sedrata représente la plus grande partie de ce sous bassin.

Le sous bassin de Charef aval de type "gouttière"ou de nombreux petits Oueds orientés Est –Ouest, dans son ensemble est orienté à l'Oued de Charef, une séries des Oueds dans les deux rives droite et gauche, sur la rive droite, ce sont l'Oued Nil, l'Oued Sept, l'Oued Chenieur, sur la rive gauche, ce sont l'Oued Medjez Bgar, l'Oued Anouna, l'Oued Mgaisba .

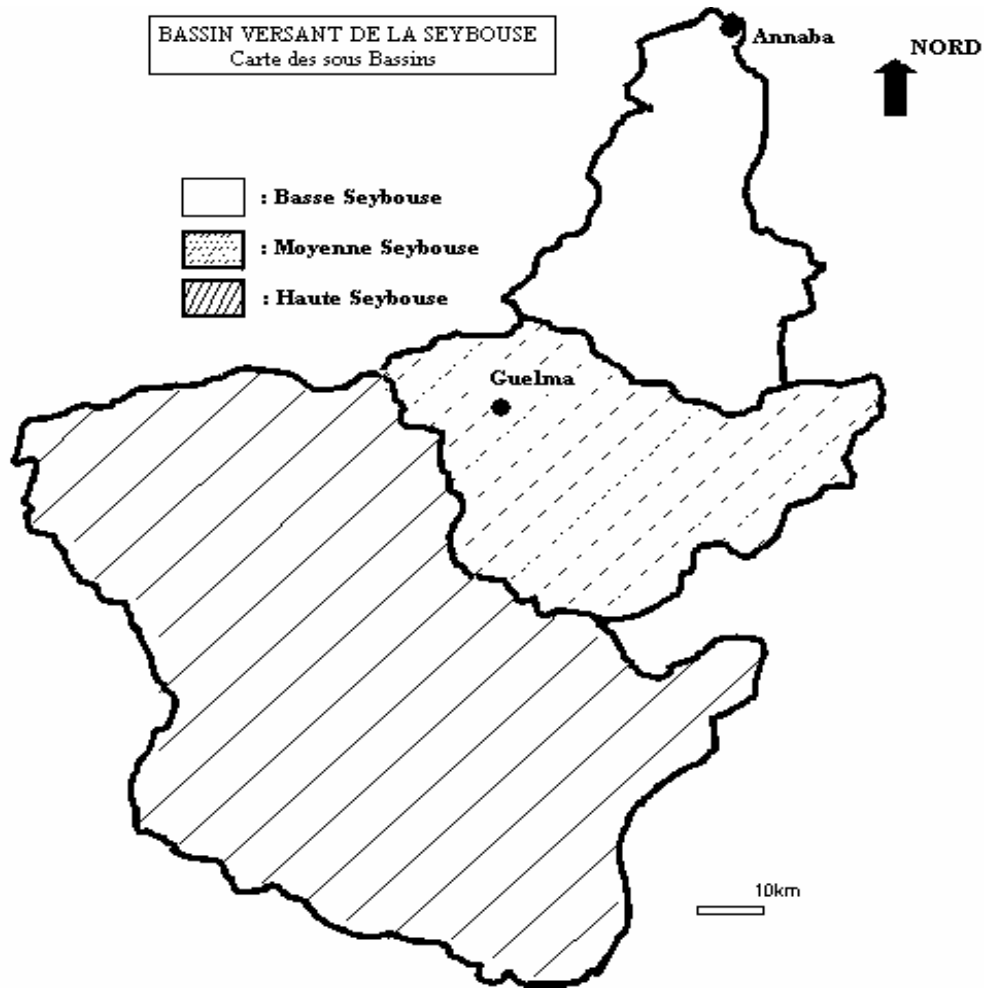
Le sous bassin oued Bouhamdane : l'Oued Zenati et l'Oued Sabath forment par leur jonction l'Oued Bouhamdane, qui se jette dans la Seybouse à Médjez Amar, il est l'affluent le plus important après le Charef, entre Medjez Amar et Bordj Sabath la chaîne numidique a obligé le Bouhamdane à prendre la même direction.

Le sous bassin Seybouse moyenne: à Medjez Amar, la Seybouse considérablement accrue par l'union du Bouhamdane et du Charef, débouche dans la vaste bassin de Guelma; l'Oued suit l'axe de ce dernier orienté Ouest –Est et le traverse dans toute sa longueur sur environ 25 Km, durant ce parcours la Seybouse a tracé de nombreux méandres.

Le sous bassin Mellah : d'orientation Sud-Ouest–Nord–Est et en forme de couloire, le sous bassin du Mellah est topographiquement très hétérogène. Le cours principal est formé par la réunion de l'Oued Sfa, l'Oued Cham et de l'Oued Ghanem.

Le sous bassin Maritime: Le cours d'eau de la Seybouse prend sa voie entre Bouchegouf et Dréan dans une direction Sud-Nord, ou il reçoit oued Ressoul, qui est un affluent très dynamique, qui draine la région humide de Ain Berda, Après la seybouse continue sa route vers la mer, en formant des méandres et des bras morts, qui redevient fonctionnel lors des grandes crues.

La structure du bassin présente des ensembles naturels de fort variétés avec des régions très hétérogènes ce qui justifient ses dimensions:6862,39 Km².



FigI-2: carte des six principaux sous bassins versants de la Seybouse

I-2 Caractéristiques morpho métriques de la zone d'étude

I-2-1 Paramètre géométrique du bassin versant

Les grandeurs spécifiques du bassin versant ont été obtenues grâce au planimétrage et au curvimétrage du bassin versant, ici le calcul de la surface et de périmètre ce fait grâce au logiciel AUTOCAD sur la base d'une carte des sous bassins à l'échelle 1:1000000 ème (voir la carte(I-2) de bassin versant a l'échelle 1:1000000 ème en annexe).

a- Indice de compacité de Gravelius

Le coefficient de compacité K_c ou indice de Gravelius donne une indication sur l'allongement du bassin versant: c'est le rapport entre le

périmètre de bassin et le périmètre du cercle de surface équivalente .il se calcule donc par la relation [1-3-27]:

$$Kc = \frac{P}{2.\sqrt{\pi.S}} = 0,28 \frac{P}{\sqrt{S}} \quad (I.1)$$

Cet indice de compacité est égal à 1 pour un bassin circulaire et croit d'autant plus que la compacité diminue.

b- Rectangle équivalent

Le rectangle équivalent fig1.3 est défini comme le rectangle de longueur L et de largeur l qui a de même surface (s), même périmètre (p), même indice de compacité Kc, et même hypsométrie de bassin versant étudié.

Il nous permet de comparer les bassins versants entre eux du point de vue influence de leur forme sur l'écoulement[1-3-28].

B-1 longueur du rectangle

$$L = Kc. \frac{\sqrt{S}}{1,128} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,128}{Kc} \right)^2} \right] \quad (I.2)$$

B-2 largeur du rectangle

$$l = Kc. \frac{\sqrt{S}}{1,128} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1,128}{Kc} \right)^2} \right] \quad (I.3)$$

Les principales caractéristiques géométriques des sous bassins sont présentées dans le tableau(I-1).

Tableau I-1: calcul les paramètres géométriques des six sous bassins de la Seybouse

N°	Sous bassins	P (km)	S (Km ²)	kc	Rectangle équivalent		forme de bassin
					L (km)	l (km)	
01	Le sous bassin charef amont (14-01)	227,927	1850,427	1,48	93,33	19,83	rectangulaire Allongé
02	Le sous bassin charef aval (14-02)	199,003	1241,797	1,58	84,02	14,78	rectangulaire Allongé
03	Le sous bassin oued Bouhamdane (14-03)	173,389	1181,416	1,41	68,94	17,14	rectangulaire Allongé
04	Le sous bassin Seybouse moyenne (14-04)	131,873	864,003	1,26	47,14	18,33	rectangulaire Allongé
05	Le sous bassin Mellah (14-05)	135,6	595,111	1,56	56,85	10,47	rectangulaire Allongé
06	Le sous bassin Maritime (14-06)	172,222	1129,636	1,43	69,17	16,33	rectangulaire Allongé
TOTAL du Bassin de la Sybouse		509,24	6862,39	1,72	221,89	30,93	rectangulaire Allongé

On peut en outre placer sur ce rectangle des lignes de niveau de telle sorte que le rectangle équivalent ait même répartition hypsométrique, ce qui permet de schématiser un bassin par quelques valeurs numériques (fig I-3) [17-18].

Les courbes de niveau devenant des droites parallèles aux petites cotes et l'exutoire du bassin étant assimilé à l'un de ces petites cotes.

Distance à la courbe 1400 : $L \times 0.09 \% = 0.199 \text{ Km}$;

Distance à la courbe 1200 : $L \times 0.28 \% = 0.64 \text{ Km}$;

Distance à la courbe 1000 : $L \times 2.82\% = 6.257 \text{ Km}$;

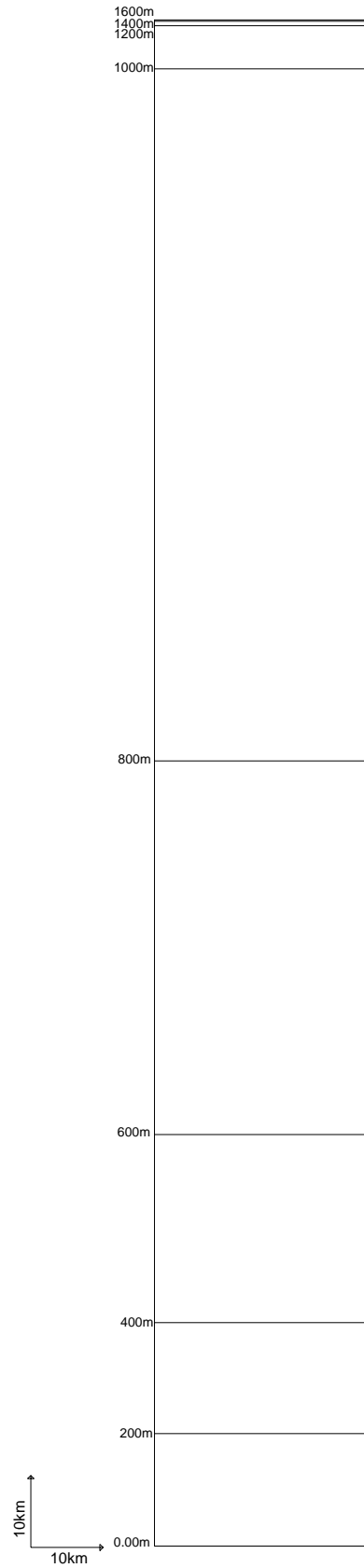
Distance à la courbe 800 : $L \times 45.29\% = 100.50 \text{ Km}$;

Distance à la courbe 600 : $L \times 24.45 \% = 54.26 \text{ Km}$;

Distance à la courbe 400 : $L \times 12.31 \% = 27.31 \text{ Km}$;

Distance à la courbe 200 : $L \times 7.27 \% = 16.13 \text{ Km}$;

Distance à la courbe 0 : $L \times 7.49 \% = 16.61 \text{ Km}$.



figl-3: Rectangle equivalent

I-2-2 paramètres de relief

I-2-2-A Répartition des altitudes

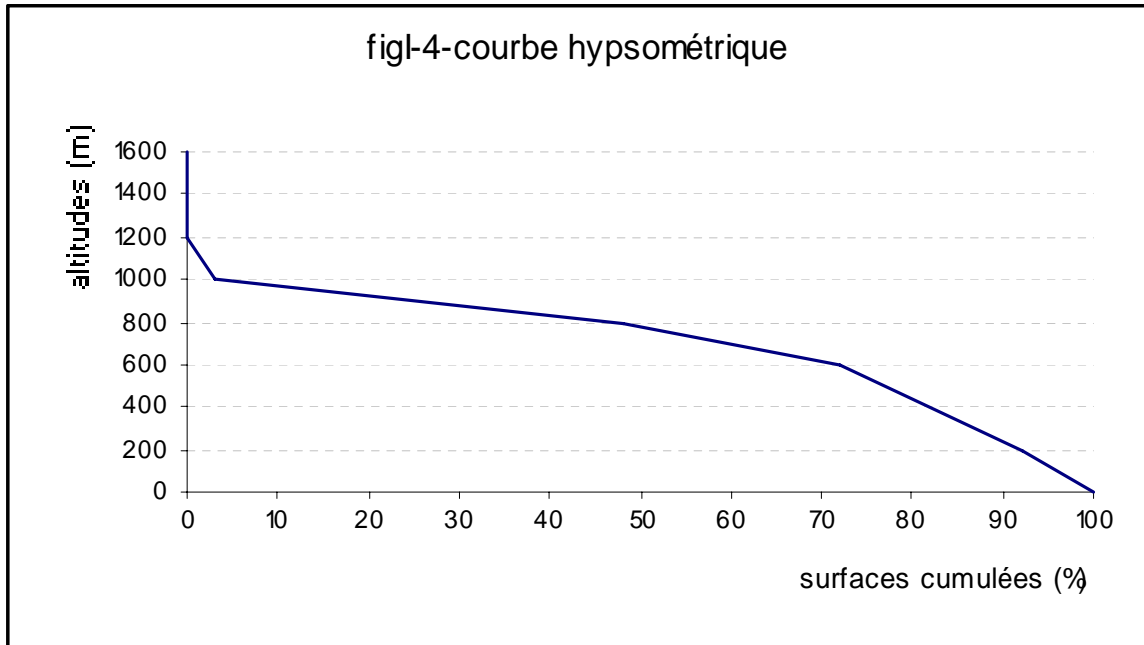
Comme de nombreux paramètres hydrologiques varient avec l'altitude (température, précipitation.....) il est important de connaître la répartition des altitudes dans le bassin ; pour cela la répartition la plus utilisée est la courbe hypsométrique(figI-4) obtenue en planimétrant les surfaces comprises entre certaines tranches d'altitude[16].

Les cotes du bassin versant varient de 1600m à l'amont jusqu'à 0,00m à l'aval.

La distribution des altitudes est représentée dans le tableau(I-2).

TableauI-2:Répartition Altimétrique du bassin.

N°	Hi,i+1 (m)	\overline{Hi} (m)	Surface partielle		Surface cumulée (Km ²)	Si. hi (Km ² .m)
			Si (Km ²)	Si (%)		
1	1600-1400	1500	6,12	0,09	6,12	9180
2	1400-1200	1300	19,45	0,28	25,57	25285
3	1200-1000	1100	193,45	2,82	219,02	212795
4	1000-800	900	3107,86	45,29	3326,88	2797074
5	800-600	700	1678,12	24,45	5005	1174684
6	600-400	500	844,44	12,31	5849,44	422220
7	400-200	300	498,78	7,27	6348,22	149634
8	200-0	100	514,17	7,49	6862,39	51417
total			6862.39			$\Sigma=4842289$



La courbe hypsométrique présente une allure régulière, IL y a donc une certaine équipartition des surfaces sur différentes tranches d'altitude.

I-2-2-B Altitude moyenne du bassin versant

$$H_{\text{moy}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot \overline{H}_i}{S} \quad (\text{I.4})$$

\overline{H}_i : Altitude moyenne entre deux courbes de niveau (m) ;

S_i : Surface partielle comprise entre deux courbes de niveau (Km^2) ;

S : Surface totale du bassin versant (km^2) ;

$$H_{\text{moy}} = 705,63 \text{ (m)}.$$

I-2-2-C Dénivelée D

$$D = H_{5\%} - H_{95\%} \quad (\text{I.5})$$

$$D = 876,79 \text{ (m)}$$

Avec $H_{5\%}$ et $H_{95\%}$ sont déduite de la courbe hypsométrique et ont pour valeur :

$$H_{5\%} = 992,02 \text{ m}$$

$$H_{95\%} = 115,23 \text{ m}$$

$$\text{Altitude médiane } H_{50\%} = 784,17 \text{ m}$$

I-2-2-D Indice de pente globale

Cet indice de pente globale sert aussi à classer le relief d'un bassin[11]

$$\text{Il est donné par la formule suivante : } I_g = \frac{D}{L} \quad (\text{I.6})$$

D'Où :

D : dénivelée entre $H_{5\%}$ et $H_{95\%}$;

L : Longueur du rectangle équivalent (Km) ;

$$H_{5\%} = 992,02 \text{ m} \quad H_{95\%} = 115,23 \text{ m} \quad L = 221,89 \text{ Km.}$$

Ce qui donne :

$$I_g = 3,95 \text{ (m/Km).}$$

I-2-2-E Indice de pente moyenne

$$I_{moy} = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L} \quad (\text{I.7})$$

Elle ne tien compte pas de la forme de la courbe hypsométrique

H_{\max} : altitude maximale du bassin (m) ;

H_{\min} : altitude minimale du bassin (m) ;

L : longueur du rectangle équivalent en (m) ;

$$I_{moy} = 0,721\%.$$

I-2-2-F Indice de pente de roche

$$I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum \sqrt{S_i (h_i - h_{i-1})} \quad (\text{I.8})$$

Avec :

L : longueur du rectangle équivalent ;

S_i : Surface de la bande i limitée par les deux courbes de niveau h_i et h_{i-1} et les limites B.V ;

h_i et h_{i-1} sont les côtes des courbes de niveau i et $i-1$ en (m).

TableauI-3: calcul l'indice du pente de roche.

Tranche d'altitude (m)	Surface S_i (%)	$h_i - h_{i-1}$ (m)	$S_i (h_i - h_{i-1})$	$\sqrt{S_i (h_i - h_{i-1})}$
1600 - 1400	0,09	200	18	4,24
1400 - 1200	0,28	200	56	7,48
1200 - 1000	2,82	200	564	23,75
1000 - 800	45,29	200	9058	95,17
800 - 600	24,45	200	4890	69,93
600 - 400	12,31	200	2462	49,62
400 - 200	7,27	200	1454	38,13
200 - 000	7,49	200	1498	38,70
100,00				Σ 327,03

$$I_p = 21,95 \%$$

I-2-2-G La dénivelée Spécifique

L'indice I_g décroît pour un même bassin lorsque la surface augmente, il était difficile de comparer des bassins de tailles différentes[11].

La dénivelé spécifique D_s ne présente pas cet inconvénient: elle dérive de la pente globale I_g en la corrigeant l'effet de surface admise étant inversement proportionnel à \sqrt{A} :

$$D_s = I_g \cdot \sqrt{A} = D \cdot \sqrt{\frac{l}{L}} \quad (I.9)$$

D : est la dénivelée spécifique ne dépend donc que de l'hypsométrie ($D = H_{5\%} - H_{95\%}$) elle donne lieu à une deuxième classification de O.R.S.T.O.M, indépendante des surfaces des bassins[17-24-28].

TableauI-4: deuxième classification de O.R.S.T.O.M pour différents reliefs.

R1	Relief très faible	$D_s < 10$ m
R2	Relief faible	$10 \text{ m} < D_s < 25 \text{ m}$

R3	Relief assez faible	$25 \text{ m} < D_s < 50 \text{ m}$
R4	Relief modéré	$50 \text{ m} < D_s < 100 \text{ m}$
R5	Relief assez fort	$100 \text{ m} < D_s < 250 \text{ m}$
R6	Relief fort	$250 \text{ m} < D_s < 500 \text{ m}$
R7	Relief très fort	$500 \text{ m} < D_s$

$$D_s = 327,35 \text{ (m/km)} \Rightarrow \text{Relief fort}$$

I-3 caractéristiques hydrographiques du bassin versant

Le réseau hydrographique est constitué de l'ensemble des chenaux qui drainent les eaux de surfaces vers l'exutoire [23] (vers la mer cas de la Seybouse) du bassin versant.

L'étude de chevelu hydrographique servant surtout à comparer des bassins entre eux[20].

La Seybouse présente un chevelu hydrographique de 4714 Km.

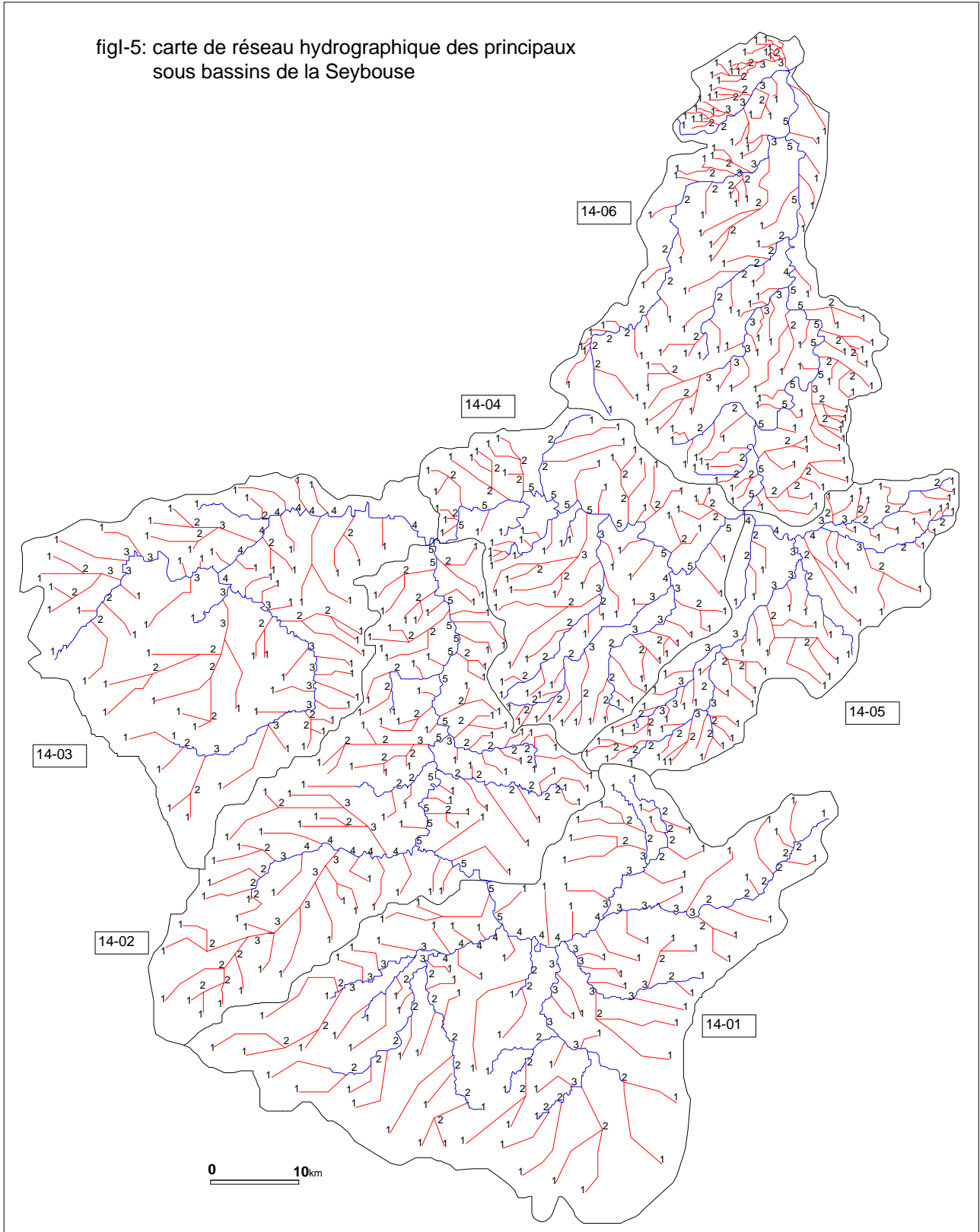
Le tableau(I-5)présente la totalité de réseau hydrographique pour chaque sous bassin.

TableauI-5: présentation de chevelu hydrographique pour chaque sous bassin.

N°	Sous bassin	chevelu hydrographique L en (km)
01	Le sous bassin Charef amont (14-01)	888,204
02	Le sous bassin Charef aval (14-02)	980,98
03	Le sous bassin oued Bouhamdane (14-03)	1039,64
04	Le sous bassin Seybouse moyenne (14-04)	414,807
05	Le sous bassin Mellah (14-05)	441,479
06	Le sous bassin Maritime (14-06)	948,89
Total du Bassin de la Seybouse		\sum 4714 Km

Ici le calcul de réseau ce fait grâce au logiciel AUTOCAD sur la base de la (figI-5).

figl-5: carte de réseau hydrographique des principaux sous bassins de la Seybouse



Le réseau hydrographique peut se caractériser par trois éléments: sa hiérarchisation, son développement (nombre et longueur des cours d'eau) et son profil en long.

I-3-A hiérarchisation du réseau

Pour compter la ramification du réseau, chaque cours d'eau reçoit un numéro fonction de son importance. Cette numérotation, appelée ordre de cours d'eau, diffère selon les auteurs [16]. Parmi toutes ces classifications, nous adopterons celle de STRAHLER:

- tout cours d'eau n'ayant pas d'affluent est dit 'ordre 1.
- Au confluent de deux cours d'eau de même ordre n , le cours d'eau résultant est de l'ordre $n+1$.
- Un cours d'eau recevant un affluent d'ordre inférieur garde son ordre, ce qui se résume par: $n + n = n + 1$ et $n + m = \max (n,m)$.

Cette classification est représentée sur la (figI-5).

I-3-B profil en long

Les profils en long permettent d'estimer la pente moyenne du cours d'eau. Cette pente moyenne sert surtout dans l'évaluation des temps de concentrations d'un bassin versant [8].

Le profil en long relatif au cours d'eau principal de la Seybouse et ses principaux affluents permet d'apporter des éléments complémentaires à la densité de drainage, au vu du rôle déterminant des pentes des thalwegs sur le ruissellement superficiel et surtout sur les vitesses d'écoulements des crues [8-14].

La moyenne et la basse Seybouse se caractérisent par un tracé régulier qui montre que la moyenne Seybouse et ses affluents descendant de l'Atlas tellien donnent des gorges profondes qui renforcent la vitesse des eaux. Ces dernières sont à l'origine des crues parfois catastrophiques dans le bassin de

Guelma et la plaine de Annaba, par contre la basse Seybouse se caractérise de très faibles pentes surtout au niveau de l'embouchure.

I-3-C Autre caractéristiques du chevelu

I-3-C-1 densité de drainage

Elle est définie comme étant le rapport entre la longueur cumulée de tous les cours d'eau pour chaque surface de sous bassin [8-14]:

$$D_d = \frac{\sum l_i}{S} \text{ [km/km}^2\text{]} \quad (\text{I.10})$$

$\sum l_i$: La sommes des longueurs des tronçons du réseau hydrographique ;

S : Surface du Bassin Versant.

TableauI-6: calcul la densité de drainage pour chaque sous bassin.

N°	Sous bassin	Chevelu hydrographique en (km)	S (Km ²)	D _d (Km ⁻¹)
01	Le sous bassin Charef amont (14-01)	888,204	1850,427	0,48
02	Le sous bassin Charef aval (14-02)	980,98	1241,797	0,79
03	Le sous bassin oued Bouhamdane (14-03)	1039,64	1181,416	0,88
04	Le sous bassin Seybouse moyenne (14-04)	414,807	864,003	0,48
05	Le sous bassin Mellah (14-05)	441,479	595,111	0,74
06	Le sous bassin Maritime (14-06)	948,89	1129,636	0,84
	Total du Bassin de la Seybouse	L = 4714	6862,39	0,69

I-3-C-2 temps de concentration

Le temps nécessaire à l'eau pour s'écouler depuis l'élément hydrologiquement le plus éloigné (en amont) du bassin versant jusqu'à l'exutoire est appelé temps de concentration du bassin[8-14]. Pour sa détermination on utilise souvent la formule de GIANDOTTI car elle tient compte des paramètres morphologique utilisés:

$$T_c = \frac{1.5L + 4\sqrt{S}}{0.8\sqrt{H_{moy} - H_{min}}} \quad (\text{I.11})$$

L : Longueur du cours principal du thalweg (L=248,971Km) ;

S : Surface du bassin versant (km²) ;

H_{moy} : altitude moyenne (m) ;

H_{min} : altitude minimale (m).

$$T_c = 33^h 10 \text{ min.}$$

I-3-C-3 Vitesse de ruissellement

Elle est donnée par la formule suivante :

$$V_r = \frac{Lp}{T_c} \quad (I.12)$$

Lp : longueur de talweg principale en Km ;

Tc : temps de concentration en h.

D'où : $V_r = 7,50 \text{ Km/h.}$

Les caractéristiques du bassin versant sont récapitulées dans le tableau(I-9)

TableauI-9: récapitulation des caractéristiques morphologiques de bassin versant de la Seybouse.

Paramètre	symbole	valeur	Unité
Surface	S	6862,39	Km ²
Périmètre	P	509,24	km
indice de compacité	K _c	1,72	-
Longueur de rectangle équivalent	L	221,89	Km
Largueur de rectangle équivalent	l	30,93	km
Altitude maximale	H _{max}	1600	m
Altitude moyenne	H _{moy}	705,63	m
Altitude médiane	H _{50%}	784,17	m
Altitude minimale	H _{min}	00,00	m
Altitude à 5% d la surface	H _{5%}	992,02	m
Altitude à 95% d la surface	H _{95%}	115,23	m
Indice de pente globale	I _g	3,95	m/Km
Indice de pente moyenne	I _{moy}	0,721	%
Indice de pente de roche	I _p	21,95	%

La dénivelée Spécifique	D_s	327,35	m/km
chevelu hydrographique	L	4714	km
Longueur du cours principal du thalweg	L	248,971	Km
densité de drainage	D_d	0,69	[km/km ²]
temps de concentration	T_c	33 ^h 10'	Heure et min
Vitesse de ruissellement	V_r	7,50	Km/h

I-4 Lithologie et leurs caractéristiques hydrogéologiques du Bassin

La zone d'étude présente une grande diversité lithologique, qui est obligatoirement entraîne des conséquences sur la stabilité du régime des eaux souterraines [2].

*/sous bassin Charef amont:

Est formé essentiellement d'une suite d'anticlinaux et de synclinaux, ces derniers sont remplis d'argiles, de sables, et des cailloutis.

Les marno- calcaires du crétacé moyen alternent avec des marnes, formant un terrain très peu perméable.

Ce bassin est encadré donc au Sud et Sud –Ouest par les calcaires qui ne sont perméables, le Sud –Ouest et une partie du centre est occupé par les calcaires et marno- calcaire qui sont pauvres en eaux souterraines. Au centre ce sont les formations de quaternaires constituées de sable, gravier et de limon, elle sont moyennement perméable.

*/sous bassin Charef aval:

Les prospections géophysiques faites en 1979, les couches aquifères dans cette cuvette sont constituées de calcaires, de conglomérats et de séries de l'extension en profondeur des calcaires jurassiques, des calcaires sénoniens et éocène au Nord de Tamalouka.

Le sous bassin de Charef aval présente des terrains semi-perméables et renferment peu des nappes aquifères.

*/sous bassin oued Bouhamdane:

Les couches lithologiques dominantes sont des grès numidien, d'argiles,

et des marnes, ne permettant pas de l'infiltration d'une grande quantité d'eau.

Les alluvions de l'Oued Zenati sont extrêmement argileuses et sont pauvre en eaux souterraines. Au Nord –Ouest de Bordj Sabath .les marnes noires constituent l'imperméable des nappes contenues dans les calcaires qu'elle supportent.

*/sous bassin de moyenne:

Le bassin est constitué de terrains sédimentaires d'age crétacé oligocène, mio- pliocène et quaternaire. Le fond de bassin occupé par une plaine alluviale correspond à un synclinal comblé par des argiles, des conglomérats marno- calcaire, des grès numédiens et des calcaires. Le Sud de Guelma est occupé par des calcaires, l'Est est occupé par des grès qui représente une zone de grande perméabilité.

*/Le sous bassin Mellah:

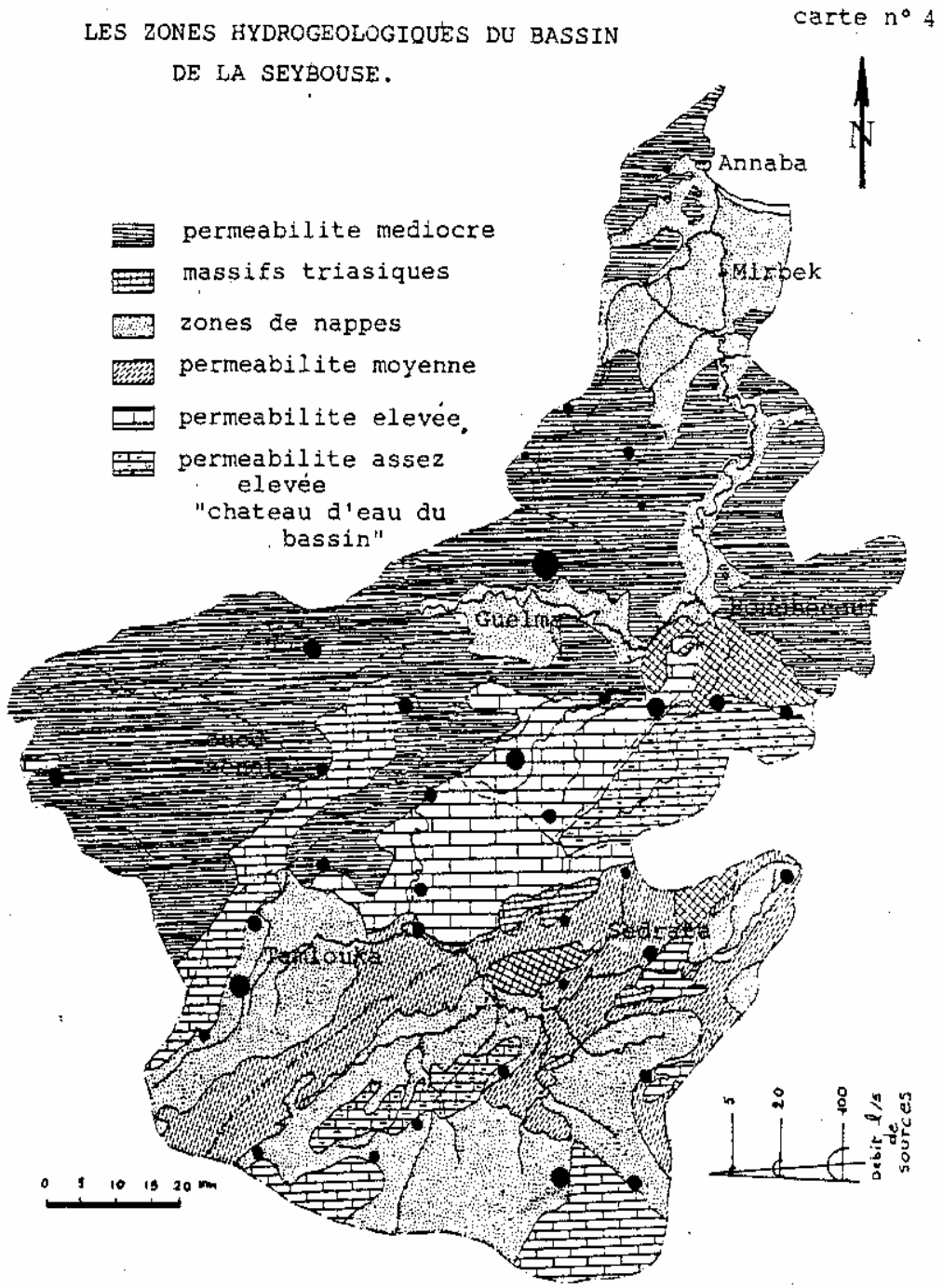
il est dominé par trois grands ensembles lithologiques. Au Sud le bassin est constitué de calcaires présiens et de marnes et marno- calcaires. au contact des calcaires et des assises marneuse, une réserve aquifère s'est constituée. Ces formations se poursuivent vers l'Est. Au centre, le trias domine .il est constitué d'argiles et de gyses broyés. Le secteur amont du Mellah peut être considéré comme un château d'eau de la région.

*/Le sous bassin maritime :

Sa partie Sud est constituée en majeure partie par des argiles rouges, sur lesquelles reposent des grès peu perméables, au Sud- Ouest , ce sont les marno- calcaires et les flyshs de Ain Barda qui dominant.

Les plaines Ouest de Annaba sont caractérisées par des alluvions quaternaires qui sont perméables. La zone Nord –Ouest est occupée par le flanc Est de massif de L'Edough, qui correspond à des roches cristallines (gneiss, schistes, micaschiste).

FigI-6: carte de réseau hydrogéologique des principaux sous bassins versants de la Seybouse.



CHAPITRE -III-

Etude des précipitations

CHAPITRE II

Bref aperçu sur la climatologie de bassin versant de la Seybouse

II-1 Climat

Le régime d'un cours d'eau dépend essentiellement des conditions climatiques : température, humidité relative, précipitations, évaporation et le vent ; ces derniers influencent l'écoulement sur un bassin versant d'une manière directe comme les facteurs morphométriques.

Le traitement et l'interprétation des comportements des facteurs climatiques des bassins versants, et leurs variabilités dans l'espace et dans le temps, permettent d'expliquer quantitativement les variations des composantes du régime hydrologique [8].

II-2 Caractéristique des stations climatologiques

La région est caractérisée par un climat méditerranéen avec des hivers froids et des étés chauds. La région d'étude est traitée par trois stations climatologiques, pour une période d'observation de 14 ans pour la station de Guelma (87/88-99/00), 30 ans pour la station les Salines (67/68-96/97) et 27ans pour la station de Constantine (74/75-02/03). Les données sont délivrées par ANRH de Constantine.

TableauII-1: caractéristiques des stations climatiques.

Station	Code	X (km)	Y (km)	Z (m)	Période d'observation
Salines	14-06-15	744,88	365,413	20	(55/88-96/97)
Guelma	14-04-12	923,815	361,249	760	(87/88-99/00)
Constantine	14-01-08	795 ,44	268,19	963	(74/75-22/03)

II-2 Analyse de climat

II-2-1 Température

Les valeurs des températures mensuelles enregistrées aux trois stations précédentes sont représentées dans le tableau(II-2).

TableauII-2: Températures moyennes mensuelles de la Seybouse (°C).

T _{moy} (C°)	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	moy an
Les Salines	23.39	19.78	15.66	12.65	11.68	11.92	12.99	14.80	18.03	24.32	21.40	25.23	16.82
Guelma	24.33	19.74	14.38	10.77	9.78	10.33	12.17	14.19	18.91	23.42	25.86	27.39	17.60
Constantine	21.78	18.45	13.94	9.81	8.98	9.37	11.25	14.01	17.65	21.45	25.90	28.71	16.77

Les températures moyennes annuelles pour les trois stations précédentes sont respectivement égales à 16.82, 17.60, 19.77 c°.

Les températures au secteur aval de la Seybouse sont toujours supérieures à 11 °c.

Nous pouvons remarquer que la dégradation thermique du Nord au Sud suivant les saisons et les nuances locale.

II-2-2 Humidité relative

L'humidité relative indique le degré de saturation de l'atmosphère [8].

Les observations disponibles de la station les Salines (67/68-96/97) Sont enregistrées dans le tableau(II-3).

TableauII-3: L'humidité relative de l'air en % de la station les Salines.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
H (%)	72.3	72.84	72.3	74.75	74.75	74.73	73.73	74.01	73.61	73	70.61	73.69

D'après le tableau ci dessus la région de Annaba se caractérise par une forte humidité est une faible variation annuelle de celle-ci.

L'humidité relative à la Station de Guelma pour la période de (87/88-99/00) est présentée dans le tableau(II-4).

Tableau II-4: L'humidité relative de l'air en % de la station de Guelma.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
H (%)	61	66.5	72.41	76.83	75.4	75.05	73.36	67.82	70.72	64.48	58.03	56.28

D'après le tableau ci-dessus, la région de Guelma ou la moyenne Seybouse se caractérise par une humidité élevée en hiver qu'en été mais elle ne descend pas au dessous de 50%.

Nous constatons dans le bassin que l'humidité relative décroît du Nord au Sud. Elle atteint des valeurs assez élevées pendant l'hiver.

II-2-3 Vent

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat [3].

Le climat au niveau de bassin versant de la Seybouse pour des période d'observation de 2 ans pour la station de Guelma (97/98-99/00), 5 ans pour la station les Salines (75/96-00/01), se caractérise par des vents légers d'une vitesse généralement inférieure à 10(Km/h).

Tableau(II-5): Vitesse moyenne des vents au cours de l'année en (m/s).

V (m / s)	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout
Les Salines	2	2	2,6	2	2,3	2,8	3	2,3	2,5	2	2	2
Guelma	2.1	2.45	2.7	2.7	2.1	2.9	3.12	3.4	2.5	2.55	2	2.2

II-2-4 Evaporation

C'est un ensemble des phénomènes qui transforment l'eau en vapeur par le processus physique [11].

Les valeurs de l'évaporations moyennes mensuelles enregistrées aux trois zones différentes du bassin versant de la Seybouse pour une période d'observation de 15 ans pour la station de Guelma (84/85-99/00), 32 ans pour la station les Salines (69/70-01/06) et 28 ans pour la station de Constantine (74/75-02/03) sont représentées dans le tableau(II-6).

TableauII-6: évaporation moyenne mensuelle de la Seybouse.

Evaporation (mm)	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	an
Les Salines	115.9	115.5	88.8	78.4	70.9	76.1	86.5	90.7	118.3	114.9	177.9	178.3	1372.2
Guelma	190.0	103.4	86.4	63.4	79.7	72.8	77.6	85.6	136.3	156.0	223.4	222.7	1457.3
Constantine	100	112	49	34	20	28	72	113	193	226	294	272	1634

L'évaporation est très élevée en saison chaude avec un maximum généralement en juillet ou Août, nous signalons que 60 à 75 % de l'évaporation se fait en cette saison. Nous pouvons remarquer que l'évaporation augmente dans la direction Sud pendant la saison d'été qui est en relation avec l'augmentation des températures, est inversement

proportionnel à la saison froide.

La forte évaporation se traduit par une réduction considérable de l'écoulement superficiel et souterrain.

CHAPITRE -III-

Etude des précipitations

CHAPITRE III

Etude des précipitations

III-1 Présentation de réseau pluviométrique de la Seybouse

Le réseau pluviométrique comprend douze stations pluviométriques réparties sur l'ensemble de la surface de bassin versant de la Seybouse, ce qui correspond à une densité moyenne d'un poste pour 572 km² (figIII-1).

Le tableau ci-dessous présente la liste des stations pluviométriques existant dans le bassin qui fait l'objet de la zone d'étude.

Les séries de données pluviométriques utilisées dans cette étude ont été fournies par l'ANRH de Constantine.

TableauIII-1- stations pluviométriques de bassin versant de la Seybouse.

N°	Nom de la station	code	coordonnées			Période d'observation
			X (km)	Y (km)	Z(m)	
01	Ain Babouche	140111	905,00	363,10	860	1987-2002
02	Ain barda	140666	937,288	387,737	55	1982-2006
03	Ain Makhlouf	140205	909,02	336,82	834	1980-2006
04	Boucheghouf	140505	948,726	342,494	800	1980-2006
05	Bourdj Sbath	140302	888,736	355,02	525	1980-2006
06	Cheikh Rabah	140113	109,20	310,05	865	1980-2006
07	El Karma	140609	943,694	394,665	71	1980-2006
08	Héliopolise	140403	924,841	366,79	780	1980-2006
09	Guelma	140412	923,815	361,249	760	1980-2006
10	Machroha	140502	961,15	351,55	750	1980-2006
11	M'djaz Amar	140313	913,054	359,067	428	1980-2006
12	Pont Bouchet	140631	349,976	402,826	47	1980-2006

localisation des stations pluviométriques sur les principaux sous bassins de la Seybouse

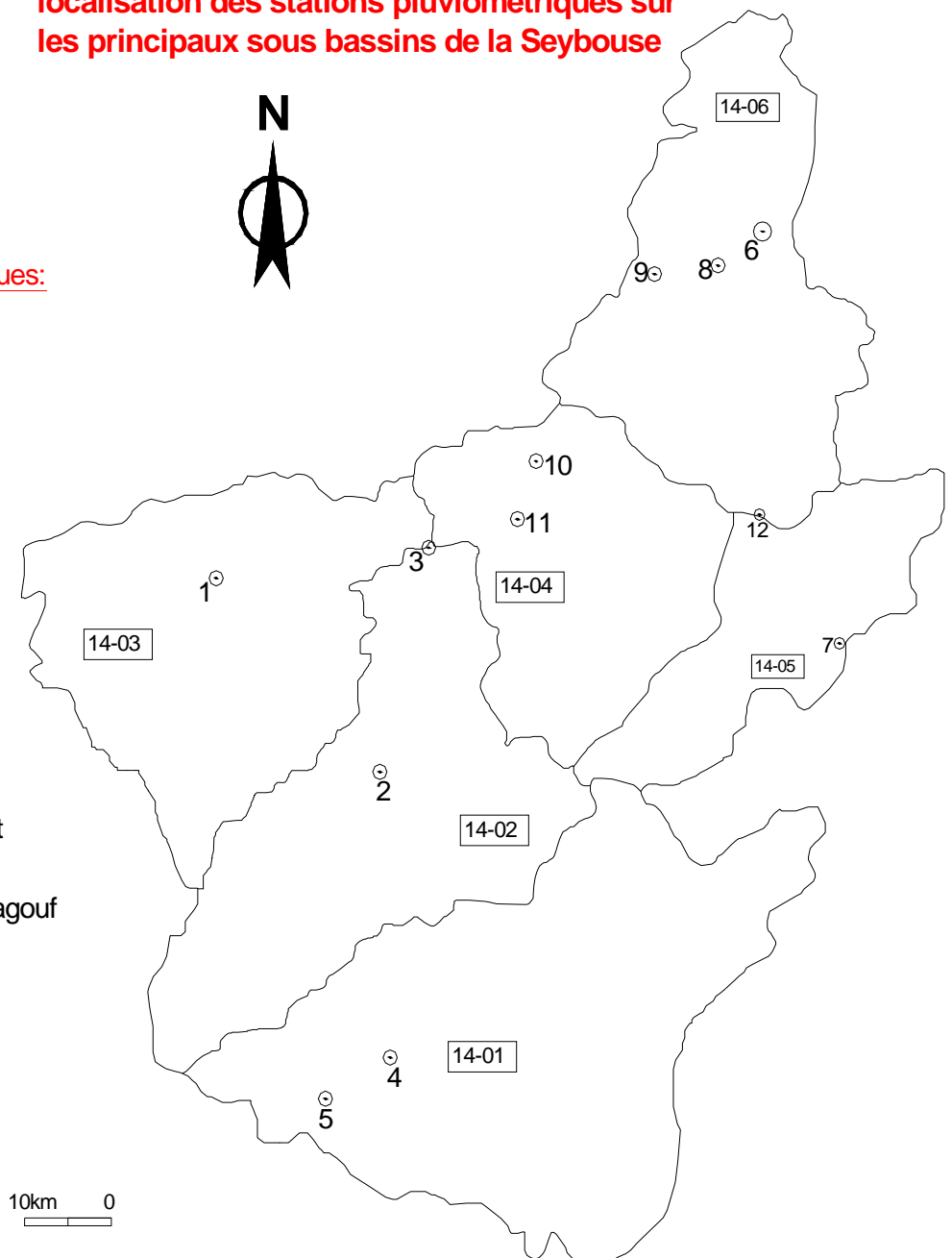


Stations pluviométriques:

- ⊙ -1- Bordj Sabath
- ⊙ -2- Ain Makhlouf
- ⊙ -3- Medjaz Amar
- ⊙ -4- Cheikh Rabah
- ⊙ -5- Ain Babouch
- ⊙ -6- Pont Bouchet
- ⊙ -7- Machroha
- ⊙ -8- karma
- ⊙ -9- Ain Barda
- ⊙ -10- Héliopolis
- ⊙ -11- Guelma
- ⊙ -12- Bouchagouf

Sous bassins:

- 14-01: Charef amont
- 14-02: Charef aval
- 14-03: Oued Bouchagouf
- 14-04: Guelma
- 14-05: Mellah
- 14-06: Maritime



III-2 Analyse des données pluviométriques

Afin de pouvoir utiliser les séries de données il est nécessaire d'une part de détecter les lacunes des stations pluviométriques et combler toutes ces dernières, Et d'autre part de s'assurer que les séries des données sont homogènes de point de vue statistique, se dernier est moyen le plus sur et le plus efficace pour détecter toutes anomalies dans une série pluviométrique ou autre [9-18].

Les séries de données pluviométriques de bassin versant de la Seybouse sont longues et récentes, constituées par des pluies maximales journalières et annuelles, qui présente peu de discontinuités (figIII-2), pour une période d'observation de vingt sept ans pour chacune (1980/2006).

Année d'observation	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Ain Babouche																											
Ain barda																											
Ain Makhlouf																											
Boucheghouf																											
Bourdj Sbath																											
Cheikh Rabah																											
El Karma																											
Héliopolise																											
Guelma																											
Machroha																											
M'djaz Amar																											
Pont Bouchet																											

Année continue
 Année discontinue

FigIII-2: durées d'observation aux stations pluviométriques de bassin versant de la Seybouse.

A Partir de la (figIII-2) nous retirons les remarques suivantes:

Sur la période 1980/2006 le taux de panne détecter sur les séries d'observations pour tous les stations pluviométriques est représenté dans le tableau ci-après:

TableauIII-2: taux de pannes détectées pour chaque station pluviométrique

Station	Taux de panne en (%)
Ain Babouche	33,33
Ain barda	-
Ain Makhlouf	29,63
Boucheghouf	7,41
Bourdj Sbath	33,33
Cheikh Rabah	40,74
El Karma	22,22
Héliopolise	-
Guelma	11,11
Machroha	29,63
M'djaz Amar	22,22
Pont Bouchet	14,81
La moyenne	20,37

Le taux de panne sur l'ensemble de la période 1980-2006 est de l'ordre de 20,37%, ce qui correspond à une durée effective moyenne d'enregistrement de 5,5 années pour les séries pluviométriques disponibles.

III-2-1 Homogénéisation des donnés

Les erreurs dans les séries de mesures pluviométriques modifient le caractère aléatoire des phénomènes et les conditions de leur avènement. Si ces conditions changent cela veut dire que les données mesurées ne proviennent pas de la même population et que la série de mesures n'est pas homogène. Avant de pouvoir étudier statistiquement ces séries il y a lieu donc, au préalable, de les rendre homogènes [21-28].

Les données à traiter dans cette partie sont les séries des pluies maximales journalières de la même période d'observation (1980-2006), pour les douze stations pluviométriques de bassin versant de la Seybouse, Soulignons que l'objectif de ce dernier pénétrant dans l'estimation de coefficient d'abattement spatial des pluies qui viennent après.

Les deux stations pluviométriques de Ain Barda et Héliopolise sont des stations de références, car elles présentent des séries d'observations continues.

Plusieurs tests statistiques sont utilisés pour s'assurer de l'homogénéité d'une série statistique nous étudierons l'un des tests suivants [1-9-17]:

- * le test de Wilcoxon.
- * le test de Mann-Whitney.
- * la méthode des doubles cumuls.

III-2-1-1 le test de Wilcoxon

A- Principe de test

C'est un test non paramétrique qui utilise la série des rangs des observations, au lieu de la série de leurs valeurs.

Si l'échantillon (de pluie par exemple) X est issue d'une même population Y, l'échantillon X U Y (union de X et de Y) en est également issu.

On procède ainsi:

Soit une série d'observation de longueur N à partir de laquelle on tire deux échantillons X et Y : N_1 et N_2 sont respectivement les tailles de ces échantillons, avec $N = N_1 + N_2$ et $N_1 \leq N_2$.

En classe ensuite les valeurs de notre série par ordre croissant. Par la suite, nous ne nous intéresserons qu'au rang de chacun des éléments des deux échantillons dans cette série. Si une valeur se répète plusieurs fois, on lui associe le rang moyen correspondant.

On calcule ensuite la somme W_x des rangs des éléments du premier échantillon dans la série commune: $W_x = \sum \text{Rang } x$.

Wilcoxon a constitué une série homogène, la quantité W_x est comprise entre deux bornes W_{\max} et W_{\min} donnée par les formules suivantes:

$$W_{\min} = \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} - Z_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12}} \quad (\text{III.1})$$

$$W_{\max} = \frac{(N_1 + N_2 + 1)}{N_1} - W_{\min} \quad (\text{III.2})$$

$Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$ Représente la valeur de la variable centrée réduite de la loi normale correspondant à $1-\frac{\alpha}{2}$ [au seuil de confiance de 95% nous avons $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}=1,96$ voir tableau I-1 en annexe] [1-24].

Nous allons utiliser le test de Wilcoxon pour vérifier l'homogénéité des données pluviométriques de la station de Ain Barda et Héliopolise au niveau de signification de 5%.

B- Cas des pluies maximales journalières de la station Ain Barda

Les données sont reportées sur le tableau(III-3).

TableauIII-3: série des pluies maximales journalières de la station de Ain Barda.

année	P (mm)	année	P (mm)	année	P (mm)	année	P (mm)
1980	43,5	1987	18,5	1994	51,5	2001	36,5
1981	41	1988	78	1995	38	2002	104,5
1982	87	1989	45	1996	24	2003	76,5
1983	54	1990	54	1997	52,5	2004	46,5
1984	38	1991	71,5	1998	40,5	2005	46
1985	33	1992	93	1999	111	2006	71
1986	41	1993	42,5	2000	37	-	-

Nous formons ensuite le Tableau(III-4) pour faciliter les calculs. On commence par diviser notre série pluviométrique en deux échantillons de longueurs respectives $N_1= 12$ valeurs et $N_2 =15$ valeurs. Dans la première colonne, on porte le premier échantillon X; dans la deuxième colonne, on porte le deuxième échantillon Y; dans la troisième et la quatrième colonnes, on porte respectivement les rangs et les valeurs classées de la séries originale et, dans la cinquième colonne, l'origine de la valeur de la série, c'est-à-dire on note si elle provient de l'échantillon X ou de Y.

TableauIII-4: application de la méthode de Wilcoxon pour vérifier l'homogénéité de la série des pluies maximales journalières de la station de Ain Barda.

1	2	3	4	5	3	4	5
X	Y	rangs	X U Y	origine	rangs	X U Y	origine
43,5	93	1	18,5	X	16	51,5	Y
41	42,5	2	24	Y	17	52,5	Y
87	51,5	3	33	X	18	54	X
54	38	4	36,5	Y	19	54	X
38	24	5	37	Y	20	71	Y
33	52,5	6	38	X	21	71,5	X
41	40,5	7	38	X	22	76,5	Y
18,5	111	8	40,5	Y	23	78	X
78	37	9	41	X	24	87	X
45	36,5	10	41	X	25	93	Y
54	104,5	11	42,5	Y	26	104,5	Y
71,5	76,5	12	43,5	X	27	111	Y
	46,5	13	45	X			
	46	14	46	Y			
	71	15	46,5	Y			

$$\sum \text{Rang } x = 166.$$

$$W_{\min} = 127, 33.$$

$$W_{\max} = 208, 67.$$

Sachant que $Z_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,96$ pour un niveau significatif $\alpha = 5\%$.

On vérifie l'égalité $W_{\min} < \sum \text{Rang } x < W_{\max}$

C'est-à-dire que $127, 33 < 166 < 208,67$

L'inégalité est donc vérifiée, et notre série donc homogène.

C- Cas des pluies maximales journalières de la station Héliopolise

Les mêmes étapes pour la vérification de l'homogénéité de la série des pluies maximales journalières de la station Héliopolise.

Les données sont reportées sur le tableau(III-5).

TableauIII-5: série des pluies maximales journalières de la station de Héliopolise.

année	P (mm)	année	P (mm)	année	P (mm)	année	P (mm)
1980	50,9	1987	22,7	1994	54,5	2001	25,9
1981	33,3	1988	54,6	1995	41,5	2002	88,2
1982	39,3	1989	33,3	1996	24,7	2003	51,1

1983	94,6	1990	37,3	1997	46	2004	91
1984	72,1	1991	58,8	1998	69,1	2005	103,7
1985	40,4	1992	108,6	1999	83	2006	80,8
1986	43	1993	46,6	2000	45,7	-	-

TableauIII-6: application de la méthode de Wilcoxon pour vérifier l'homogénéité de la série des pluies maximales journalières de la station de Héliopolise.

1	2	3	4	5	3	4	5
X	Y	rangs	X U Y	origine	rangs	X U Y	origine
50,9	108,6	1	22,7	X	16	54,5	Y
33,3	46,6	2	24,7	Y	17	54,6	X
39,3	54,5	3	25,9	Y	18	58,8	X
94,6	41,5	4	33,3	X	19	69,1	Y
72,1	24,7	5	33,3	X	20	72,1	X
40,4	46	6	37,3	X	21	80,8	Y
43	69,1	7	39,3	X	22	83	Y
22,7	83	8	40,4	X	23	88,2	Y
54,6	45,7	9	41,5	Y	24	91	Y
33,3	25,9	10	43	X	25	94,6	X
37,3	88,2	11	45,7	Y	26	103,7	Y
58,8	51,1	12	46	Y	27	108,6	Y
	91	13	46,6	Y			
	103,7	14	50,9	X			
	80,8	15	51,1	Y			

$$\sum \text{Rang } x = 135$$

$$W_{\min} = 127,33.$$

$$W_{\max} = 208,67.$$

Sachant que $Z_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1,96$ pour un niveau significatif $\alpha = 5\%$.

$$\text{On vérifie l'égalité } W_{\min} < \sum \text{Rang } x < W_{\max}$$

$$\text{C'est-à-dire que } 127,33 < 135 < 208,67.$$

L'inégalité est donc vérifiée, et notre série donc homogène.

On conclue que les séries des deux stations précédentes sont homogènes.

III-2-1-2 Comblement des lacunes par la méthode de régression linéaire

A- Principe de basse

Toutes les séries pluviométriques des différentes stations du bassin versant présentent des lacunes à l'échelle journalière, Pour combler ces lacunes dans les stations ayant des séries de pluies discontinues (figIII-2), Nous avons procédé à la méthode de régression linéaire, cette méthode consiste à estimer les valeurs manquantes d'une série pluviométrique lacunaire à partir des observations d'une autre station de série continue et homogène , Pour que cette méthode soit efficace il faut que la régression soit linéaire et que les variables confrontées suivant une loi normale. On estime la variable y à partir de la variable x par la droite:

$$y = a x + b. \quad (\text{III.3})$$

Le variable x est observé n fois de la station de référence, et le variable y observée k fois avec $n > k$, soit le nombre de couple (x, y), on se propose, à partir de ces couples d'établir la droite de régression de y en x puis, à partir des valeurs de x reconstituer les (n -k) valeur de y non observées.

Soient le $\overline{x_k}$; $\overline{y_k}$; ${}_k\sigma_x$; ${}_k\sigma_y$ les moyennes et les écarts-types déterminés à partir des k couples ainsi que le coefficient de corrélation r_k correspondant:

La régression de y en x s'écrit :

$$\hat{y}_j = r_k \cdot \frac{{}_k\sigma_y}{{}_k\sigma_x} \cdot (x_j - \overline{x_k}) + \overline{y_k} \quad (\text{III.4})$$

Ainsi seront reconstituées les (n - k) valeurs de y qui manquent. Le nombre d'années "efficace" ou " fictives "dit aussi l'efficacité de l'extension [E] d'observation n', dans lesquelles on aurait la même confiance que si elle avait été réellement faites pendant n' est donnée

par:

$$n' = \frac{k}{E} \quad (\text{III.5})$$

E : nombre d'année efficace.

$$\text{Avec } E = 1 + \left(1 - \frac{k}{n}\right) \frac{1 - (k-2)r_k^2}{k-3} \quad (\text{III.6})$$

L'estimation $\overline{\hat{y}_n}$ de la moyenne des y de l'échantillon étendu peut s'obtenir directement à partir de $\overline{x_n}$.

$$\overline{\hat{y}_n} = \hat{y}_j = r_k \cdot \frac{{}_k\sigma_y}{{}_k\sigma_x} (\overline{x_n} - \overline{x_k}) + \overline{y_k} \quad (\text{III.7})$$

On peut estimer l'écart type de l'échantillon étendu:

$${}_n\hat{\sigma}_y^2 = {}_k\sigma_y^2 + r_k^2 \cdot \frac{{}_k\sigma_y^2}{{}_k\sigma_x^2} \cdot ({}_k\sigma_x^2 - {}_k\sigma_x^2) \quad (\text{III.8})$$

On compare ${}_n\hat{\sigma}_y$ et ${}_k\sigma_y$ et on retient la plus forte des deux valeurs.

A partir des deux stations de base qui présentent des séries d'observations continues [station de Ain Barda et Héliopolise] nous avons comblé toutes les lacunes à l'échelle journalière[3].

Pour admettre un coefficient de corrélation à l'extension des séries de pluie des stations discontinues, on effectue la matrice ci-dessous qui présente les coefficients de corrélations de toutes les stations pluviométriques prise deux à deux par rapport aux stations de bases. Soulignons que le coefficient de corrélation choisi est celle qui prend la valeur maximale dans la ligne de la matrice ci-dessous

Matrice d'évaluation du coefficient de corrélation de couples de stations des P max j

station	Ain Barda	Héliopolise	karma	Ain Makhlouf	Medjaz Amar	Guelma	Bouchagouf	Machroha	Bordj Sabath	Cheikh Rabah	Ain Babouche	Pont Bouchet
Ain barda	1.000	0.526	0.849	0.243	0.513	0.682	0.635	0.503	0.341	0.159	0.331	0.431
héliopolise	0.526	1.000	0.539	0.730	0.687	0.839	0.653	0.543	0.620	0.420	0.330	0.647

B- Cas des pluies maximales journalières de la station Karma

Nous appliquons la méthode de la régression linéaire aux séries pluviométriques de karma et Ain Barda. Les données sont présentées dans le Tableau ci-après.

TableauIII-7: présentation des séries des pluies maximales journalières de la station de karma et Ain Barda.

année	Station Ain Barda	Station karma	année	Station Ain Barda	Station karma	année	Station Ain Barda	Station karma
1980	43,5	??	1989	45	41,5	1998	40,5	??
1981	41	43	1990	54	69,9	1999	111	63,2
1982	87	67,2	1991	71,5	??	2000	37	24,8
1983	54	??	1992	93	86,5	2001	36,5	32,7
1984	38	??	1993	42,5	41,5	2002	104,5	106,3
1985	33	34	1994	51,5	47,7	2003	76,5	48,3
1986	41	35,8	1995	38	38,1	2004	46,5	45,8
1987	18,5	21,7	1996	24	29	2005	46	32,5
1988	78	53,2	1997	52,5	43,6	2006	71	??

La série de Ain Barda est longue de 27 ans, celle de karma de 21ans, nous concluons le coefficient de corrélation r , nous allons aussi étendre la série de karma, les calculs sont présentés dans le tableau(III-8).

La première colonne donne l'année de l'observation, la deuxième et la troisième colonnes donnent les (x,y), les quatrième et cinquième colonnes donnent les carrés des pluies et la sixième colonne leurs produits.

TableauIII-8: calcul des paramètres de la régression linéaire.

1	2	3	4	5	6
année	Station Ain Barda X	Station karma Y	X ²	Y ²	X.Y
1981	41	43	1681	2825761	1763
1982	87	67,2	7569	57289761	5846,4
1985	33	34	1089	1185921	1122
1986	41	35,8	1681	2825761	1467,8
1987	18,5	21,7	342,25	117135,063	401,45
1988	78	53,2	6084	37015056	4149,6
1989	45	41,5	2025	4100625	1867,5
1990	54	69,9	2916	8503056	3774,6
1992	93	86,5	8649	74805201	8044,5
1993	42,5	41,5	1806,25	3262539,06	1763,75

1994	51,5	47,7	2652,25	7034430,06	2456,55
1995	38	38,1	1444	2085136	1447,8
1996	24	29	576	331776	696
1997	52,5	43,6	2756,25	7596914,06	2289
1999	111	63,2	12321	151807041	7015,2
2000	37	24,8	1369	1874161	917,6
2001	36,5	32,7	1332,25	1774890,06	1193,55
2002	104,5	106,3	10920,25	119251860	11108,35
1995	38	38,1	1444	2085136	1447,8

Pour étendre la série pluviométrique de la station de karma y on calcul

\bar{x}_k , \bar{y}_k , ${}_k s_x$, ${}_k s_y$, \bar{y}_n , ${}_n s_y$ les résultats sont les suivants:

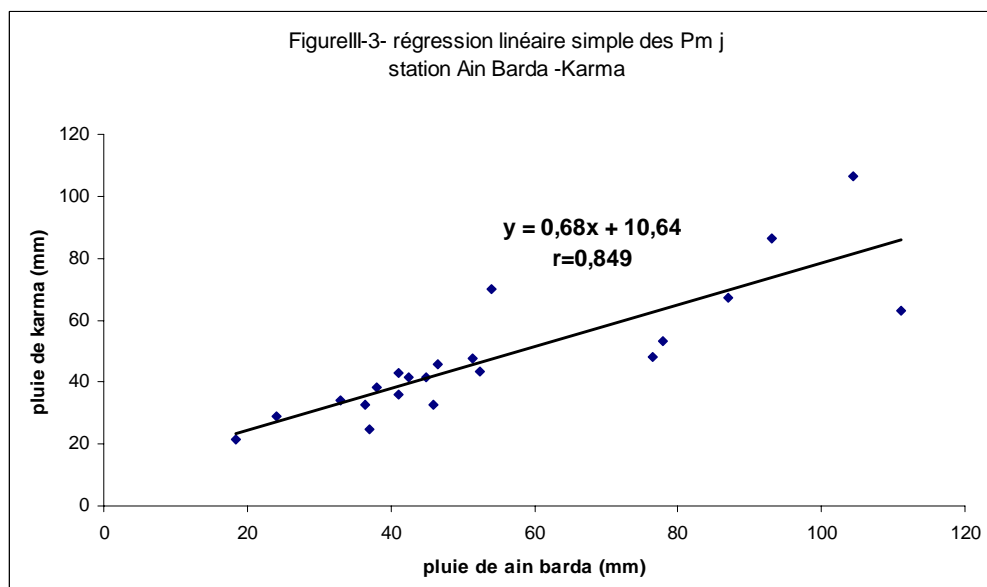
$$\bar{x}_k = \frac{\sum x_i}{k} = 54,9 \text{ mm} \quad \bar{y}_k = \frac{\sum y_i}{k} = 48,9 \text{ mm}$$

$${}_k s_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{k-1}} = 25,47 \text{ mm} \quad {}_k s_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{k-1}} = 20,45 \text{ mm}$$

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}} = 0,849.$$

$$b = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = 10,64 \quad a = r_k \cdot \frac{{}_k s_y}{{}_k s_x} = 0,68$$

L'équation de la droite de régression est : $y = 0,68x + 10,64$.



L'efficacité E de la corrélation est:

$$E = 1 + \left(1 - \frac{k}{n}\right) \cdot \frac{1 - (k-2) \cdot r^2}{k-3} = 0,852$$

Le nombre d'années efficaces d'observation n' égal à:

$$n' = \frac{k}{E} = 24,64 \cong 25 \text{ ans.}$$

La série de 25 ans des pluies reconstituées est reportée dans le tableau ci-après.

TableauIII-9: série des 25 années des $P_{\max.j}$ de karma reconstituées.

année	Station Ain Barða	Station karma	année	Station Ain Barða	Station karma	année	Station Ain Barða	Station karma
1980	43,5	40,1	1989	45	41,5	1998	40,5	38
1981	41	43	1990	54	69,9	1999	111	63,2
1982	87	67,2	1991	71,5	59	2000	37	24,8
1983	54	47,2	1992	93	86,5	2001	36,5	32,7
1984	38	36,4	1993	42,5	41,5	2002	104,5	106,3
1985	33	34	1994	51,5	47,7	2003	76,5	48,3
1986	41	35,8	1995	38	38,1	2004	46,5	45,8
1987	18,5	21,7	1996	24	29	-	-	-
1988	78	53,2	1997	52,5	43,6	-	-	-

Les paramètres statistiques de la série étendue sont représentés dans le tableau suivant:

$r = 0.849$	
Moy $X_k = 56.92$ mm	Moy $X_n = 55.29$ mm
Moy $Y_k = 35.33$ mm	Moy $Y_n = 40.6$ mm
${}_x\sigma^2_k = 539.9$ mm	${}_x\sigma^2_n = 577.37$ mm
${}_y\sigma^2_k = 476.77$ mm	${}_y\sigma^2_n = 476.77$ mm
$E = 0.852$	$n' = 25$

TableauIII-10: paramètres statistiques des $P_{\max.j}$ de la station karma reconstituées.

Les mêmes étapes à suivre pour combler toutes les séries de pluies max.j

C- Cas des pluies maximales journalières de la station de Guelma

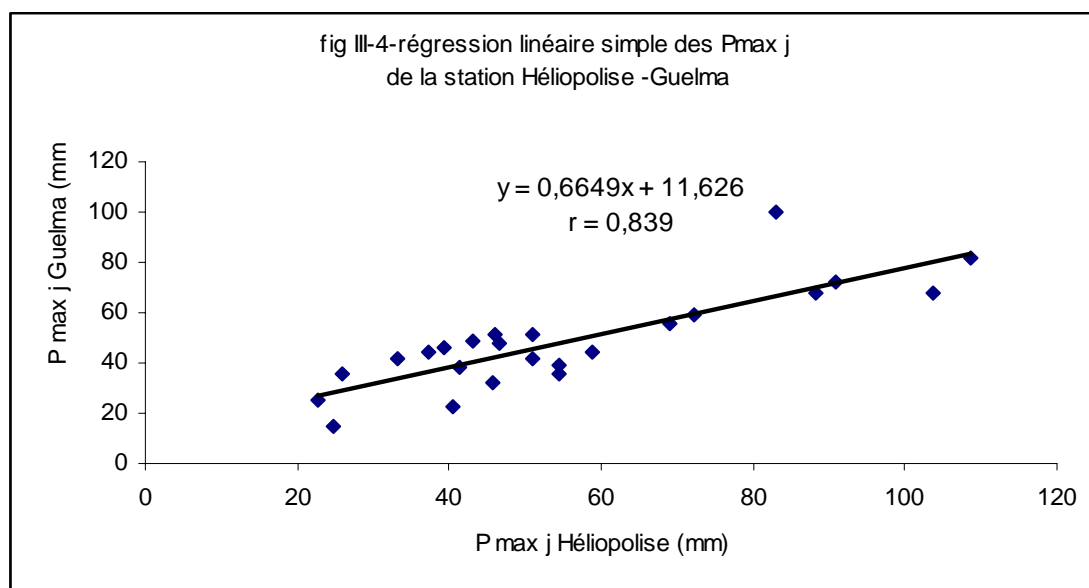
année	station heliopolise	Station Guelma	année	station heliopolise	Station Guelma	année	station heliopolise	Station Guelma
1980	50,9	42	1989	33,3	??	1998	69,1	56
1981	33,3	41,7	1990	37,3	44	1999	83	100
1982	39,3	46	1991	58,8	44	2000	45,7	32
1983	94,6	??	1992	108,6	82	2001	25,9	36
1984	72,1	58,7	1993	46,6	48	2002	88,2	68
1985	40,4	22,9	1994	54,5	35,5	2003	51,1	51
1986	43	48,4	1995	41,5	38	2004	91	72
1987	22,7	25	1996	24,7	15	2005	103,7	68

1988	54,6	39,5	1997	46	51	2006	80,8	??
------	------	------	------	----	----	------	------	----

TableauIII-11: présentation des séries des pluies maximales journalières de la station de Héliopolis et Guelma.

$K = 24$ ans.

$$E = 1 + \left(1 - \frac{k}{n}\right) \cdot \frac{1 - (k-2) \cdot r^2}{k-3} = 0,923.$$



$$n' = \frac{k}{E} = 25,99 \cong 26 \text{ ans.}$$

Le comblement des lacunes de la série de tableau(III-11)est reporté dans le tableau ci-après.

TableauIII-12: série des $P_{\max j}$ de station Guelma.

année	station heliopolise	Station Guelma	année	station heliopolise	Station Guelma	année	station heliopolise	Station Guelma
1980	50,9	42	1989	33,3	33,8	1998	69,1	56
1981	33,3	41,7	1990	37,3	44	1999	83	100
1982	39,3	46	1991	58,8	44	2000	45,7	32
1983	94,6	74,5	1992	108,6	82	2001	25,9	36
1984	72,1	58,7	1993	46,6	48	2002	88,2	68
1985	40,4	22,9	1994	54,5	35,5	2003	51,1	51
1986	43	48,4	1995	41,5	38	2004	91	72
1987	22,7	25	1996	24,7	15	2005	103,7	68
1988	54,6	39,5	1997	46	51	-	-	-

Les paramètres statistiques de la série étendue sont représentés dans le tableau suivant:

r = 0.839	
Moy $X_k = 55.5$ mm	Moy $X_n = 56.46$ mm
Moy $Y_k = 48.53$ mm	Moy $Y_n = 48.96$ mm
${}_x\sigma^2_k = 565.64$ mm	${}_x\sigma^2_n = 691.62$ mm
${}_y\sigma^2_k = 354.76$ mm	${}_y\sigma^2_n = 361.57$ mm
E = 0.923	n' = 26

TableauIII-13: paramètres statistiques des $P_{\max j}$ de la station Guelma reconstituées.

D- Cas des pluies maximales journalières de la station de Bouchagouf

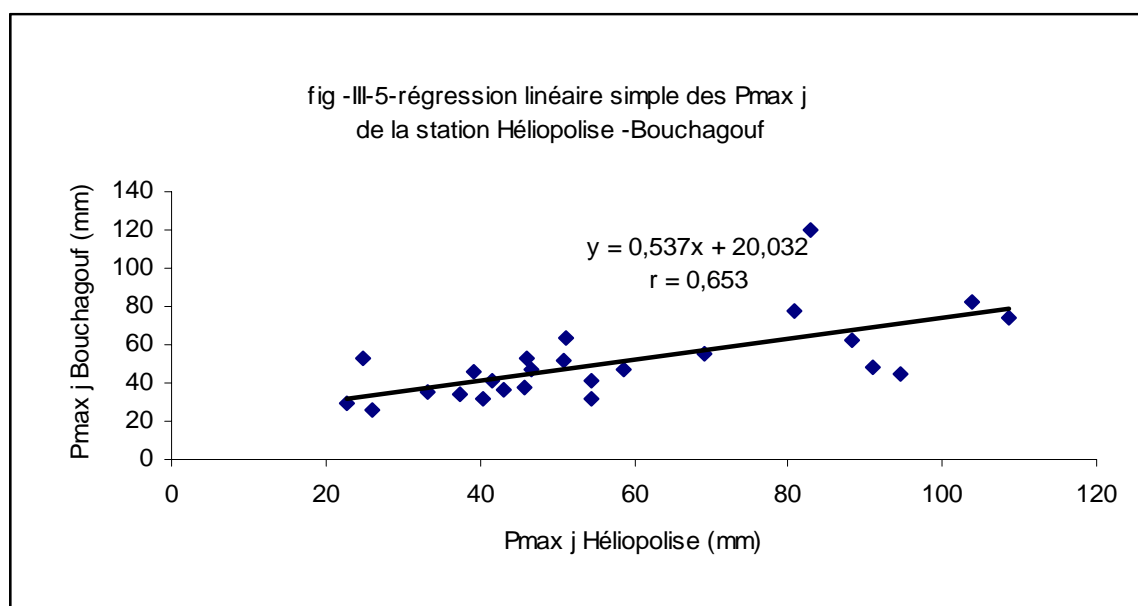
année	station héliopolise	Station Bouchagouf	année	station héliopolise	Station Bouchagouf	année	station héliopolise	Station Bouchagouf
1980	50,9	51,8	1989	13,3	35,4	1998	69,1	55,7
1981	33,3	??	1990	37,3	33,6	1999	83	120
1982	39,3	46,2	1991	68,8	47,3	2000	45,7	38,2
1983	94,6	44,3	1992	108,6	74,1	2001	25,9	25,9
1984	72,1	??	1993	46,6	46,8	2002	88,2	62,5
1985	40,4	31,4	1994	54,5	31,8	2003	51,1	63,7
1986	43	37	1995	41,5	41,4	2004	91	48,4
1987	22,7	30	1996	24,7	52,5	2005	103,7	82,7
1988	54,6	40,6	1997	46	52,5	2006	80,8	77,7

TableauIII-14: présentation des séries des pluies maximales journalières de la station de Héliopolis et bouchagouf.

K = 25 ans.

$$E = 1 + \left(1 - \frac{k}{n}\right) \cdot \frac{1 - (k-2) \cdot r^2}{k-3} = 0,97.$$

$$n' = \frac{k}{E} = 25,76 \cong 26 \text{ ans.}$$



Le comblement des lacunes de la série de tableau(III-14) est reporté dans le tableau ci-après.

TableauIII-15: série des $P_{\max j}$ de station Bouchagouf.

année	station heliopolis	Station Bouchagouf	année	station heliopolis	Station Bouchagouf	année	station heliopolis	Station Bouchagouf
1980	50,9	51,8	1989	33,3	35,4	1998	69,1	55,7
1981	33,3	37,9	1990	37,3	33,6	1999	83	120
1982	39,3	46,2	1991	58,8	47,3	2000	45,7	38,2
1983	94,6	44,3	1992	108,6	74,1	2001	25,9	25,9
1984	72,1	58,7	1993	46,6	46,8	2002	88,2	62,5
1985	40,4	31,4	1994	54,5	31,8	2003	51,1	63,7
1986	43	37	1995	41,5	41,4	2004	91	48,4
1987	22,7	30	1996	24,7	52,5	2005	103,7	82,7
1988	54,6	40,6	1997	46	52,5	-	-	-

Les paramètres statistiques de la série étendue sont représentés dans le tableau suivant:

$r = 0.635$	
Moy $X_K = 65.75$ mm	Moy $X_n = 56.15$ mm
Moy $Y_K = 62.33$	Moy $Y_n = 49.63$ mm
${}_x\sigma^2_k = 648.61$ mm	${}_x\sigma^2_n = 599.46$ mm
${}_y\sigma^2_k = 564.31$ mm	${}_y\sigma^2_n = 546.31$ mm
$E = 0.97$	$n' = 26$

TableauIII-16: paramètres statistiques des $P_{\max j}$ de la station Bouchagouf

reconstituées.

E- Cas des pluies maximales journalières de la station Ain Makhlouf

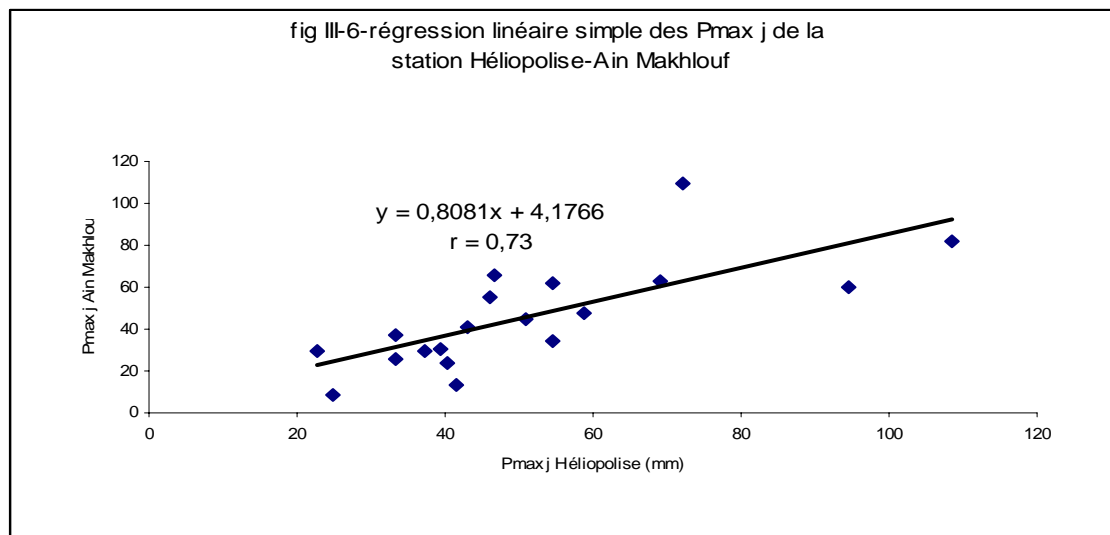
année	station heliopolis	Station ain makhlouf	année	station heliopolis	Station ain makhlouf	année	station heliopolis	Station ain makhlouf
1980	50,9	45	1989	33,3	37	1998	69,1	62,5
1981	33,3	26	1990	37,3	30	1999	83	??
1982	39,3	30,5	1991	58,8	48	2000	45,7	??
1983	94,6	60	1992	108,6	81,5	2001	25,9	??
1984	72,1	110	1993	46,6	66	2002	88,2	??
1985	40,4	24	1994	54,5	62	2003	51,1	??
1986	43	40,5	1995	41,5	13,2	2004	91	??
1987	22,7	30	1996	24,7	8,6	2005	103,7	??
1988	54,6	34	1997	46	55,5	2006	80,8	??

Tableau III-17: présentation des séries des pluies maximales journalières de la station de Héliopolise et Ain Makhlouf.

$K = 19$ ans.

$$E = 1 + \left(1 - \frac{k}{n}\right) \cdot \frac{1 - (k-2) \cdot n^2}{k-3} = 0,852$$

$$n' = \frac{k}{E} = 22,3 \cong 22 \text{ ans.}$$



Le comblement des lacunes de la série de tableau(III-17) est reporté dans le tableau ci-après.

TableauIII-18: série des $P_{\max, j}$ de station Ain Makhlouf étendue.

année	station Héliopolis	Station ain makhlouf	année	station Héliopolis	Station ain makhlouf	année	station Héliopolis	Station ain makhlouf
1980	50,9	45	1989	33,3	37	1998	69,1	62,5
1981	33,3	26	1990	37,3	30	1999	83	71,2
1982	39,3	30,5	1991	58,8	48	2000	45,7	41,1
1983	94,6	60	1992	108,6	81,5	2001	25,9	25,1
1984	72,1	110	1993	46,6	66	-	-	-
1985	40,4	24	1994	54,5	62	-	-	-
1986	43	40,5	1995	41,5	13,2	-	-	-
1987	22,7	30	1996	24,7	8,6	-	-	-
1988	54,6	34	1997	46	55,5	-	-	-

Les paramètres statistiques de la série étendue sont représentés dans le tableau suivant:

$r = 0.73$	
Moy $X_k = 51.12$ mm	Moy $X_n = 51.17$ mm
Moy $Y_k = 45.49$ mm	Moy $Y_n = 45.53$ mm
${}_x \sigma^2_k = 464.84$ mm	${}_x \sigma^2_n = 477.89$ mm
${}_y \sigma^2_k = 176.62$ mm	${}_y \sigma^2_n = 576.62$ mm
$E = 0.852$	$n' = 26$

TableauIII-19: paramètres statistiques des $P_{\max, j}$ de la station Ain Makhlouf reconstituées.

f - Cas des pluies maximales journalières de la station de Medjaz Amar

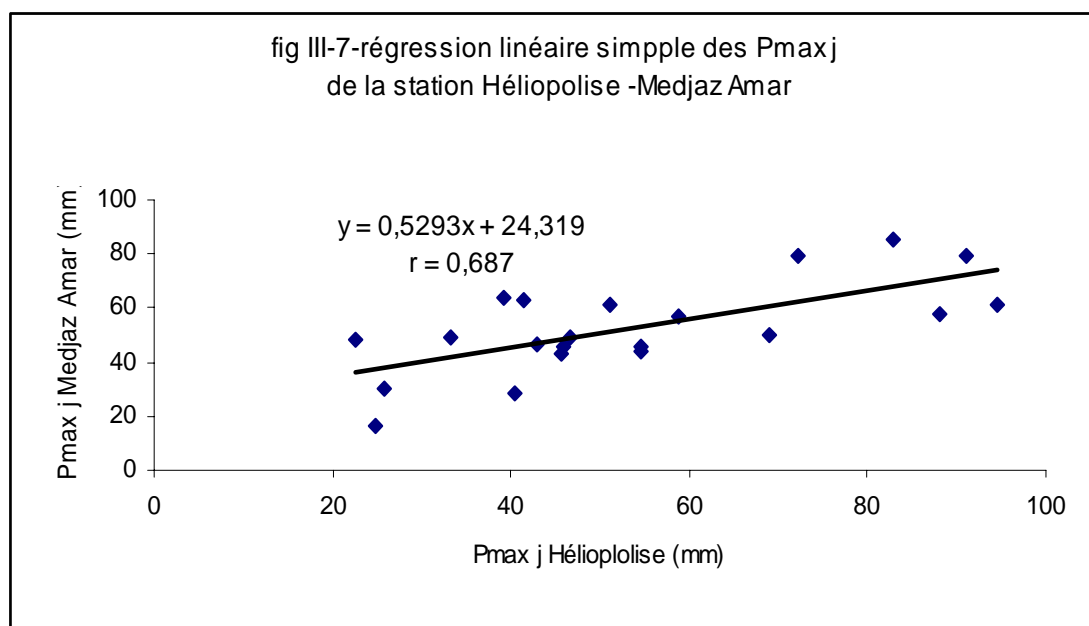
année	station heliopolise	Station Medjaz Amar	année	station heliopolise	Station Medjaz Amar	année	station heliopolise	Station Medjaz Amar
1980	50,9	??	1989	33,3	49,3	1998	69,1	49,8
1981	33,3	??	1990	37,3	??	1999	83	85,5
1982	39,3	63,8	1991	58,8	57,3	2000	45,7	42,8
1983	94,6	60,9	1992	108,6	??	2001	25,9	30,6
1984	72,1	79,5	1993	46,6	49	2002	88,2	58,1
1985	40,4	28,8	1994	54,5	44,1	2003	51,1	61,2
1986	43	46,9	1995	41,5	63,1	2004	91	79,7
1987	22,7	48,1	1996	24,7	16,8	2005	13,7	??
1988	54,6	45,7	1997	46	45,7	2006	80,8	??

TableauIII-20: présentation des séries des pluies maximales journalières de la station de Héliopolis et Medjaz Amar.

$K = 21$ ans.

$$E = 1 + \left(1 - \frac{k}{n}\right) \cdot \frac{1 - (k-2)r^2}{k-3} = 0,9016.$$

$$n' = \frac{k}{E} = 23,29 \cong 23 \text{ ans}$$



Le comblement des lacunes de la série de tableau(III-20) est reporté dans le tableau ci-après.

TableauIII-21: série des P_{max j} de station Medjaz Amar

année	station heliopolise	Station Medjaz Amar	année	station heliopolise	Station Medjaz Amar	année	station heliopolise	Station Medjaz Amar
1980	50,9	51,3	1989	33,3	49,3	1998	19,1	49,8
1981	33,3	41,9	1990	37,3	44,1	1999	83	85,5
1982	39,3	63,8	1991	58,8	57,3	2000	45,7	42,8
1983	94,6	60,9	1992	108,6	81,8	2001	25,9	30,6
1984	72,1	79,5	1993	46,6	49	2002	88,2	58,1
1985	40,4	28,8	1994	54,5	44,1	-	-	-
1986	43	46,9	1995	41,5	63,1	-	-	-
1987	22,7	48,1	1996	24,7	16,8	-	-	-
1988	54,6	45,7	1997	46	45,7	-	-	-

Les paramètres statistiques de la série étendue sont représentés dans le tableau suivant:

$r = 0.687$	
Moy $X_K = 53.62 \text{ mm}$	Moy $X_n = 52.85 \text{ mm}$
Moy $Y_K = 52.7 \text{ mm}$	Moy $Y_n = 52.14 \text{ mm}$
${}_x \sigma^2_k = 454.04 \text{ mm}$	${}_x \sigma^2_n = 508.26 \text{ mm}$
${}_y \sigma^2_k = 269.10 \text{ mm}$	${}_y \sigma^2_n = 269.75 \text{ mm}$
$E = 0.902$	$n' = 23$

TableauIII-22: paramètres statistiques des $P_{\max j}$ de la station Medjaz Amar reconstituées.

G- Cas des pluies maximales journalières de la station de Mechroha

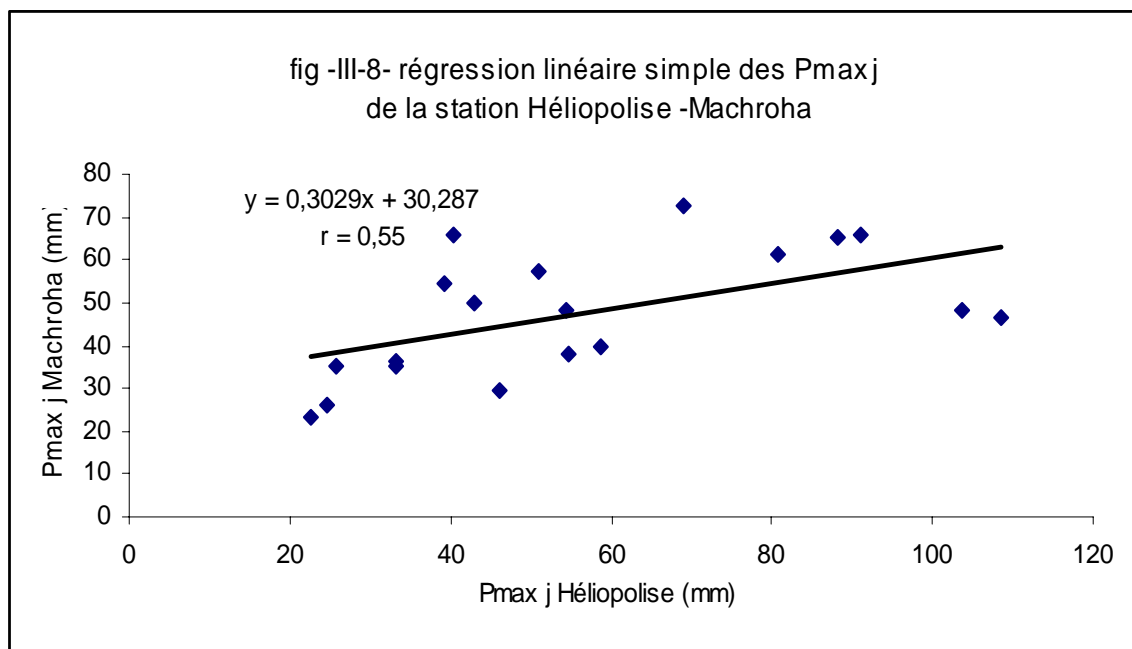
année	station heliopolis	Station machroha	année	station heliopolis	Station machroha	année	station heliopolis	Station machroha
1980	50,9	??	1989	33,3	35,3	1998	69,1	72,6
1981	33,3	36,4	1990	37,3	??	1999	83	??
1982	39,3	54,6	1991	58,8	40	2000	45,7	??
1983	94,6	??	1992	108,6	46,3	2001	25,9	35
1984	72,1	??	1993	46,6	??	2002	88,2	65,1
1985	40,4	65,7	1994	54,5	48,5	2003	51,1	57,4
1986	43	49,9	1995	41,5	??	2004	91	65,9
1987	22,7	23,2	1996	24,7	26,3	2005	73,7	48,3
1988	54,6	38	1997	46	29,6	2006	80,8	61,2

TableauIII-23: présentation des séries des pluies maximales journalières de la station de Héliopolis et Machroha.

$K = 19$ ans.

$$E = 1 + \left(1 - \frac{k}{n}\right) \cdot \frac{1 - (k-2) \cdot r^2}{k-3} = 0,922$$

$$n' = \frac{k}{E} = 20,59 \cong 21 \text{ ans.}$$



Le comblement des lacunes de la série de tableau(III-23) est reporté dans le tableau ci-après.

TableauIII-24: série des $P_{\max j}$ de station Machroha.

année	station heliopolis	Station machroha	année	station heliopolis	Station machroha	année	station heliopolis	Station machroha
-	-	-	1989	33,3	35,3	1998	29,1	72,6
-	-	-	1990	37,3	41,6	1999	83	55,4
-	-	-	1991	58,8	40	2000	45,7	44,1
-	-	-	1992	108,6	46,3	2001	25,9	35
-	-	-	1993	46,6	44,4	2002	88,2	65,1
-	-	-	1994	54,5	48,5	2003	51,1	57,4
1986	43	49,9	1995	41,5	42,9	2004	91	65,9
1987	22,7	23,2	1996	24,7	26,3	2005	103,7	48,3
1988	54,6	38	1997	46	29,6	2006	80,8	61,2

Les paramètres statistiques de la série étendue sont représentés dans le tableau suivant:

r = 0.55	
Moy $X_n=56.26$ mm	Moy $X_K= 57.62$ mm
Moy $Y_n= 47.33$ mm	Moy $Y_K=46.23$ mm
${}_x\sigma_n^2=681.14$ mm	${}_x\sigma_k^2 = 634.90$ mm
${}_y\sigma_k^2=204.69$ mm	${}_y\sigma_n^2=204.69$ mm
E= 0.922	n' = 26

TableauIII-25: paramètres statistiques des $P_{\max j}$ de la station Machroha reconstituées.

H- Cas des pluies maximales journalières de la station de Pont Bouchet

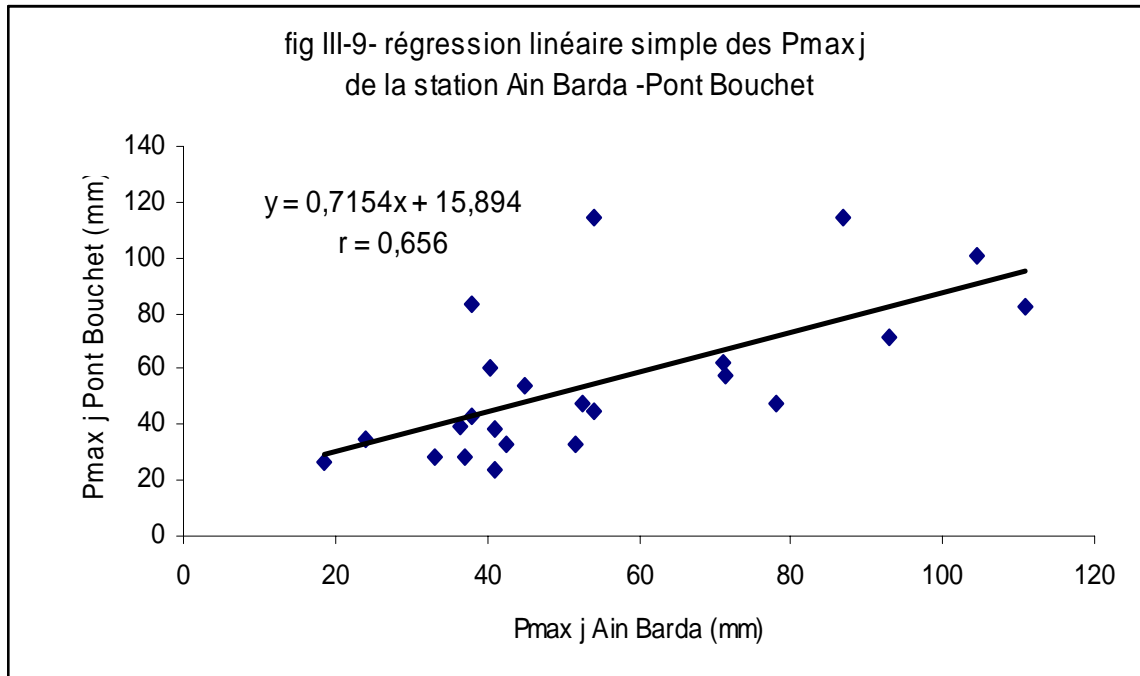
année	station ain barda	Station pont bouchet	année	station ain barda	Station pont bouche	année	station ain barda	Station pont bouchet
1980	43,5	??	1989	45	54	1998	40,5	60
1981	41	38,4	1990	54	45	1999	111	82,8
1982	87	114,6	1991	71,5	58	2000	37	28,7
1983	54	114,6	1992	93	71	2001	36,5	39
1984	38	83,7	1993	42,5	32,8	2002	104,5	101
1985	33	28,8	1994	51,5	32,8	2003	76,5	??
1986	41	23,6	1995	38	43	2004	46,5	??
1987	18,5	26,2	1996	24	34,4	2005	46	??
1988	78	47,4	1997	52,5	47,2	2006	71	62,1

TableauIII-26: présentation des séries des pluies moyennes annuelles de la station de Ain barda Pont Bouchet.

K = 23 ans.

$$E = 1 + \left(1 - \frac{k}{n}\right) \cdot \frac{1 - (k-2) \cdot r^2}{k-3} = 0,94.$$

$$n' = \frac{k}{E} = 24,45 \cong 24 \text{ ans.}$$



Le comblement des lacunes de la série de tableau(III-26) est reporté dans le tableau ci-après.

TableauIII-27: série des P_{max j} de station pont bouchet.

année	station ain barda	Station pont bouchet	année	station ain barda	Station pont bouche	année	station ain barda	Station pont bouchet
1980	43,5	47	1989	45	54	1998	40,5	60
1981	41	98,4	1990	54	49	1999	111	82,8
1982	87	114,6	1991	71,5	58	2000	37	28,7
1983	54	94,6	1992	93	71	2001	36,5	39
1984	38	83,7	1993	42,5	32,8	2002	104,5	101
1985	33	28,8	1994	51,5	32,8	2003	76,5	70,6
1986	41	23,6	1995	38	43	-	-	-
1987	18,5	26,2	1996	24	34,4	-	-	-
1988	78	47,4	1997	52,5	47,2	-	-	-

Les paramètres statistiques de la série étendue sont représentés dans le tableau suivant:

r = 0.431	
Moy X _K = 54.91 mm	Moy X _n = 54.66 mm
Moy Y _K = 55.17 mm	Moy Y _n = 55.19 mm

${}_x\sigma^2_k = 609.73 \text{ mm}$	${}_x\sigma^2_n = 597.83 \text{ mm}$
${}_y\sigma^2_k = 724.14 \text{ mm}$	${}_y\sigma^2_n = 724.14 \text{ mm}$
$E = 0.94$	$n' = 24$

TableauIII-28: paramètres statistiques des $P_{\max j}$ de la station Pont Bouchet reconstituées.

I- Cas des pluies maximales journalières de la station de Bordj Sabath

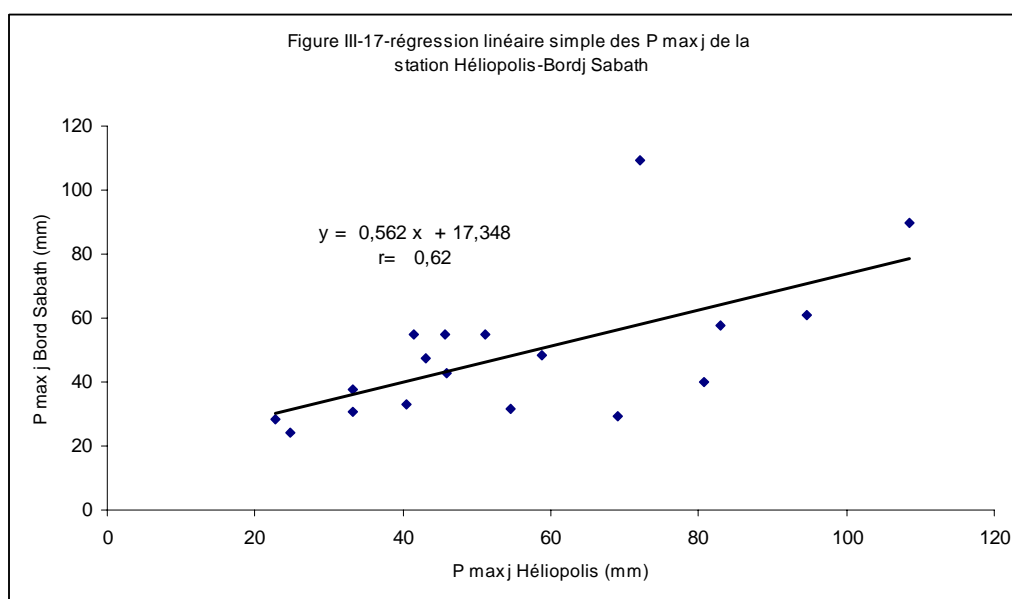
année	station	Station bordj sabath	année	station	Station bordj sabath	année	station	Station sordj sabath
	héliopolis			héliopolis			héliopolis	
1980	50,9	??	1989	33,3	37,9	1998	69,1	29,4
1981	33,3	30,7	1990	37,3	??	1999	83	57,6
1982	39,3	??	1991	58,8	48,3	2000	45,7	54,7
1983	94,6	61	1992	108,6	89,6	2001	25,9	??
1984	72,1	109,5	1993	46,6	??	2002	88,2	??
1985	40,4	33,2	1994	54,5	??	2003	51,1	55,1
1986	43	47,3	1995	41,5	55	2004	91	??
1987	22,7	28,4	1996	24,7	24,4	2005	103,7	40
1988	54,6	31,4	1997	46	42,6	2006	80,8	??

TableauIII-29: présentation des séries des pluies maximales journalières de la station de Héliopolis et Bordj Sabath.

$K = 18 \text{ ans.}$

$$E = 1 + \left(1 - \frac{k}{n}\right) \cdot \frac{1 - (k - 2) \cdot r^2}{k - 3} = 0,885.$$

$$n' = \frac{k}{E} = 20,34 \cong 20 \text{ ans.}$$



Le comblement des lacunes de la série de tableau(III-29) est reporté dans le tableau ci-après.

TableauIII-30: série des $P_{\max j}$ de station Bordj Sabath.

année	station héliopolis	Station bordj sabath	année	station héliopolis	Station bordj sabath	année	station héliopolis	Station sordj sabath
1980	50,9	46	1989	33,3	37,9	1998	69,1	29,4
1981	33,3	30,7	1990	37,3	38,3	-	-	-
1982	39,3	39,4	1991	58,8	48,3	-	-	-
1983	94,6	61	1992	108,6	89,6	-	-	-
1984	72,1	109,5	1993	46,6	43,5	-	-	-
1985	40,4	33,2	1994	54,5	48,0	-	-	-
1986	43	47,3	1995	41,5	55	-	-	-
1987	22,7	28,4	1996	24,7	24,4	-	-	-
1988	54,6	31,4	1997	46	42,6	-	-	-

Les paramètres statistiques de la série étendue sont représentés dans le tableau suivant:

r = 0.62	
Moy $X_k = 57.01$ mm	Moy $X_n = 52.73$ mm
Moy $Y_k = 48.67$ mm	Moy $Y_n = 47.07$ mm
${}_x\sigma^2_k = 674.51$ mm	${}_x\sigma^2_n = 489.87$ mm
${}_y\sigma^2_k = 454.82$ mm	${}_y\sigma^2_n = 454.82$ mm
E = 0.885	n' = 20

TableauIII-31: paramètres statistiques des $P_{\max j}$ de la station Bordj Sabath reconstituées.

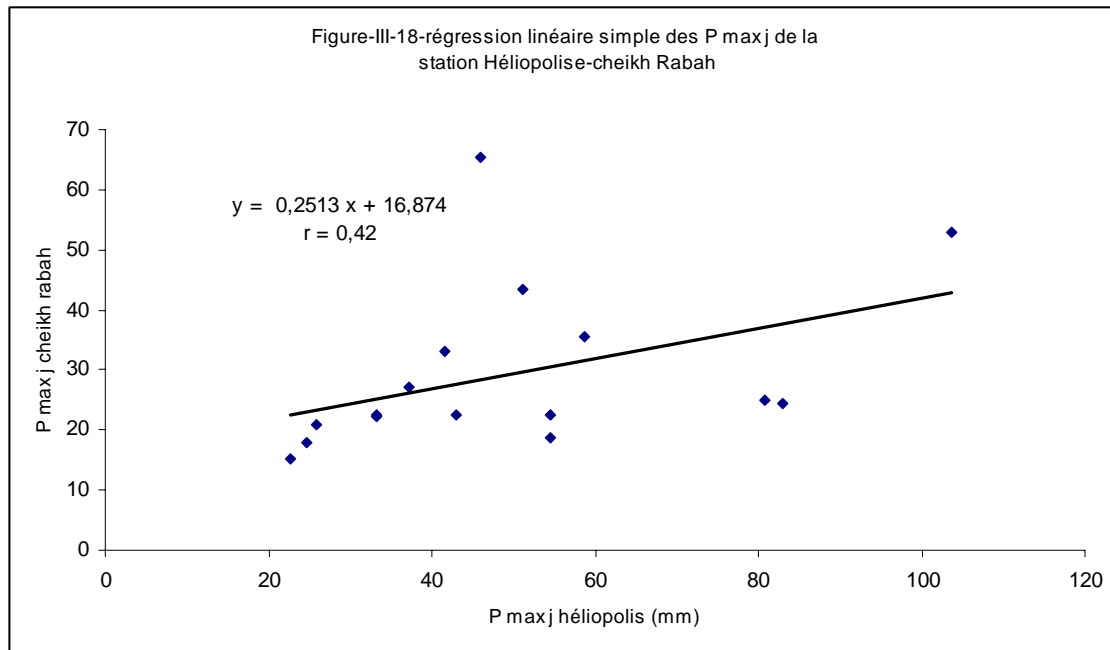
J- Cas des pluies maximales journalières de la station de Cheikh Rabah

année	station héliopolis	Station Cheikh rabah	année	station héliopolis	Station Cheikh rabah	année	station héliopolis	Station Cheikh rabah
1980	50,9	??	1989	93,3	22,2	1998	69,1	??
1981	33,3	22,5	1990	37,3	27,2	1999	83	24,4
1982	39,3	??	1991	58,8	35,6	2000	45,7	??
1983	94,6	??	1992	108,6	??	2001	25,9	21
1984	72,1	??	1993	46,6	??	2002	88,2	??
1985	40,4	??	1994	54,5	22,6	2003	51,1	43,4
1986	43	22,4	1995	41,5	33	2004	91	??
1987	22,7	15,2	1996	24,7	17,9	2005	103,7	53
1988	54,6	18,8	1997	46	65,4	2006	80,8	25

TableauIII-32: présentation des séries des pluies maximales journalières de la station de Héliopolis et Cheikh Rabah.

$K = 16$ ans.

$$E = 1 + \left(1 - \frac{k}{n}\right) \cdot \frac{1 - (k-2) \cdot r^2}{k-3} = 0,955$$



Le comblement des lacunes de la série de tableau(III-32) est reporté dans le tableau ci-après.

Les paramètres statistiques de la série étendue sont représentés dans le tableau suivant:

$r = 0.42$	
Moy $X_K = 49.63$ mm	Moy $X_n = 62.15$ mm
Moy $Y_K = 29.35$ mm	Moy $Y_n = 34.27$ mm
${}_x \sigma^2_k = 491.36$ mm	${}_x \sigma^2_n = 644.19$ mm
${}_y \sigma^2_k = 178.81$ mm	${}_y \sigma^2_n = 178.81$ mm
$E = 0.955$	$n' = 21$

TableauIII-34: paramètres statistiques des $P_{\max j}$ de la station cheikh rabah reconstituées.

L- Cas des pluies maximales journalières de la station de Ain Babouche

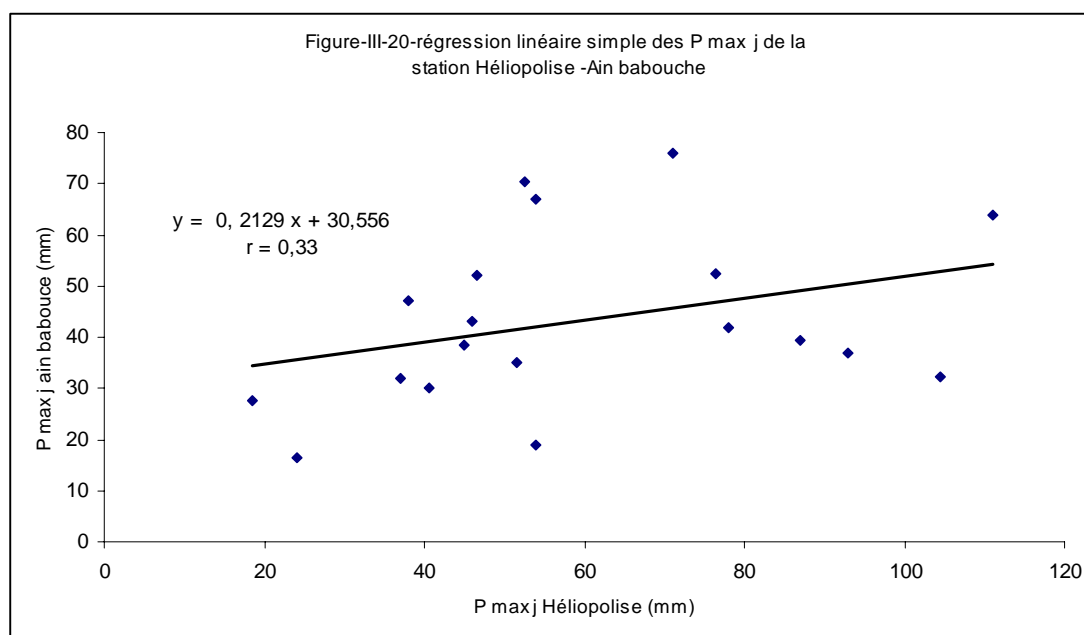
année	station Ain barda	Station ain babouche	année	station Ain barda	Station ain babouche	année	station Ain barda	Station ain babouche
1980	43,5	??	1989	25	38,5	1998	40,5	30
1981	41	??	1990	54	17	1999	111	64
1982	87	39,5	1991	71,5	??	2000	37	32
1983	54	19	1992	93	37	2001	36,5	??
1984	38	??	1993	92,5	??	2002	104,5	32,2
1985	33	??	1994	51,5	35	2003	76,5	52,3
1986	41	??	1995	38	97	2004	46,5	52
1987	18,5	27,5	1996	24	16,5	2005	46	43
1988	78	42	1997	12,5	70,3	2006	71	76

TableauIII-35: présentation des séries des pluies maximales journalières de la station de Ain barda et Ain babouche.

K = 19 ans.

$$E = 1 + \left(1 - \frac{k}{n}\right) \cdot \frac{1 - (k-2) \cdot r^2}{k-3} = 0,997.$$

$$n' = \frac{k}{E} = 19,05 \cong 19 \text{ ans.}$$



Le comblement des lacunes de la série de tableau(III-35) est reporté dans le tableau ci-après.

TableauIII-36: série des $P_{\max j}$ de station Ain Babouche.

année	station Ain barda	Station ain babouche	année	station Ain barda	Station ain babouche	année	station Ain barda	Station ain babouche
-	-	-	1989	44	25,5	1998	40,5	30

-	-	-	1990	16	67	1999	111	64
-	-	-	1991	71,5	45,8	2000	21	32
-	-	-	1992	93	37	2001	36,5	38,3
-	-	-	1993	42,5	39,6	2002	104,5	32,2
-	-	-	1994	51,5	35	2003	76,5	52,3
-	-	-	1995	38	47	2004	46,5	52
-	-	-	1996	24	16,5	2005	46	43
1988	78	42	1997	52,5	70,3	2006	11	76

Les paramètres statistiques de la série étendue sont représentés dans le tableau suivant:

r = 0.33	
Moy $X_k = 59.39$ mm	Moy $X_n = 58.92$ mm
Moy $Y_k = 43.2$ mm	Moy $Y_n = 45.18$ mm
${}_x\sigma_k^2 = 648.67$ mm	${}_x\sigma_n^2 = 596.11$ mm
${}_y\sigma_k^2 = 268.03$ mm	${}_y\sigma_n^2 = 268.03$ mm
E = 0.997	n' = 19

TableauIII-37: paramètres statistiques des $P_{\max j}$ de la station Ain Babouche reconstituées.

III-2-2 Estimations de pluie moyenne tombée sur le bassin

L'analyse des pluies sur une zone étendue dont la surface peut varier de quelques kilomètres carrés, à plusieurs milliers, nécessite l'étude les relevés de pluies aux différents postes pluviométriques du bassin [8].

Pour arriver à étendre, les données pluviométriques ponctuelles sur l'ensemble du bassin versant, dans le but d'estimer la tranche d'eau précipitée, on a utilisé l'un des quatre méthodes suivantes:

- * Moyenne arithmétique.
- * La méthode de Thiessen.
- * La méthode analytique.
- * La méthode des isohyètes.

III-2-2-1 Principe de la méthode de Thiessen

Méthode permettant de calculer la valeur moyenne d'une grandeur spécialisée, connue ponctuellement sur un territoire. On hydrologie, la méthode des polygones de Thiessen est principalement utilisée pour calculer la lame d'eau précipitée sur une surface donnée en fonction de

mesures effectuées sur plusieurs stations pluviométriques.

La méthode du 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), il consiste à diviser la surface du bassin en polygones, dans la quelle on attribue à chaque poste un poids proportionnel à une zone d'influence définie géométriquement, cette méthode ne tient compte que la distribution spatiale en plan des stations pluviométriques. Elle ne tient compte ni de la topographie, ni d'autres facteurs qui pourraient influencer la distribution spatiale de la pluie[8-11].

L'équation suivante permet de calculer la valeur de la lame d'eau moyenne tombée sur le bassin versant:

$$\bar{P} = \frac{\bar{p}_1 \cdot S_1 + \bar{p}_2 \cdot S_2 + \dots + \bar{p}_n \cdot S_n}{S} \quad (\text{III.9})$$

\bar{P} : Pluies moyenne annuelle calculée par la méthode de Thiessen.

$\bar{p}_1, \bar{p}_2, \dots, \bar{p}_n$: sont les pluies moyennes tombées sur des polygones des surfaces S_1, S_2 , et S_n .

III-2-2-2 Application de la méthode de Thiessen pour le bassin de la Seybouse

Les caractéristiques statistiques des séries de pluie maximales journalières des douze stations de bassin versant de la Seybouse sont les suivantes :

N°	station	P max j		
		écart type σ (mm)	coefficient de variation CV	Moyenne \bar{P} (mm)
01	Ain Babouche	17,90	0,33	22,18
02	Ain barda	23,39	0,43	54,64
03	Ain Makhlouf	23,39	0,51	45,53
04	Boucheghouf	19,45	0,39	49,63
05	Bourdj Sbath	20,26	0,43	47,08
06	Cheikh Rabah	11,97	0,35	34,27
07	El Karma	19,09	0,49	48,1
08	Héliopolise	24,47	0,43	57,06

09	Guelma	19,01	0,39	48,26
10	Machroha	12,89	0,28	46,24
11	M'djaz Amar	15,96	0,31	51,52
12	Pont Bouchet	26,54	0,48	55,19

TableauIII-38: caractéristiques statistiques de la série des $P_{\max j}$

Telle que : la moyenne : $\bar{P} = \frac{\sum p_i}{n}$ (III.10)

Ecart type : $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (p_i - \bar{p})^2}{n}}$ (III.11)

Coefficient de variation : $Cv = \frac{\sigma}{\bar{p}}$ (III.12)

TableauIII-39: estimation des $P_{\max j}$ de BV de la Seybouse.

S _i (km ²)	$p_{\max,i}$ (mm)	$\overline{P_{\max}}$ (mm)
831,23	42,2	47,03
1227,46	54,6	
367,84	50,3	
1308,13	50,7	
457,40	48,9	
399,57	31,2	
641,00	47,6	
194,34	57,1	
217,89	49,6	
278,95	47,6	
400,00	54,5	
537,76	25,11	

CHAPITRE IV

Estimation du coefficient d'abattement spatial des pluies

IV-1 Introduction

Les mesures relatives à la pluie sont toujours ponctuelles, en ce sens Le passage des mesures ponctuelles des précipitations à une estimation spatiale de celles-ci, souvent nécessaire en hydrologie, est délicat. Les méthodes les plus simples et les plus couramment utilisées sont les méthodes de calcul de moyennes ou les méthodes d'interpolation des données pluviométriques collectées localement. Ces méthodes permettent notamment le calcul des lames d'eau moyennes à l'échelle du bassin, la cartographie des précipitations. Des méthodes faisant appel à la notion d'abattement ou de réduction des pluies [7-22].

Dont l'estimation de coefficient d'abattement on peut admettre l'isotropie de la pluie sur la surface S, c'est-à-dire si la loi de la pluie dans le temps est la même en chaque point de cette surface, on matière d'abattement, si l'isotropie ne peut être admise. Certes, on peut très bien concevoir l'étude de la répartition spatiale de la pluie en zone anisotropie [30].

IV-2 Notion et la base théorique d'abattement des pluies

On peut donc définir le coefficient d'abattement dit " **probabiliste** " comme le rapport de la pluie moyenne sur une surface, pour une durée et une fréquence données, à une pluie ponctuelle (maximum ponctuelle observer de même durée et de même fréquence sur la même surface). [Roche 1960] puis [Marcel- Roche 1960], [Roux 1996], [Brunet- Moret 1964], [M- Desbordes1984], [Rodriguez- Iturbe 1976], [Moret- Desbordes1984], ou bien le rapport de la plus forte pluie moyenne sur une surface S à la plus forte pluie ponctuelle[5-7-12-13-15-22-29-30].

$$k(T, t, s) = \frac{p_m(T, t, s)}{P_p(T, t)}$$

(IV.1)

K (T, t, s): coefficient d'abattement pour une durée " t " et de période de retour " T " liée à la probabilité au non- dépassement.

P_m : est la hauteur de pluie moyenne maximale sur la surface S , pour une durée t et une période de retour T .

P_p : est la hauteur de pluie ponctuelle (de la station la plus longue série d'observation) de même durée et période de retour.

Admettons que les pluies moyennes et les pluies ponctuelles sont suivent une loi de Gumbel.

Ce coefficient dépendra donc de la surface du bassin, de la fréquence, de la pluie et aussi de la répartition spatiale de la pluie. Ce dernier point permet de remarquer que le coefficient n'a de sens que si la pluie ponctuelle de fréquence F et la même en tout point du bassin.

On notera que le coefficient d'abattement défini par l'équation ci-dessus porte sur des caractéristiques statistiques de la pluie, il peut s'appliquer à n'importe quelle valeur du temps.

Les valeurs relatives du coefficient d'abattement sont toujours inférieur à 1 quelle que soit la surface du bassin et la fréquence de la pluie considérée.

La formule (IV.1) présente une approche probabiliste pour l'évaluation de coefficient d'abattement qui fait l'objet de ce travail, mais il existe d'autres approches pour le calcul des coefficients d'abattement[5-7-12-13-15-22-29-30].

Approche stochastique

Consiste à prendre en compte la corrélation entre les valeurs ponctuelles. Sur cet aspect, [Roche en 1963 cité dans Rodriguez –Iturbre et Mejia1974], propose l'évaluation du coefficient d'abattement, à partir de la distribution conjointe entre pluie ponctuelle et pluie moyenne sur une surface pour une différente interdistances.

Approche géostatique

Dans l'esprit de faire intervenir la structure spatial des champs [Laborde 1986, puis Lebel et Laborde 1988] ont développé cette approche. Basé sur la fonction variogramme.

IV-3 Importance technique et pratique d'estimation le coefficient d'abattement

Les coefficients d'abattement sont traditionnellement employés en hydrologie quand la notion de surface concernée par la pluie intervient dans les études. L'intérêt

se place, généralement, sur un bassin versant ou un territoire de gestion pour lequel on dispose de mesure ponctuelle et on envisage de caractériser la lame d'eau. Les coefficients d'abattements sont en fait, des facteurs de corrections qui réduisent les intensités ponctuelles à des lames d'eau sur une surface.

Deux applications présenter par (Roux-1996) sont possibles:

- ❖ lors d'un projet, pour estimer la lame d'eau moyenne de période de retour T et durée de cumul " t " sur une surface S .

$$P_m(t, S, T) = K(t, S, T) \cdot P_p(T, t)$$

- ❖ lors du diagnostic d'un événement particulier, pour estimer la période de retour " T " d'une lame d'eau moyenne mesurée sur une surface S donnée.

$$T [P_m(t, S)] = T [P_p(t)] \quad (\text{IV.2})$$

$$\text{Avec } P_p = \frac{P_m(t, S)}{K(t, S)}$$

Il intéresse l'hydrologue qui l'utilise sur un bassin versant pour estimer une lame d'eau lorsqu'il ne connaît qu'une pluie locale.

L'abattement des pluies est intervient aussi dans le calcul des crues et des études de ruissellement [4-6-10].

IV-4 Pluies maximales journalières

Les pluies maximales journalières ($P_{\max, j}$) de rares fréquences sont génératrices de crues exceptionnelles contre lesquelles il faut prémunir les ouvrages. Un traitement statistique des données sélectionnées est fait suivant plusieurs lois de distribution, la loi adoptée est celle de Gumbel[25].

IV-4-1 Tests d'adéquation d'une loi théorique

Pour juger la qualité de l'ajustement d'une distribution théorique à une distribution expérimentale on fait appelle aux tests d'adéquation ou de conformité [13]. On utilise l'un des tests suivant:

- Test de khi deux de Pearson.
- Test de kolmogorov- Smirnov.

IV-4-1-1 Principe de test de Kolmogorov- Smirnov

C'est un test d'ajustement qui permet de comparer une distribution de valeurs observées à une distribution théorique. Ce test joue le même rôle que celui du Khi-Deux [25-26].

Avec le test de Kolmogorov-Smirnov, on cherche la valeur maximale de la valeur absolue de la différence entre la fonction de répartition empirique $F_N(x)$ d'un échantillon de N valeurs et la fonction de répartition théorique $F(x)$ correspondante soit:

$$D_N = D_{\max} = \max |F_n(x) - F(x)| \quad (\text{IV.3})$$

La procédure est exposée dans le test des stations de la zone d'étude:

IV-4-1-2-1 Application aux pluies maximales journalière de la station Bouchagouf

Le tableau ci-dessous présente toutes les étapes à suivre au test Kolmogorov-Smirnov

La colonne 1 indique le numéro d'ordre $i = 1, 2, 3, \dots$

La colonne 2 montre les données pluviométriques triées par ordre croissant;

Dans la colonne 3 on a calculé la fréquence au non-dépassement expérimentale:

$$FND = \frac{i - 0,5}{N} \quad (\text{IV.4})$$

($N = 26$)

La colonne 4 indique la variable réduite $Z_{i-1} = \frac{P_{i-1} - \bar{P}}{\sigma}$ (IV.5)

La colonne 5 donne la FND théorique tirée à partir de la table de Gauss (voir tableau en annexe) pour chaque valeur de pluie;

La colonne 6 indique la différence $D_N = D_{\max} = \max |F_n(x) - F(x)|$

Tableau IV-1: application du test de Kolmogorov-Smirnov à une loi de Gumbel pour les $P_{\max j}$ de la station Bouchagouf.

1	2	3	4	5	6
ordre	pluies triées	fréquences expérimentales	variable réduite	fréquence théorique	différences absolues
		Fe	z	Fz	Fe - Fz
Les Caractéristiques de la série des $P_{\max j}$ sont : $\bar{P} = 49,63 \text{ mm}$ $\sigma = 19,45 \text{ mm}$					
1	25,9	0,019	-1,220	0,111	0,0918
2	30	0,058	-1,009	0,157	0,0993
3	31,4	0,096	-0,937	0,175	0,0788
4	31,8	0,135	-0,917	0,18	0,0454
5	33,6	0,173	-0,824	0,204	0,0309
6	35,4	0,212	-0,732	0,202	0,0095

7	37	0,250	-0,649	0,257	0,0070
8	37,9	0,288	-0,603	0,274	0,0145
9	38,2	0,327	-0,588	0,277	0,0499
10	40,6	0,365	-0,464	0,322	0,0434
11	41,4	0,404	-0,423	0,337	0,0668
12	44,3	0,442	-0,274	0,39	0,0523
13	46,2	0,481	-0,176	0,43	0,0508
14	46,8	0,519	-0,146	0,442	0,0772
15	47,3	0,558	-0,120	0,452	0,1057
16	48,4	0,596	-0,063	0,475	0,1212
17	51,8	0,635	0,112	0,544	0,0906
18	52,5	0,673	0,148	0,558	0,1151
19	52,5	0,712	0,148	0,558	<u>0,1535</u>
20	55,7	0,750	0,312	0,621	0,1290
21	58,7	0,788	0,466	0,678	0,1105
22	62,5	0,827	0,662	0,745	0,0819
23	63,7	0,865	0,723	0,764	0,1014
24	74,1	0,904	1,258	0,896	0,0078
25	82,7	0,942	1,700	0,955	0,0127
26	120	0,981	3,618	0,999	0,0182

On cherche alors dans la colonne 6 la valeur $D_{\max} = 0,1535$ correspondant à 52,5mm. On compare ensuite D_{\max} avec l'écart critique théorique d_n , la table de kolmogorov- Smirnov donne pour $n=26$ et un seuil de signification $\alpha = 0,05$ c'est-à-dire pour un seuil de confiance $FND = 1 - \alpha = 0,95$, $d_n = 0,25907$.

Donc: $D_{\max} = 0,1535 < d_n = 0,25907$.

Comme $D_{\max} < d_n$ on accepte l'hypothèse qu'une loi de Gumbel ayant pour moyenne de 49,63mm et un écart type 19,45 mm peut représenter les pluies maximales journalière de la station de Bouchagouf.

IV-4-1-2-2 Application aux pluies maximales journalière de la station karma

Les données sont reportées sur le tableau(IV-2).

TableauIV-2: application du test de kolmogorov- smirnov à une loi de Gumbel pour les $P_{\max j}$ de la station Karma.

1	2	3	4	5	6
ordre	pluies triées	fréquences expérimentales	variable réduite	fréquence théorique	différences absolues
		Fe	z	Fz	Fe - Fz
Les Caractéristiques de la série des $P_{\max j}$ sont : $\bar{p} = 48,1$ mm $\sigma = 19,09$ mm					
1	21,7	0,02	-1,383	0,083	0,063
2	24,8	0,06	-1,221	0,111	0,051
3	29	0,1	-1,001	0,158	0,058
4	32,7	0,14	-0,807	0,21	0,07
5	34	0,18	-0,739	0,229	0,049

6	35,8	0,22	-0,644	0,259	0,039
7	36,4	0,26	-0,613	0,269	0,009
8	38	0,3	-0,529	0,299	0,001
9	38,1	0,34	-0,524	0,3	0,04
10	40,1	0,38	-0,419	0,339	0,041
11	41,5	0,42	-0,346	0,365	0,055
12	41,5	0,46	-0,346	0,365	0,095
13	43	0,5	-0,267	0,396	0,104
14	43,6	0,54	-0,236	0,406	0,134
15	45,8	0,58	-0,120	0,452	0,128
16	47,2	0,62	-0,047	0,482	0,138
17	47,7	0,66	-0,021	0,49	0,17
18	48,3	0,7	0,010	0,504	0,196
19	53,2	0,74	0,267	0,605	0,135
20	59	0,78	0,571	0,715	0,065
21	63,2	0,82	0,791	0,785	0,035
22	67,2	0,86	1,001	0,841	0,019
23	69,9	0,9	1,142	0,844	0,056
24	86,5	0,94	2,012	0,977	0,037
25	106,3	0,98	3,049	0,998	0,018

$D_{max} = 0,196$ correspondant à 48,3mm. On compare ensuite D_{max} avec l'écart critique théorique d_n , la table de kolmogorov- smirnov donne pour $n=25$ et un seuil de signification $\alpha = 0,05$ c'est-à-dire pour un seuil de confiance $FND = 1 - \alpha = 0,95$ $d_n = 0,26404$.

Donc $D_{max} = 0,196 < d_n = 0,26404$.

Comme $D_{max} < d_n$ on accepte l'hypothèse qu'une loi de Gumbel ayant pour moyenne de 48,1 mm et un écart type 19,09 mm peut représenter les pluies maximales journalière de la station de karma.

IV-4-1-2-3 Application aux pluies maximales journalière de la station Héliopolise

Les données sont reportées sur le tableau(IV-3).

TableauIV-3: application du test de kolmogorov- Smirnov à une loi de Gumbel pour les $P_{max j}$ de la station Héliopolise.

1	2	3	4	5	6
ordre	pluies triées	fréquences expérimentales	variable réduite	fréquence théorique	différences absolues
		F_e	z	F_z	$F_e - F_z$
		Les Caractéristiques de la série des $P_{max j}$ sont : $\bar{p} = 57,06$ mm $\sigma = 24,47$ mm			
1	22,7	0,019	-1,40	0,0807	0,062
2	24,7	0,056	-1,32	0,0934	0,038
3	25,9	0,093	-1,27	0,102	0,009
4	33,3	0,130	-0,97	0,166	0,036
5	33,3	0,167	-0,97	0,166	0,001

6	37,3	0,204	-0,81	0,2089	0,005
7	39,3	0,241	-0,73	0,233	0,008
8	40,4	0,278	-0,68	0,242	0,036
9	41,5	0,315	-0,64	0,2611	0,054
10	43	0,352	-0,57	0,284	0,068
11	45,7	0,389	-0,46	0,322	0,067
12	46	0,426	-0,45	0,3263	0,100
13	46,6	0,463	-0,43	0,333	0,130
14	50,9	0,500	-0,25	0,4013	0,099
15	51,1	0,537	-0,24	0,4051	0,132
16	54,5	0,574	-0,10	0,4602	0,114
17	54,6	0,611	-0,10	0,4602	<u>0,151</u>
18	58,8	0,648	0,07	0,5279	0,120
19	69,1	0,685	0,49	0,688	0,003
20	72,1	0,722	0,61	0,7291	0,007
21	80,8	0,759	0,97	0,8334	0,074
22	83	0,796	1,06	0,8554	0,059
23	88,2	0,833	1,27	0,898	0,065
24	91	0,870	1,39	0,9177	0,047
25	94,6	0,907	1,53	0,937	0,030
26	103,7	0,944	1,91	0,9719	0,027
27	108,6	0,981	2,11	0,9825	0,001

$D_{\max} = 0,151$ correspondant à 54,6mm. On compare ensuite D_{\max} avec l'écart critique théorique d_n , la table de kolmogorov- Smirnov donne pour $n=27$ et un seuil de signification $\alpha = 0,05$ c'est-à-dire pour un seuil de confiance $FND=1-\alpha = 0,95$.

$d_n = 0,25438$.

Donc $D_{\max} = 0,151 < d_n = 0,25438$.

Comme $D_{\max} < d_n$ on accepte l'hypothèse qu'une loi de Gumbel ayant pour moyenne de 57,06 mm et un écart type 24,47 mm peut représenter les pluies maximales journalière de la station de Héliopolise.

IV-4-1-2-4 Application aux pluies maximales journalière de la station Ain Barda

Les données sont reportées sur le tableau(IV-4).

TableauIV-4: application du test de kolmogorov- Smirnov à une loi de Gumbel pour les $P_{\max j}$ de la station Ain Barda.

1	2	3	4	5	6
ordre	pluies triées	fréquences expérimentales	variable réduite	fréquence théorique	différences absolues
		F_e	z	F_z	$F_e - F_z$
Les Caractéristiques de la série des $P_{\max j}$ sont : $\bar{p} = 54,64$ mm $\sigma = 23,39$ mm					
1	18,5	0,019	-1,55	0,0606	0,042

2	24	0,056	-1,31	0,0951	0,040
3	33	0,093	-0,93	0,1762	0,084
4	36,5	0,130	-0,78	0,2177	0,088
5	37	0,167	-0,75	0,2266	0,060
6	38	0,204	-0,71	0,2388	0,035
7	38	0,241	-0,71	0,2388	0,002
8	40,5	0,278	-0,60	0,2742	0,004
9	41	0,315	-0,58	0,2809	0,034
10	41	0,352	-0,58	0,2809	0,071
11	42,5	0,389	-0,52	0,3015	0,087
12	43,5	0,426	-0,48	0,3156	0,110
13	45	0,463	-0,41	0,3409	0,122
14	46	0,500	-0,37	0,3557	0,144
15	46,5	0,537	-0,35	0,3632	0,174
16	51,5	0,574	-0,13	0,4483	0,126
17	52,5	0,611	-0,09	0,4641	0,147
18	54	0,648	-0,03	0,488	0,160
19	54	0,685	-0,03	0,488	0,197
20	71	0,722	0,70	0,758	0,036
21	71,5	0,759	0,72	0,7642	0,005
22	76,5	0,796	0,93	0,8238	0,028
23	78	0,833	1,00	0,8413	0,008
24	87	0,870	1,38	0,9162	0,046
25	93	0,907	1,64	0,9495	0,042
26	104,5	0,944	2,13	0,9834	0,039
27	111	0,981	2,41	0,992	0,011

$D_{\max} = 0,197$ correspondant à 54,6mm. On compare ensuite D_{\max} avec l'écart critique théorique d_n , la table de kolmogorov- Smirnov donne pour $n=27$ et un seuil de signification $\alpha = 0,05$ c'est-à-dire pour un seuil de confiance $FND=1-\alpha = 0,95$.

$$d_n = 0,25438.$$

$$\text{Donc } D_{\max} = 0,197 < d_n = 0,25438.$$

Comme $D_{\max} < d_n$ on accepte l'hypothèse qu'une loi de Gumbel ayant pour moyenne de 54,64 mm et un écart type 23,39 mm peut représenter les pluies maximales journalière de la station de Ain barda.

IV-4-1-2-5 Application aux pluies maximales journalière de la station Guelma

Les données sont reportées sur le tableau(IV-5).

TableauIV-5: application du test de kolmogorov- Smirnov à une loi de Gumbel pour les $P_{\max j}$ de la station Guelma.

1	2	3	4	5	6
ordre	pluies triées	fréquences expérimentales	variable réduite	fréquence théorique	differences absolues

		Fe	z	Fz	Fe - Fz
Les Caractéristiques de la série des Pmax j sont : $\bar{p} = 48,26$ mm $\sigma = 19,01$ mm					
1	15	0,019	-1,750	0,04	0,021
2	22,9	0,058	-1,334	0,091	0,033
3	25	0,096	-1,224	0,111	0,015
4	32	0,135	-0,855	0,195	0,060
5	33,8	0,173	-0,761	0,223	0,050
6	35,5	0,212	-0,671	0,251	0,039
7	36	0,250	-0,645	0,259	0,009
8	38	0,288	-0,540	0,295	0,007
9	39,5	0,327	-0,461	0,322	0,005
10	41,7	0,365	-0,345	0,364	0,001
11	42	0,404	-0,329	0,371	0,033
12	44	0,442	-0,224	0,41	0,032
13	44	0,481	-0,224	0,41	0,071
14	46	0,519	-0,119	0,413	0,106
15	48	0,558	-0,014	0,494	0,064
16	48,4	0,596	0,007	0,5	0,096
17	51	0,635	0,144	0,557	0,078
18	51	0,673	0,144	0,557	0,116
19	56	0,712	0,407	0,657	0,055
20	58,7	0,750	0,549	0,708	0,042
21	68	0,788	1,038	0,85	0,062
22	68	0,827	1,038	0,85	0,023
23	72	0,865	1,249	0,894	0,029
24	74,5	0,904	1,380	0,916	0,012
25	82	0,942	1,775	0,961	0,019
26	100	0,981	2,722	0,996	0,015

$D_{\max} = 0,116$ correspondant à 51 mm. On compare ensuite D_{\max} avec l'écart critique théorique d_n , la table de kolmogorov- Smirnov donne pour $n=26$ et un seuil de signification $\alpha = 0,05$ c'est-à-dire pour un seuil de confiance $FND=1-\alpha = 0,95$, $d_n = 0,25907$.

Donc $D_{\max} = 0,116 < d_n = 0,25907$ Comme $D_{\max} < d_n$ on accepte l'hypothèse qu'une loi de Gumbel ayant pour moyenne de 48,26 mm et un écart type 19,01 mm peut représenter les pluies maximales journalière de la station de Guelma.

IV-4-1-2-6 Application aux pluies maximales journalière de la station Ain Makhoulf

Les données sont reportées sur le tableau(IV-6).

TableauIV-6: application du test de kolmogorov- Smirnov à une loi de Gumbel pour les $P_{\max j}$ de la station Ain Makhoulf.

1	2	3	4	5	6
ordre	pluies triées	fréquences expérimentales	variable réduite	fréquence théorique	differences absolues
		Fe	z	Fz	Fe - Fz

Les Caractéristiques de la série des Pmax j sont : $\bar{p} = 45,53 \text{ mm}$ $\sigma = 23,39\text{mm}$					
1	8,6	0,023	-1,579	0,057	0,0343
2	13,2	0,068	-1,382	0,084	0,0158
3	24	0,114	-0,920	0,179	0,0654
4	25,1	0,159	-0,873	0,19	0,0309
5	26	0,205	-0,835	0,201	0,0035
6	30	0,250	-0,664	0,252	0,0020
7	30	0,295	-0,664	0,252	0,0435
8	30,5	0,341	-0,643	0,258	0,0829
9	34	0,386	-0,493	0,31	0,0764
10	37	0,432	-0,365	0,357	0,0748
11	40,5	0,477	-0,215	0,414	0,0633
12	41,1	0,523	-0,189	0,425	<u>0,0977</u>
13	45	0,568	-0,023	0,491	0,0772
14	48	0,614	0,106	0,54	0,0736
15	55,5	0,659	0,426	0,664	0,0049
16	60	0,705	0,619	0,731	0,0265
17	62	0,750	0,704	0,76	0,0100
18	62,5	0,795	0,726	0,765	0,0305
19	66	0,841	0,875	0,808	0,0329
20	71,2	0,886	1,097	0,843	0,0434
21	81,5	0,932	1,538	0,936	0,0042
22	110	0,977	2,756	0,997	0,0197

D max = 0,0977 correspondant à 41,1 mm. On compare ensuite D max avec l'écart critique théorique d_n , la table de kolmogorov- Smirnov donne pour $n= 22$ et un seuil de signification $\alpha = 0,05$ c'est-à-dire pour un seuil de confiance $FND=1-\alpha =0,95$,
 $d_n= 0,28087$.

Donc $D \text{ max } =0,0977 < d_n= 0,28087$ Comme $D \text{ max } < d_n$ on accepte l'hypothèse qu'une loi de Gumbel ayant pour moyenne de 45,53 mm et un écart type 23,39 mm peut représenter les pluie maximales journalière de la station de Ain Makhlof.

IV-4-1-2-7 Application aux pluies maximales journalière de la station Medjaz Amar

Les données sont reportées sur le tableau(IV-7).

TableauIV-7: application du test de kolmogorov- Smirnov à une loi de Gumbel pour les $P_{\text{max j}}$ de la station Medjaz Amar.

1	2	3	4	5	6
ordre	pluies triées	fréquences expérimentales	variable réduite	fréquence théorique	differences absolues
		Fe	z	Fz	Fe - Fz
Les Caractéristiques de la série des Pmax j sont : $\bar{p} = 51,52\text{mm}$					

$\sigma = 15,96 \text{ mm}$					
1	16,8	0,022	-2,175	0,015	0,0067
2	28,8	0,065	-1,424	0,077	0,0118
3	30,6	0,109	-1,311	0,095	0,0137
4	41,9	0,152	-0,603	0,273	0,1208
5	42,8	0,196	-0,546	0,292	0,0963
6	44,1	0,239	-0,465	0,32	0,0809
7	44,1	0,283	-0,465	0,32	0,0374
8	45,7	0,326	-0,365	0,357	0,0309
9	45,7	0,370	-0,365	0,357	0,0126
10	46,9	0,413	-0,289	0,385	0,0280
11	48,1	0,457	-0,214	0,414	0,0425
12	49	0,500	-0,158	0,439	0,0610
13	49,3	0,543	-0,139	0,444	0,0995
14	49,8	0,587	-0,108	0,457	0,1300
15	51,3	0,630	-0,014	0,494	0,1364
16	57,3	0,674	0,362	0,64	0,0339
17	58,1	0,717	0,412	0,659	0,0584
18	60,9	0,761	0,588	0,722	0,0389
19	63,1	0,804	0,726	0,766	0,0383
20	63,8	0,848	0,769	0,779	0,0688
21	79,5	0,891	1,753	0,959	0,0677
22	81,8	0,935	1,897	0,97	0,0352
23	85,5	0,978	2,129	0,983	0,0047

$D_{\max} = 0,1364$ correspondant à 51,3 mm. On compare ensuite D_{\max} avec l'écart critique théorique d_n , la table de kolmogorov- Smirnov donne pour $n= 23$ et un seuil de signification $\alpha = 0,05$ c'est-à-dire pour un seuil de confiance $FND=1-\alpha = 0,95$,

$d_n = 0,27490$.

Donc $D_{\max} = 0,1364 < d_n = 0,27490$ Comme $D_{\max} < d_n$ on accepte l'hypothèse qu'une loi de Gumbel ayant pour moyenne de 51,52 mm et un écart type 15,96 mm peut représenter les pluies maximales journalière de la station de Medjaz Amar.

IV-4-1-2-8 Application aux pluies maximales journalière de la station Pont Bouchet

Les données sont reportées sur le tableau(IV-8).

TableauIV-8: application du test de kolmogorov- Smirnov à une loi de Gumbel pour les $P_{\max j}$ de la station Pont Bouchet.

1	2	3	4	5	6
ordre	pluies triées	fréquences expérimentales	variable réduite	fréquence théorique	differences absolues
		Fe	z	Fz	Fe - Fz
Les Caractéristiques de la série des $P_{\max j}$ sont : $\bar{p} = 55,19\text{mm}$					

$\sigma = 26,54 \text{ mm}$					
1	23,6	0,02	-1,190	0,117	0,0962
2	26,2	0,06	-1,092	0,137	0,0745
3	28,7	0,10	-0,998	0,161	0,0568
4	28,8	0,15	-0,994	0,161	0,0152
5	32,8	0,19	-0,844	0,2	0,0125
6	32,8	0,23	-0,844	0,2	0,0292
7	34,4	0,27	-0,783	0,216	0,0548
8	38,4	0,31	-0,633	0,263	0,0495
9	39	0,35	-0,610	0,27	0,0842
10	43	0,40	-0,459	0,322	0,0738
11	45	0,44	-0,384	0,35	0,0875
12	47	0,48	-0,309	0,378	0,1012
13	47,2	0,52	-0,301	0,382	0,1388
14	47,4	0,56	-0,294	0,386	0,1765
15	54	0,60	-0,045	0,482	0,1222
16	58	0,65	0,106	0,541	0,1048
17	60	0,69	0,181	0,571	0,1165
18	70,6	0,73	0,581	0,719	0,0102
19	71	0,77	0,596	0,724	0,0468
20	82,8	0,81	1,040	0,85	0,0375
21	83,7	0,85	1,074	0,857	0,0028
22	101	0,90	1,726	0,958	0,0622
23	114,6	0,94	2,239	0,987	0,0495
24	114,6	0,98	2,239	0,987	0,0078

$D_{\max} = 0,1765$ correspondant à 47,4 mm. On compare ensuite D_{\max} avec l'écart critique théorique d_n , la table de kolmogorov- Smirnov donne pour $n=24$ et un seuil de signification $\alpha = 0,05$ c'est-à-dire pour un seuil de confiance $FND=1-\alpha = 0,95$,

$d_n = 0,26931$.

Donc $D_{\max} = 0,1765 < d_n = 0,26931$ Comme $D_{\max} < d_n$ on accepte l'hypothèse qu'une loi de Gumbel ayant pour moyenne de 55,19 mm et un écart type 26,54 mm peut représenter les pluies maximales journalière de la station de Pont Bouchet.

IV-4-1-2-9 Application aux pluies maximales journalière de la station Bordj Sabath

Les données sont reportées sur le tableau(IV-9).

TableauIV-9: application du test de kolmogorov- Smirnov à une loi de Gumbel pour les $P_{\max j}$ de la station Bordj Sabath.

1	2	3	4	5	6
ordre	pluies triées	fréquences expérimentales	variable réduite	fréquence théorique	differences absolues
		Fe	z	Fz	Fe - Fz

		Les Caractéristiques de la série des Pmax j sont : $\bar{p} = 47,08$ mm $\sigma = 20,6$ mm			
1	24,4	0,025	-1,101	0,135	0,110
2	28,4	0,075	-0,907	0,182	0,107
3	29,4	0,125	-0,858	0,195	0,070
4	30,7	0,175	-0,795	0,213	0,038
5	31,4	0,225	-0,761	0,223	0,002
6	33,2	0,275	-0,674	0,249	0,026
7	37,9	0,325	-0,446	0,327	0,002
8	38,3	0,375	-0,426	0,335	0,040
9	39,4	0,425	-0,373	0,354	0,071
10	42,6	0,475	-0,217	0,413	0,062
11	43,5	0,525	-0,174	0,429	0,096
12	46	0,575	-0,052	0,48	0,095
13	47,3	0,625	0,011	0,503	0,122
14	48	0,675	0,045	0,517	0,158
15	48,3	0,725	0,059	0,523	0,202
16	55	0,775	0,384	0,649	0,126
17	57,6	0,825	0,511	0,694	0,131
18	61	0,875	0,676	0,749	0,126
19	89,6	0,925	2,064	0,98	0,055
20	109,5	0,975	3,030	0,999	0,024

D max = 0,202 correspondant à 40,3 mm. On compare ensuite D max avec l'écart critique théorique d_n , la table de kolmogorov- Smirnov donne pour $n=20$ et un seuil de signification $\alpha = 0,05$ c'est-à-dire pour un seuil de confiance $FND=1-\alpha = 0,95$,
 $d_n = 0,29408$.

Donc $D_{max} = 0,202 < d_n = 0,29408$ Comme $D_{max} < d_n$ on accepte l'hypothèse qu'une loi de Gumbel ayant pour moyenne de 47,08 mm et un écart type 20,6 mm peut représenter les pluies maximales journalière de la station de Bordj Sabath.

IV-4-1-2-10 Application aux pluies maximales journalière de la station Ain Babouche

Les données sont reportées sur le tableau(IV-10).

TableauIV-10: application du test de kolmogorov- Smirnov à une loi de Gumbel pour les $P_{max j}$ de la station Ain Babouche.

1	2	3	4	5	6
ordre	pluies triées	fréquences expérimentales	variable réduite	fréquence théorique	differences absolues
		Fe	z	Fz	Fe - Fz
Les Caractéristiques de la série des Pmax j sont : $\bar{p} = 45,18$ mm $\sigma = 14,9$ mm					
1	16,5	0,026	-1,925	0,027	0,001
2	30	0,079	-1,019	0,153	0,074
3	32	0,132	-0,885	0,188	0,056

4	32,2	0,184	-0,871	0,192	0,008
5	35	0,237	-0,683	0,247	0,010
6	37	0,289	-0,549	0,291	0,002
7	38,3	0,342	-0,462	0,322	0,020
8	38,5	0,395	-0,448	0,327	0,068
9	39,6	0,447	-0,374	0,353	0,094
10	42	0,500	-0,213	0,415	0,085
11	43	0,553	-0,146	0,442	0,111
12	45,8	0,605	0,042	0,484	0,121
13	47	0,658	0,122	0,547	0,111
14	52	0,711	0,458	0,676	0,035
15	52,3	0,763	0,478	0,683	0,080
16	64	0,816	1,263	0,896	0,080
17	67	0,868	1,464	0,927	0,059
18	70,3	0,921	1,686	0,954	0,033
19	76	0,974	2,068	0,98	0,006

$D_{max} = 0,121$ correspondant à 45,8 mm. On compare ensuite D_{max} avec l'écart critique théorique d_n , la table de kolmogorov- Smirnov donne pour $n=19$ et un seuil de signification $\alpha = 0,05$ c'est-à-dire pour un seuil de confiance $FND=1-\alpha = 0,95$.

$d_n = 0,30143$.

Donc $D_{max} = 0,121 < d_n = 0,30143$ Comme $D_{max} < d_n$ on accepte l'hypothèse qu'une loi de Gumbel ayant pour moyenne de 45,18 mm et un écart type 14,9 mm peut représenter les pluies maximales journalière de la station de Ain Babouche.

IV-4-1-2-11 Application aux pluies maximales journalière de la station Machroha

Les données sont reportées sur le tableau(IV-11).

TableauIV-11: application du test de kolmogorov- Smirnov à une loi de Gumbel pour les $P_{max j}$ de la station Machroha.

1	2	3	4	5	6
ordre	pluies triées	fréquences expérimentales	variable réduite	fréquence théorique	differences absolues
		Fe	z	Fz	Fe - Fz
Les Caractéristiques de la série des $P_{max j}$ sont : $\bar{p} = 46,24$ mm $\sigma = 12,89$ mm					
1	23,2	0,024	-1,79	0,03373	0,010
2	26,3	0,071	-1,55	0,06057	0,011
3	29,6	0,119	-1,29	0,09853	0,021
4	35	0,167	-0,87	0,1921	0,025
5	35,3	0,214	-0,85	0,1977	0,017
6	38	0,262	-0,64	0,2611	0,001
7	40	0,310	-0,48	0,316	0,006
8	41,6	0,357	-0,36	0,3594	0,002
9	42,9	0,405	-0,26	0,3974	0,007

10	44,1	0,452	-0,17	0,4325	0,020
11	44,4	0,500	-0,14	0,4443	0,056
12	46,3	0,548	0,00	0,5000	0,048
13	48,3	0,595	0,16	0,5636	0,032
14	48,5	0,643	0,18	0,5714	0,071
15	49,9	0,690	0,28	0,6103	0,080
16	55,4	0,738	0,71	0,7611	0,023
17	57,4	0,786	0,87	0,8078	0,022
18	61,2	0,833	1,16	0,877	0,044
19	65,1	0,881	1,46	0,9278	0,047
20	65,9	0,929	1,53	0,937	0,008
21	72,6	0,976	2,04	0,9793	0,003

D max = 0,08 correspondant à 49,9 mm. On compare ensuite D max avec l'écart critique théorique d_n , la table de kolmogorov- Smirnov donne pour $n= 21$ et un seuil de signification $\alpha = 0,05$ c'est-à-dire pour un seuil de confiance $FND=1-\alpha =0,95$, $d_n= 0,28724$.

Donc $D_{max} =0,08 < d_n= 0,28724$ Comme $D_{max} < d_n$ on accepte l'hypothèse qu'une loi de Gumbel ayant pour moyenne de 46,24 mm et un écart type 12,89 mm peut représenter les pluie maximales journalière de la station de Machroha.

IV-4-1-2-12 Application aux pluies maximales journalière de la station Cheikh Rabah

Les données sont reportées sur le tableau(IV-12).

TableauIV-12: application du test de kolmogorov- Smirnov à une loi de Gumbel pour les $P_{max j}$ de la station Cheikh Rabah.

1	2	3	4	5	6
ordre	pluies triées	fréquences expérimentales	variable réduite	fréquence théorique	differences absolues
		Fe	z	Fz	Fe - Fz
Les Caractéristiques de la série des $P_{max j}$ sont : $\bar{p} = 34,27$ mm $\sigma = 11,97$ mm					
1	17,9	0,029	-1,37	0,0853	0,056
2	21	0,088	-1,11	0,1335	0,045
3	22,6	0,147	-0,97	0,166	0,019
4	24,4	0,206	-0,82	0,2061	0,000
5	25	0,265	-0,77	0,2207	0,044
6	27,2	0,324	-0,59	0,2776	0,046
7	28,4	0,382	-0,49	0,3121	0,070
8	28,6	0,441	-0,47	0,3192	0,122
9	33	0,500	-0,11	0,4562	0,044
10	34,2	0,559	-0,01	0,496	0,063
11	35,6	0,618	0,11	0,5438	0,074
12	39	0,676	0,40	0,6554	0,021
13	39,7	0,735	0,45	0,6736	0,062
14	43,4	0,794	0,76	0,7763	0,018
15	44,2	0,853	0,83	0,7967	0,056

16	53	0,912	1,56	0,9406	0,029
17	65,4	0,971	2,60	0,9953	0,025

$D_{\max} = 0,122$ correspondant à 28,6 mm. On compare ensuite D_{\max} avec l'écart critique théorique d_n , la table de kolmogorov- Smirnov donne pour $n= 17$ et un seuil de signification $\alpha = 0,05$ c'est-à-dire pour un seuil de confiance $FND=1-\alpha =0,95$,
 $d_n= 0,31796$.

Donc $D_{\max} =0,122 < d_n= 0,31796$ Comme $D_{\max} < d_n$ on accepte l'hypothèse qu'une loi de Gumbel ayant pour moyenne de 34,27 mm et un écart type 11,97 mm peut représenter les pluie maximales journalière de la station de Cheikh Rabah .

On conclut que les tests non paramétriques de kolmogorov- Smirnov appliqués ci-dessus aux pluies maximales journalières certes d'une part à une probabilité de 95% de chances que la loi de Gumbel représente nos échantillons est d'autre part les séries sont homogènes de point de vue statistique . Donc les données de ces stations certes à l'adaptation d'une étude des coefficients d'abattement.

IV-4-2 Ajustement des pluies maximales journalières à la loi de Gumbel

La méthode analytique d'ajustement des pluies maximales journalières à la loi de Gumbel est effectuée par le logiciel Hydrolab, nous permet d'évaluer les pluies maximales journalières ($P_{\max j}$) de n'importe quelle période de retour [20]. L'effectif restreint des séries des pluies utilisées correspond à 17 valeurs en moyennes.

$$P_{\max j p \%} = \frac{1}{\alpha} Y + x_0 \quad (IV.6)$$

est L'équation d'une droite qui présente la loi de Gumbel.

Y : variable réduite de Gumbel.

$$Y = - \ln (-\ln (f (x))) \quad (IV.7)$$

$$f(x) = \frac{m - 0,5}{n} \quad (IV.8)$$

m : taille de l'échantillon.

n : ordre de classement.

$(\frac{1}{\alpha}, x_0)$: paramètres de la droite de Gumbel sont déterminer par la méthode

des moindres carrés.

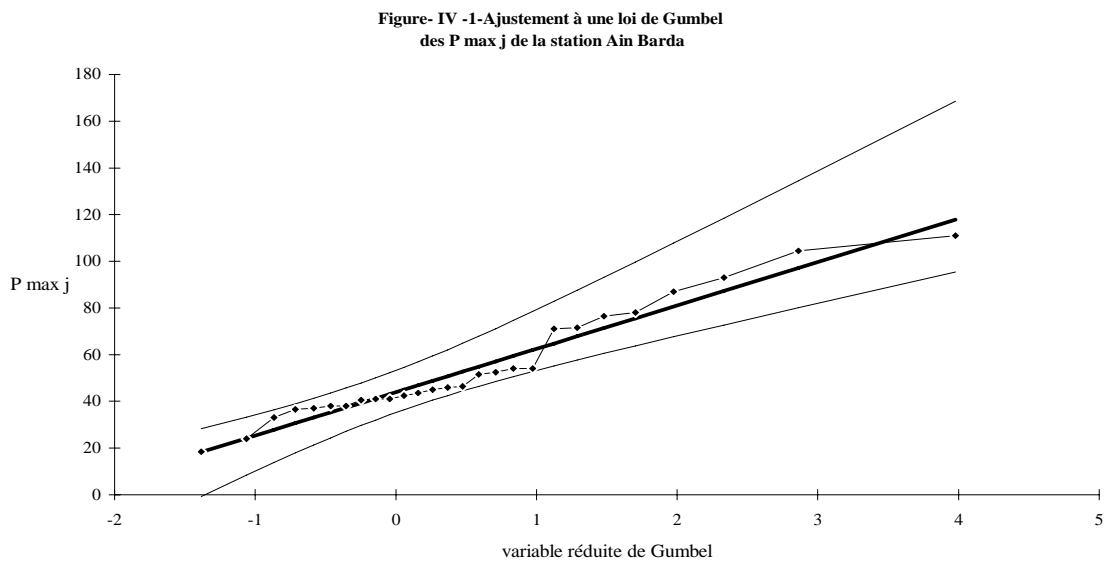
$\frac{1}{\alpha}$: est le Gradex (g) de la droite de Gumbel.

$$\text{D'où: } \frac{1}{\alpha} = g = 0,78 \cdot \sigma \quad (\text{IV.9})$$

$$x_0 = \bar{p} - \frac{0,577}{\alpha} = \bar{p} - 0,577 g \quad (\text{IV.10})$$

IV-4-2-1 Ajustement de la série des $P_{\max j}$ de la station Ain Barda

Les résultats de l'ajustement des $P_{\max j}$ sont reportés dans le tableau ci-dessous.



Donc $P_{\max j p \%} = 18,58Y + 43,93.$

Tableau IV-13- Ajustement à une loi de Gumbel des P max j de la station Ain Barda

Taille n= 27

X_o= 43,93

g= 18,58

I.C. à (en%)= 95

U Gauss=

1,9604

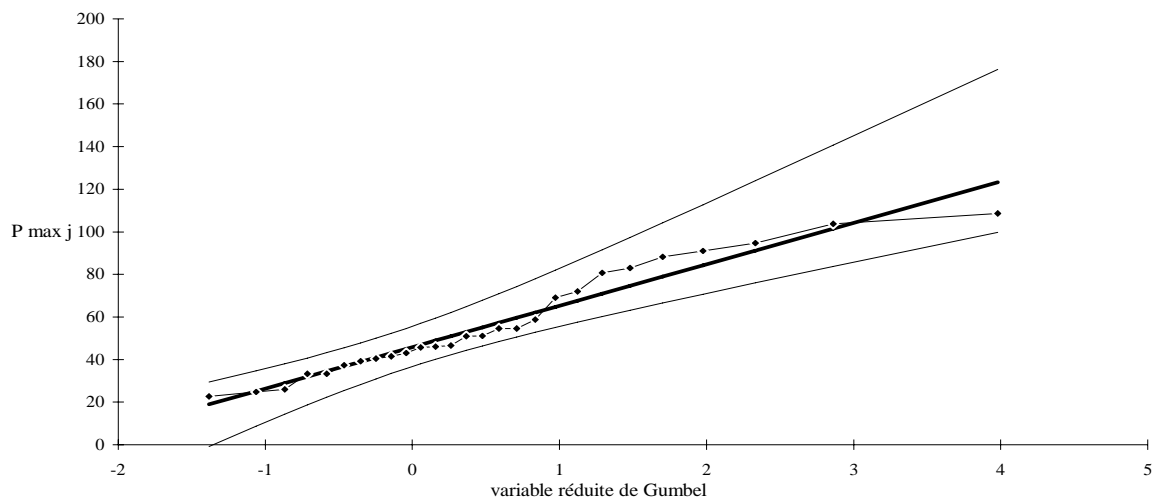
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
43,5	18,5	1	0,019	-1,384	18,5	18,216972	-0,75425	28,22685
41	24	2	0,056	-1,061	24	24,20327	8,42918	33,24118
87	33	3	0,093	-0,867	33	27,817059	13,8194	36,42187
54	36,5	4	0,130	-0,714	36,5	30,650002	17,9341	39,02604
38	37	5	0,167	-0,583	37	33,08906	21,38	41,36485
33	38	6	0,204	-0,464	38	35,296251	24,4074	43,57228
41	38	7	0,241	-0,353	38	37,357475	27,146	45,72233
18,5	40,5	8	0,278	-0,248	40,5	39,325424	29,6729	47,86282
78	41	9	0,315	-0,145	41	41,236088	32,0389	50,02836
45	41	10	0,352	-0,044	41	43,11635	34,2804	52,24633
54	42,5	11	0,389	0,057	42,5	44,987985	36,4256	54,54007
71,5	43,5	12	0,426	0,158	43,5	46,870022	38,4984	56,93091
93	45	13	0,463	0,261	45	48,780324	40,5202	59,43978
42,5	46	14	0,500	0,367	46	50,736825	42,5116	62,08865
51,5	46,5	15	0,537	0,475	46,5	52,758641	44,4934	64,90208
38	51,5	16	0,574	0,589	51,5	54,867286	46,4874	67,9091
24	52,5	17	0,611	0,708	52,5	57,088156	48,5181	71,14563
52,5	54	18	0,648	0,836	54	59,452585	50,6137	74,65784
40,5	54	19	0,685	0,973	54	62,000886	52,8082	78,50712
111	71	20	0,722	1,123	71	64,787203	55,1456	82,77807
37	71,5	21	0,759	1,289	71,5	67,887762	57,6853	87,59203
36,5	76,5	22	0,796	1,479	76,5	71,415984	60,5133	93,13189
104,5	78	23	0,833	1,702	78	75,552868	63,7647	99,69198
76,5	87	24	0,870	1,974	87	80,616072	67,6735	107,7917
46,5	93	25	0,907	2,331	93	87,248056	72,7095	118,4848
46	104,5	26	0,944	2,862	104,5	97,107259	80,08	134,4975
71	111	27	0,981	3,980	111	117,87708	95,3574	168,48

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo	Pér. Ret.
0,99	4,600	129,407304	103,758783	187,4250449	129,4073	0,990	100,0
0,98	3,902	116,4329822	94,30217771	166,110321	116,43298	0,980	50,0
0,95	2,970	99,1190953	81,57185828	137,7771213	99,119095	0,950	20,0
0,9	2,250	85,74307449	71,57342684	116,05151	85,743074	0,900	10,0
0,8	1,500	71,79844769	60,81659	93,73573564	71,798448	0,800	5,0

IV-4-2-2 Ajustement de la série des $P_{\max j}$ de la station Héliopolise

Les résultats de l'ajustement des $P_{\max j}$ sont reportés dans le tableau ci-dessous.

Figure IV-2- Ajustement à une loi de Gumbel
des $P_{\max j}$ de la station Héliopolise



Donc : $P_{\max j p \%} = 19,45Y + 45,84.$

Tableau- IV-14-Ajustement à une loi de Gumbel
des P max j Héliopolise

Taille n= 27

X_o= 45,84

des P max j Héliopolise

g= 19,45

I.C. à (en%)= 95

U Gauss=

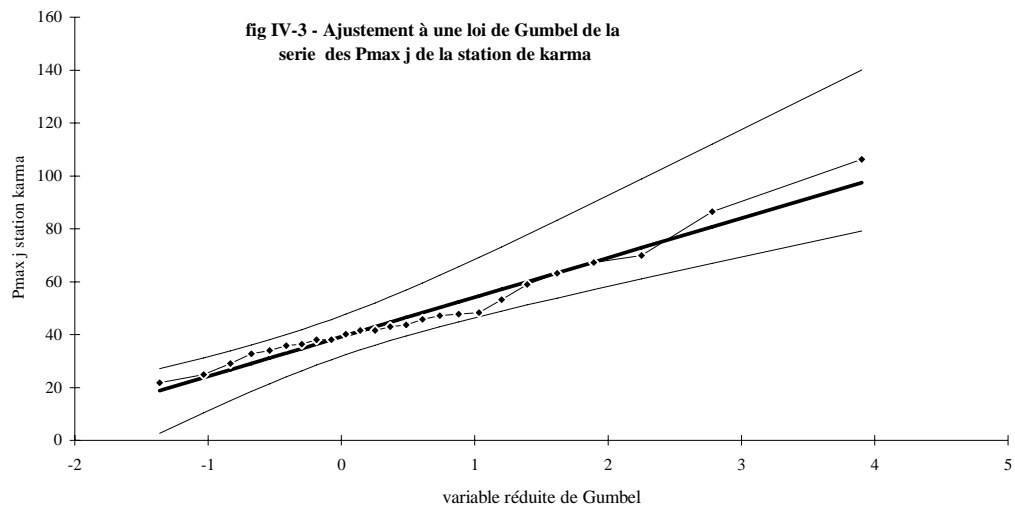
1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
50,9	22,7	1	0,019	-1,384	22,7	18,925445	-0,93434	29,40416
33,3	24,7	2	0,056	-1,061	24,7	25,192125	8,67922	34,65335
39,3	25,9	3	0,093	-0,867	25,9	28,975175	14,3219	37,98301
94,6	33,3	4	0,130	-0,714	33,3	31,940806	18,6293	40,70915
72,1	33,3	5	0,167	-0,583	33,3	34,494103	22,2367	43,15751
40,4	37,3	6	0,204	-0,464	37,3	36,804673	25,4058	45,46833
43	39,3	7	0,241	-0,353	39,3	38,962439	28,2727	47,71908
22,7	40,4	8	0,278	-0,248	40,4	41,022562	30,9179	49,95983
54,6	41,5	9	0,315	-0,145	41,5	43,022716	33,3948	52,2268
33,3	43	10	0,352	-0,044	43	44,991045	35,7412	54,54865
37,3	45,7	11	0,389	0,057	45,7	46,950343	37,9869	56,94982
58,8	46	12	0,426	0,158	46	48,920529	40,1568	59,45264
108,6	46,6	13	0,463	0,261	46,6	50,920306	42,2733	62,07902
46,6	50,9	14	0,500	0,367	50,9	52,968444	44,358	64,85196
54,5	51,1	15	0,537	0,475	51,1	55,084957	46,4325	67,79716
41,5	54,5	16	0,574	0,589	54,5	57,292365	48,52	70,94502
24,7	54,6	17	0,611	0,708	54,6	59,617255	50,6458	74,33315
46	58,8	18	0,648	0,836	58,8	62,092428	52,8395	78,00986
69,1	69,1	19	0,685	0,973	69,1	64,760084	55,1369	82,03942
83	72,1	20	0,722	1,123	72,1	67,676905	57,5837	86,51042
45,7	80,8	21	0,759	1,289	80,8	70,922686	60,2423	91,54985
25,9	83	22	0,796	1,479	83	74,616161	63,2029	97,34918
88,2	88,2	23	0,833	1,702	88,2	78,946805	66,6065	104,2165
51,1	91	24	0,870	1,974	91	84,247157	70,6984	112,6956
91	94,6	25	0,907	2,331	94,6	91,189766	75,9703	123,8896
103,7	103,7	26	0,944	2,862	103,7	101,51075	83,686	140,6522
80,8	108,6	27	0,981	3,980	108,6	123,25338	99,679	176,2265

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo	Pér. Ret.
0,99	4,600	135,323644	108,4738127	196,0587856	135,32364	0,990	100,0
0,98	3,902	121,7416386	98,57428454	173,7457353	121,74164	0,98	50,0
0,95	2,970	103,6168141	85,24770993	144,0854818	103,61681	0,95	20,0
0,9	2,250	89,6142951	74,78097786	121,3422992	89,614295	0,9	10,0
0,8	1,500	75,0165381	63,52031866	97,9813118	75,016538	0,8	5,0

IV-4-2-3 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station Karma

Les résultats de l'ajustement des $P_{\max j}$ sont reportés dans le tableau ci-dessous.



Donc : $P_{\max j p \%} = 14,94Y + 39,16$.

Tableau IV-15- Ajustement à une loi de Gumbel des P max j de la station

Taille n= 25

X_o= 39,16

Karma

g= 14,94

I.C. à (en%)= 95

U Gauss=

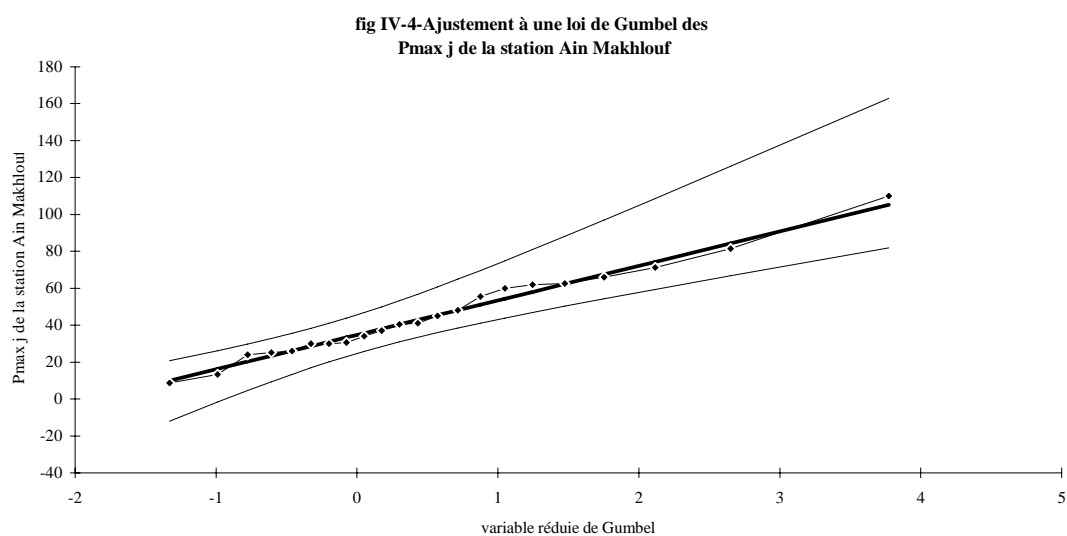
1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
40,1	21,7	1	0,020	-1,364	21,7	18,777772	2,70924	27,06559
43	24,8	2	0,060	-1,034	24,8	23,703337	10,4305	31,20259
67,2	29	3	0,100	-0,834	29	26,697087	14,9803	33,86028
47,2	32,7	4	0,140	-0,676	32,7	29,057453	18,4622	36,06094
36,4	34	5	0,180	-0,539	34	31,100893	21,3833	38,05942
34	35,8	6	0,220	-0,415	35,8	32,96045	23,9529	39,96675
35,8	36,4	7	0,260	-0,298	36,4	34,707183	26,2795	41,84539
21,7	38	8	0,300	-0,186	38	36,385228	28,4281	43,73667
53,2	38,1	9	0,340	-0,076	38,1	38,025331	30,442	45,67132
41,5	40,1	10	0,380	0,033	40,1	39,651133	32,3529	47,67448
69,9	41,5	11	0,420	0,142	41,5	41,282535	34,1866	49,76846
59	41,5	12	0,460	0,253	41,5	42,937789	35,9653	51,97476
86,5	43	13	0,500	0,367	43	44,635012	37,7103	54,31581
41,5	43,6	14	0,540	0,484	43,6	46,393523	39,4429	56,81683
47,7	45,8	15	0,580	0,607	45,8	48,23527	41,1856	59,50811
38,1	47,2	16	0,620	0,738	47,2	50,186619	42,9636	62,42795
29	47,7	17	0,660	0,878	47,7	52,280904	44,8066	65,62698
43,6	48,3	18	0,700	1,031	48,3	54,562392	46,7515	69,1748
38	53,2	19	0,740	1,200	53,2	57,092964	48,8473	73,17128
63,2	59	20	0,780	1,392	59	59,964298	51,1643	77,76701
24,8	63,2	21	0,820	1,617	63,2	63,322327	53,8112	83,20457
32,7	67,2	22	0,860	1,892	67,2	67,422802	56,9755	89,9122
106,3	69,9	23	0,900	2,250	69,9	72,782584	61,0322	98,75913
48,3	86,5	24	0,940	2,783	86,5	80,735414	66,9435	111,9943
45,8	106,3	25	0,980	3,902	106,3	97,459504	79,1462	140,0548

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo	Pér. Ret.
0,99	4,600	107,8918027	86,67492836	157,6418107	107,8918	0,990	100,0
0,98	3,902	97,45950361	79,14616571	140,0548276	97,459504	0,980	50,0
0,95	2,970	83,53787834	69,00530846	116,6793911	83,537878	0,950	20,0
0,9	2,250	72,78258403	61,03220848	98,75913476	72,782584	0,900	10,0
0,8	1,500	61,57008912	52,43740088	80,35987622	61,57009	0,800	5,0

IV-4-2-4 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station Ain Makhoulf

Les résultats de l'ajustement des $P_{\max j}$ sont reportés dans le tableau ci-dessous.



Donc : $P_{\max j p \%} = 18,67Y + 34,76.$

Tableau IV-16 - Ajustement à une loi de Gumbel des P max j

Taille n= 22

X₀= 34,76

Ain Makhlouf

g= 18,67

I.C. à (en%)= 95

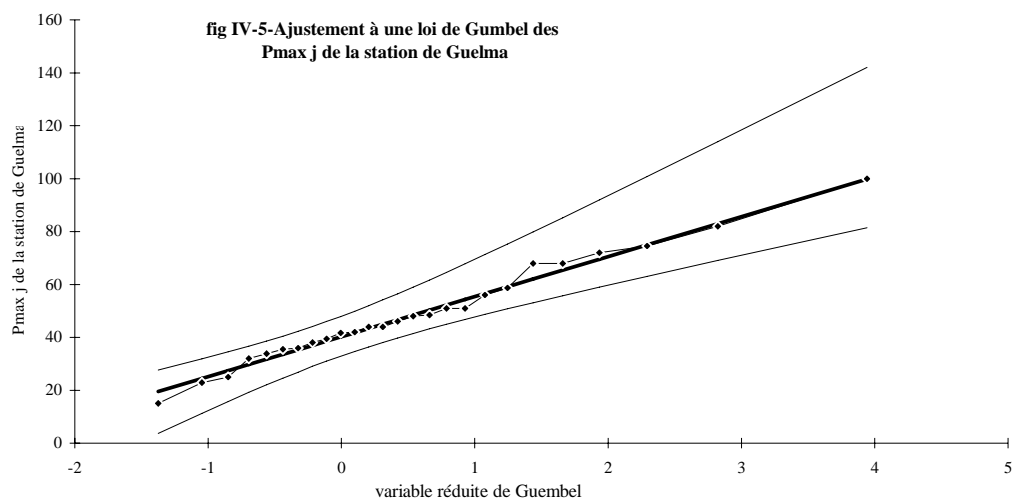
U Gauss= 1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
45	8,6	1	0,023	-1,331	8,6	9,9105019	-12,0477	20,80002
26	13,2	2	0,068	-0,988	13,2	16,313495	-1,60958	26,21754
30,5	24	3	0,114	-0,777	24	20,252746	4,58125	29,78141
60	25,1	4	0,159	-0,609	25,1	23,391067	9,33779	32,79625
110	26	5	0,205	-0,462	26	26,135843	13,3384	35,59251
24	30	6	0,250	-0,327	30	28,659973	16,8631	38,31826
40,5	30	7	0,295	-0,198	30	31,05746	20,0581	41,06015
30	30,5	8	0,341	-0,073	30,5	33,388508	23,0121	43,8784
34	34	9	0,386	0,050	34	35,697118	25,7868	46,82051
37	37	10	0,432	0,175	37	38,019506	28,43	49,92824
30	40,5	11	0,477	0,302	40,5	40,388956	30,9833	53,24231
48	41,1	12	0,523	0,433	41,1	42,839296	33,4866	56,80678
81,5	45	13	0,568	0,570	45	45,408109	35,9805	60,67395
66	48	14	0,614	0,717	48	48,140493	38,5099	64,91071
62	55,5	15	0,659	0,875	55,5	51,094382	41,1274	69,60796
13,2	60	16	0,705	1,049	60	54,349131	43,8993	74,89569
8,6	62	17	0,750	1,246	62	58,020904	46,9171	80,97022
55,5	62,5	18	0,795	1,475	62,5	62,293337	50,3189	88,14821
62,5	66	19	0,841	1,753	66	67,487057	54,3387	96,98951
71,2	71,2	20	0,886	2,115	71,2	74,248789	59,4407	108,6315
41,1	81,5	21	0,932	2,650	81,5	84,245901	66,8098	126,0181
25,1	110	22	0,977	3,773	110	105,19937	81,8993	162,8154

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo	Pér. Ret.
0,99	4,600	120,6484367	92,868995	190,1019432	120,64844	0,990	100,0
0,98	3,902	107,6120779	83,61860019	167,0706073	107,61208	0,980	50,0
0,95	2,970	90,21540421	71,14550778	136,4645898	90,215404	0,950	20,0
0,9	2,250	76,77542564	61,31928896	113,0096007	76,775426	0,900	10,0
0,8	1,500	62,76412228	50,68792727	88,94499181	62,764122	0,800	5,0

IV-4-2-5 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station de Guelma

Les résultats de l'ajustement des $P_{\max j}$ sont reportés dans le tableau ci-dessous.



Donc : $P_{\max j p \%} = 15,13Y + 40,23$.

Tableau IV-17- Ajustement à une loi de Gumbel des P max j de la station de Guelma

Taille n= 26

Xo= 40,23

g= 15,13

I.C. à (en%)= 95

U Gauss=

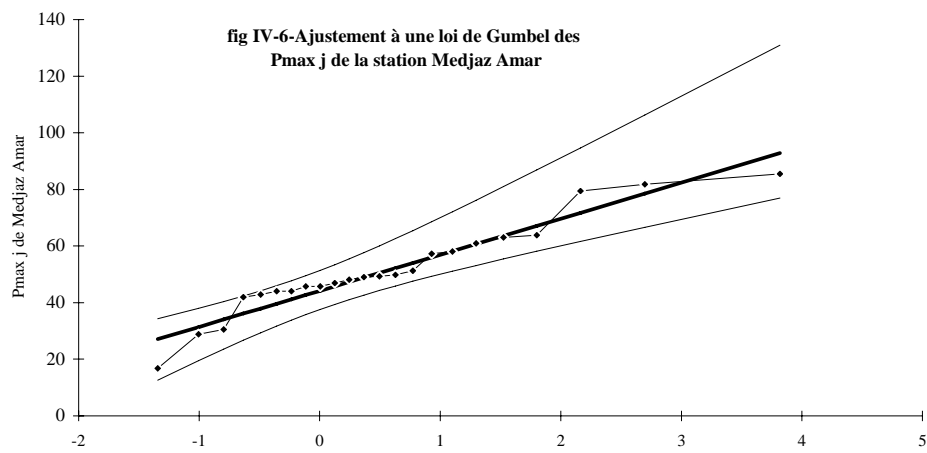
1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
42	15	1	0,019	-1,374	15	19,451569	3,6133	27,71649
41,7	22,9	2	0,058	-1,048	22,9	24,379226	11,2519	31,84895
46	25	3	0,096	-0,851	25	27,363748	15,744	34,48625
74,5	32	4	0,135	-0,696	32	29,709867	19,1774	36,65721
58,7	33,8	5	0,173	-0,562	33,8	31,735157	22,0553	38,61732
22,9	35,5	6	0,212	-0,440	35,5	33,572837	24,5852	40,47719
48,4	36	7	0,250	-0,327	36	35,293776	26,8749	42,29843
25	38	8	0,288	-0,218	38	36,941692	28,9886	44,12129
39,5	39,5	9	0,327	-0,112	39,5	38,546715	30,9687	45,97528
33,8	41,7	10	0,365	-0,007	41,7	40,13165	32,8459	47,88412
44	42	11	0,404	0,098	42	41,7153	34,6446	49,86839
44	44	12	0,442	0,204	44	43,314467	36,3857	51,94739
82	44	13	0,481	0,311	44	44,945346	38,0883	54,14057
48	46	14	0,519	0,422	46	46,624662	39,7714	56,46904
35,5	48	15	0,558	0,538	48	48,370797	41,4543	58,95725
38	48,4	16	0,596	0,659	48,4	50,205088	43,1582	61,63503
15	51	17	0,635	0,788	51	52,153555	44,9072	64,5405
51	51	18	0,673	0,927	51	54,249422	46,7301	67,72423
56	56	19	0,712	1,078	56	56,537086	48,6632	71,25585
100	58,7	20	0,750	1,246	58,7	59,078858	50,7555	75,23525
32	68	21	0,788	1,437	68	61,967279	53,0775	79,81302
36	68	22	0,827	1,661	68	65,349855	55,7392	85,23162
68	72	23	0,865	1,934	72	69,485301	58,9305	91,91895
51	74,5	24	0,904	2,292	74,5	74,896686	63,0327	100,7434
72	82	25	0,942	2,823	82	82,934031	69,024	113,9516
68	100	26	0,981	3,942	100	99,851458	81,4184	141,9692

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo	Pér. Ret.
0,99	4,600	109,8129802	88,64282946	158,5407121	109,81298	0,990	100,0
0,98	3,902	99,25231806	80,98262216	140,973795	99,252318	0,980	50,0
0,95	2,970	85,15939568	70,66777032	117,6237211	85,159396	0,950	20,0
0,9	2,250	74,27176403	62,56233798	99,72097	74,271764	0,900	10,0
0,8	1,500	62,92130621	53,83383223	81,33570127	62,921306	0,800	5,0

IV-4-2-6 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station de Medjaz Amar

Les résultats de l'ajustement des $P_{\max j}$ sont reportés dans le tableau ci-dessous.



Donc : $P_{\max j p \%} = 12,73Y + 44,17$.

Tableau IV-18- Ajustement à une loi de Gumbel des P max. de la station Medjaz Amar

Taille n= 23

X_o= 44,17

g= 12,73

I.C. à (en%)= 95

U Gauss=

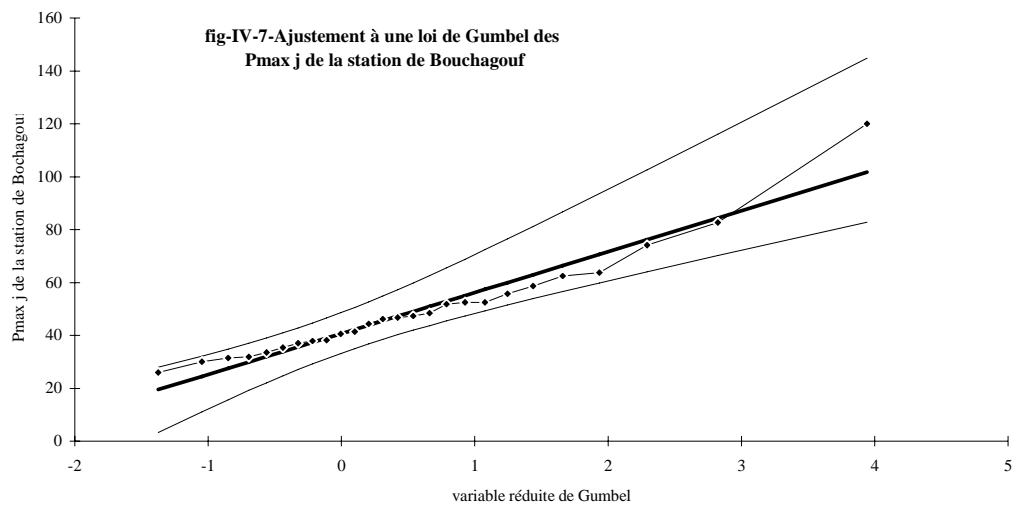
1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
51,3	16,8	1	0,022	-1,343	16,8	27,087926	12,5855	34,38041
41,9	28,8	2	0,065	-1,004	28,8	31,392144	19,5039	38,01126
63,8	30,6	3	0,109	-0,797	30,6	34,028705	23,598	40,3792
60,9	41,9	4	0,152	-0,633	41,9	36,121327	26,7393	42,36669
79,5	42,8	5	0,196	-0,489	42,8	37,944774	29,3792	44,19586
28,8	44,1	6	0,239	-0,358	44,1	39,615218	31,7041	45,96514
46,9	44,1	7	0,283	-0,234	44,1	41,195374	33,8108	47,73128
48,1	45,7	8	0,326	-0,114	45,7	42,724912	35,7578	49,53296
45,7	45,7	9	0,370	0,005	45,7	44,232274	37,5852	51,40005
49,3	46,9	10	0,413	0,123	46,9	45,740248	39,3231	53,35804
44,1	48,1	11	0,457	0,243	48,1	47,269073	40,9972	55,43091
57,3	49	12	0,500	0,367	49	48,838537	42,6313	57,64346
81,8	49,3	13	0,543	0,495	49,3	50,46972	44,2489	60,02373
49	49,8	14	0,587	0,630	49,8	52,186836	45,8751	62,60604
44,1	51,3	15	0,630	0,774	51,3	54,019606	47,5382	65,43496
63,1	57,3	16	0,674	0,930	57,3	56,006756	49,272	68,57142
16,8	58,1	17	0,717	1,102	58,1	58,201794	51,1205	72,10277
45,7	60,9	18	0,761	1,297	60,9	60,683447	53,1448	76,1608
49,8	63,1	19	0,804	1,525	63,1	63,57653	55,4383	80,95803
85,5	63,8	20	0,848	1,801	63,8	67,099307	58,1604	86,86995
42,8	79,5	21	0,891	2,162	79,5	71,692378	61,6284	94,65909
30,6	81,8	22	0,935	2,696	81,8	78,492089	66,6542	106,2988
58,1	85,5	23	0,978	3,818	85,5	92,761191	76,9764	130,949

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo	Pér. Ret.
0,99	4,600	102,7197213	84,08777288	148,2450885	102,71972	0,990	100,0
0,98	3,902	93,83364574	77,74482022	132,8090434	93,833646	0,980	50,0
0,95	2,970	81,97541459	69,19540722	112,2949639	81,975415	0,950	20,0
0,9	2,250	72,81421656	62,46510042	96,57197163	72,814217	0,900	10,0
0,8	1,500	63,26358193	55,1930499	80,43624791	63,263582	0,800	5,0

IV-4-2-7 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station de Bouchagouf

Les résultats de l'ajustement des $P_{\max j}$ sont reportés dans le tableau ci-dessous.



Donc : $P_{\max j p \%} = 15,47Y + 40,70$.

Tableau IV-19- Ajustement à une loi de Gumbel des P max j de la station Bouchagouf

Taille n= 26

X₀= 40,70

g= 15,47

I.C. à (en%)= 95

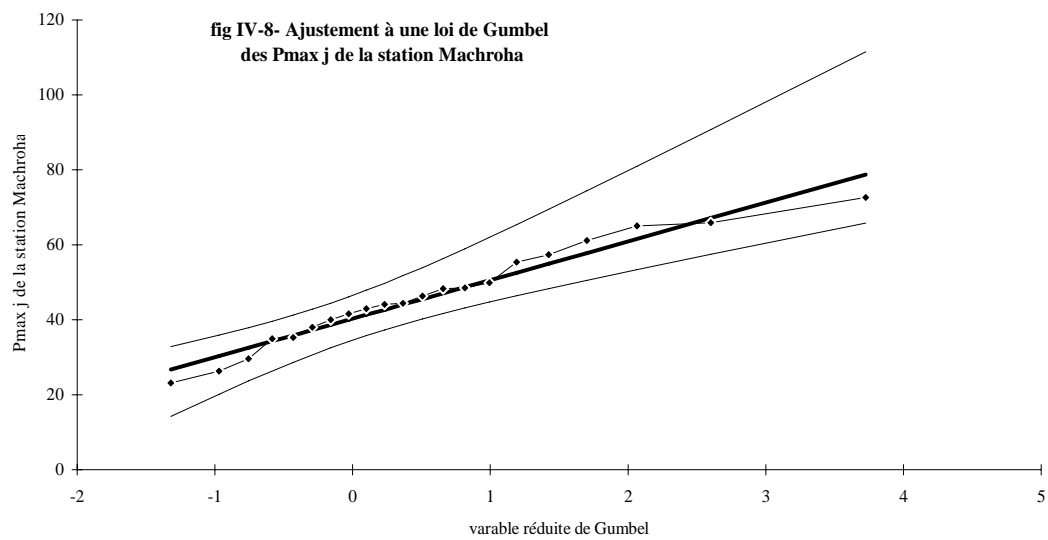
U Gauss= 1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
51,8	25,9	1	0,019	-1,374	25,9	19,441412	3,23851	27,89661
37,9	30	2	0,058	-1,048	30	24,482516	11,053	32,12421
46,2	31,4	3	0,096	-0,851	31,4	27,535748	15,6485	34,82223
44,3	31,8	4	0,135	-0,696	31,8	29,93588	19,1609	37,04317
58,7	33,6	5	0,173	-0,562	33,6	32,007797	22,1051	39,04841
31,4	35,4	6	0,212	-0,440	35,4	33,887785	24,6933	40,95109
37	37	7	0,250	-0,327	37	35,648344	27,0357	42,81426
30	37,9	8	0,288	-0,218	37,9	37,334198	29,198	44,67908
40,6	38,2	9	0,327	-0,112	38,2	38,976173	31,2236	46,57576
35,4	40,6	10	0,365	-0,007	40,6	40,597597	33,1441	48,52855
33,6	41,4	11	0,404	0,098	41,4	42,217706	34,9842	50,5585
47,3	44,3	12	0,442	0,204	44,3	43,85369	36,7654	52,68536
74,1	46,2	13	0,481	0,311	46,2	45,522114	38,5072	54,92903
46,8	46,8	14	0,519	0,422	46,8	47,240092	40,229	57,31111
31,8	47,3	15	0,558	0,538	47,3	49,026427	41,9507	59,8566
41,4	48,4	16	0,596	0,659	48,4	50,902948	43,6939	62,59603
52,5	51,8	17	0,635	0,788	51,8	52,896274	45,4831	65,56839
52,5	52,5	18	0,673	0,927	52,5	55,040392	47,3479	68,82542
55,7	52,5	19	0,712	1,078	52,5	57,380723	49,3255	72,43835
120	55,7	20	0,750	1,246	55,7	59,981013	51,466	76,50936
38,2	58,7	21	0,788	1,437	58,7	62,935932	53,8415	81,19253
25,9	62,5	22	0,827	1,661	62,5	66,396382	56,5645	86,73587
62,5	63,7	23	0,865	1,934	63,7	70,627036	59,8293	93,57716
63,7	74,1	24	0,904	2,292	74,1	76,163003	64,0259	102,6048
48,4	82,7	25	0,942	2,823	82,7	84,385386	70,1551	116,1171
82,7	120	26	0,981	3,942	120	101,69229	82,8349	144,7797

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo	Pér. Ret.
0,99	4,600	111,8831501	90,22561417	161,7327057	111,88315	0,990	100,0
0,98	3,902	101,0793574	82,3890514	143,761358	101,07936	0,980	50,0
0,95	2,970	86,66198378	71,83672812	119,8737121	86,661198	0,950	20,0
0,9	2,250	75,52369399	63,54469022	101,5587988	75,523694	0,900	10,0
0,8	1,500	63,91192272	54,61523433	82,7502592	63,911923	0,800	5,0

IV-4-2-8 Ajustement des P max j de la station de Mechroha

Les résultats de l'ajustement des P max j sont reportés dans le tableau ci-dessous.



Donc : $P_{max j p \%} = 10,31Y + 40,29.$

Tableau IV-20- Ajustement à une loi de Gumbel des P max j de la station Machroha

Taille n= 21

 $X_0 = 40,29$ $g = 10,31$

I.C. à (en%)= 95

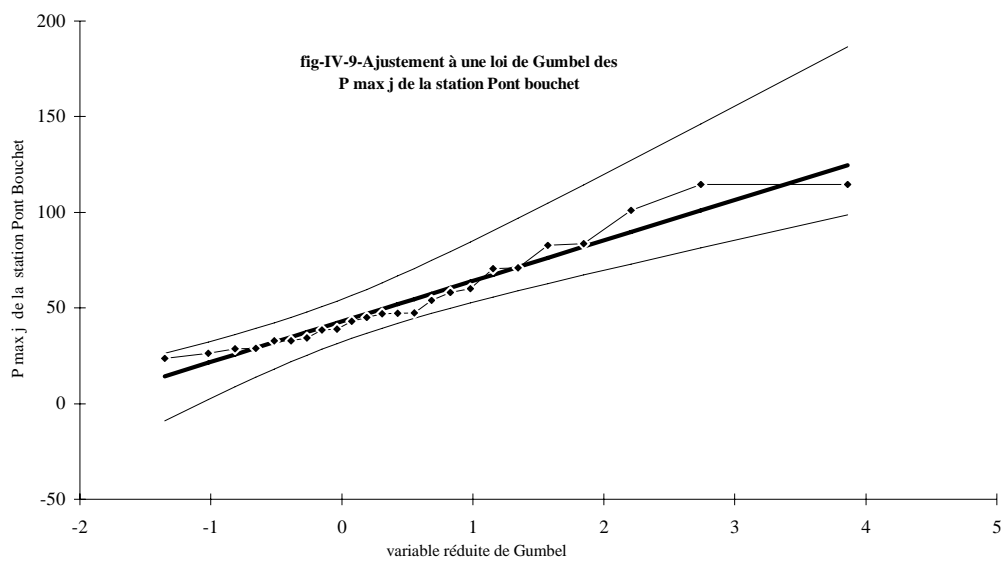
U Gauss= 1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
49,9	23,2	1	0,024	-1,318	23,2	26,705315	14,1718	32,82989
23,2	26,3	2	0,071	-0,970	26,3	30,291881	20,1091	35,87577
38	29,6	3	0,119	-0,755	29,6	32,508803	23,6388	37,89873
35,3	35	4	0,167	-0,583	35	34,282229	26,3544	39,62502
41,6	35,3	5	0,214	-0,432	35,3	35,839593	28,6401	41,24
40	38	6	0,262	-0,293	38	37,277867	30,6547	42,82782
46,3	40	7	0,310	-0,159	40	38,650239	32,4813	44,43862
44,4	41,6	8	0,357	-0,029	41,6	39,991302	34,1708	46,108
48,5	42,9	9	0,405	0,100	42,9	41,326942	35,7594	47,86479
42,9	44,1	10	0,452	0,232	44,1	42,679166	37,2759	49,73521
26,3	44,4	11	0,500	0,367	44,4	44,069021	38,7462	51,74602
29,6	46,3	12	0,548	0,507	46,3	45,518872	40,1959	53,92768
72,6	48,3	13	0,595	0,656	48,3	47,054756	41,6523	56,31824
55,4	48,5	14	0,643	0,817	48,5	48,709485	43,1462	58,96885
44,1	49,9	15	0,690	0,993	49,9	50,527484	44,7162	61,95244
35	55,4	16	0,738	1,192	55,4	52,573342	46,4137	65,3791
65,1	57,4	17	0,786	1,422	57,4	54,948787	48,316	69,42659
57,4	61,2	18	0,833	1,702	61,2	57,831073	50,5524	74,40936
65,9	65,1	19	0,881	2,066	65,1	61,577379	53,3785	80,96655
48,3	65,9	20	0,929	2,602	65,9	67,108156	57,445	90,75286
61,2	72,6	21	0,976	3,726	72,6	78,68495	65,7435	111,4506

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo	Pér. Ret.
0,99	4,600	87,69673444	72,10418726	127,6615271	87,697734	0,990	100,0
0,98	3,902	80,50165953	67,03060748	114,7137397	80,50166	0,980	50,0
0,95	2,970	70,90002369	60,18652076	97,50879174	70,900024	0,950	20,0
0,9	2,250	63,48218149	54,79048652	84,32549775	63,482181	0,900	10,0
0,8	1,500	55,74901163	48,94369528	70,80316553	55,749012	0,800	5,0

IV-4-2-9 Ajustement des P max j de la station de Pont Bouchet

Les résultats de l'ajustement des P max j sont reportés dans le tableau ci-dessous.



Donc : $P_{\max j p \%} = 21,15Y + 42,99.$

Tableau IV-21-1 Ajustement à une loi de Gumbel des P max j des la station Pont Bouchet

Taille n= 24

Xo= 42,99

g= 21,15

I.C. à (en%)= 95

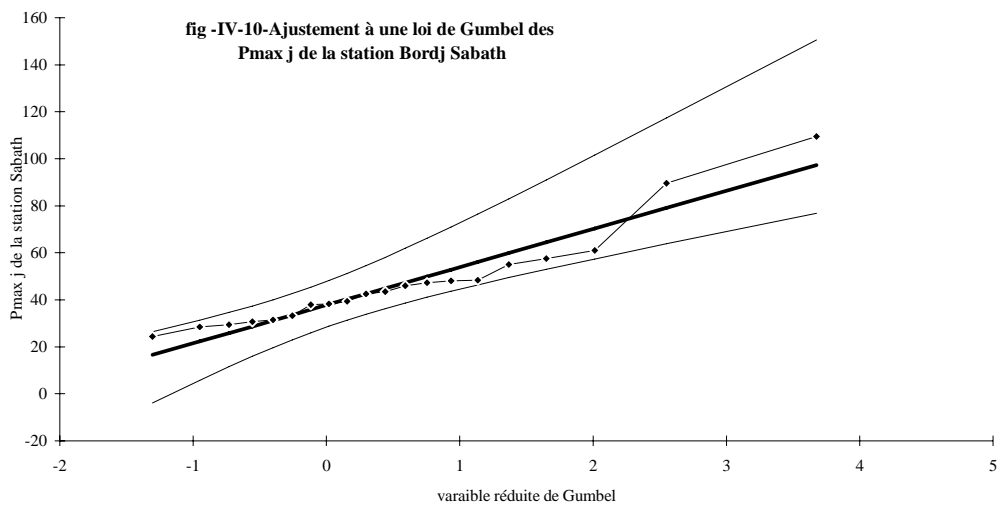
U Gauss= 1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
47	23,6	1	0,021	-1,354	23,6	14,358477	-9,03667	26,27732
38,4	26,2	2	0,063	-1,020	26,2	21,418297	2,16433	32,21832
114,6	28,7	3	0,104	-0,816	28,7	25,725399	8,77828	36,06248
114,6	28,8	4	0,146	-0,655	28,8	29,132124	13,8464	39,26621
83,7	32,8	5	0,188	-0,515	32,8	32,09061	18,102	42,19414
28,8	32,8	6	0,229	-0,388	32,8	34,791437	21,8477	45,00642
23,6	34,4	7	0,271	-0,267	34,4	37,336884	25,2406	47,79412
26,2	38,4	8	0,313	-0,151	38,4	39,791006	28,3752	50,61838
47,4	39	9	0,354	-0,037	39	42,199007	31,315	53,52545
54	43	10	0,396	0,076	43	44,596301	34,1074	56,55391
45	45	11	0,438	0,190	45	47,013444	36,7915	59,73892
58	47	12	0,479	0,307	47	49,479307	39,4023	63,11549
71	47,2	13	0,521	0,427	47,2	52,023517	41,9739	66,72154
32,8	47,4	14	0,563	0,553	47,4	54,678803	44,5413	70,60149
32,8	54	15	0,604	0,685	54	57,48373	47,1426	74,81077
43	58	16	0,646	0,827	58	60,486435	49,8222	79,42211
34,4	60	17	0,688	0,982	60	63,750317	52,634	84,53536
47,2	70,6	18	0,729	1,152	70,6	67,363557	55,649	90,29366
60	71	19	0,771	1,346	71	71,456402	58,9675	96,91304
82,8	82,8	20	0,813	1,572	82,8	76,235811	62,7439	104,7416
28,7	83,7	21	0,854	1,848	83,7	82,064132	67,2433	114,394
39	101	22	0,896	2,207	101	89,673281	72,9949	127,1183
101	114,6	23	0,938	2,740	114,6	100,9515	81,354	146,1438
70,6	114,6	24	0,979	3,861	114,6	124,64473	98,5686	186,459

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo	Pér. Ret.
0,99	4,600	140,2849067	109,7978475	213,2057658	140,28495	0,990	100,0
0,98	3,902	125,5171225	99,19702382	187,9488152	125,51712	0,980	50,0
0,95	2,970	105,8099078	84,91364756	154,3809467	105,80991	0,950	20,0
0,9	2,250	90,58489711	73,67680886	128,6498158	90,584897	0,900	10,0
0,8	1,500	74,71268103	61,55025782	102,2369127	74,712681	0,800	5,0

IV-4-2-10 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station de Bordj Sabath

Les résultats de l'ajustement des $P_{\max j}$ sont reportés dans le tableau ci-dessous.



Donc : $P_{\max j p \%} = 16,21Y + 37,72.$

Tableau-IV-22- Ajustement à une loi de Gumbel des P max j de la station

Taille n= 20

Xo= 37,72

Bordj Sabath

g= 16,21

I.C. à (en%)= 95

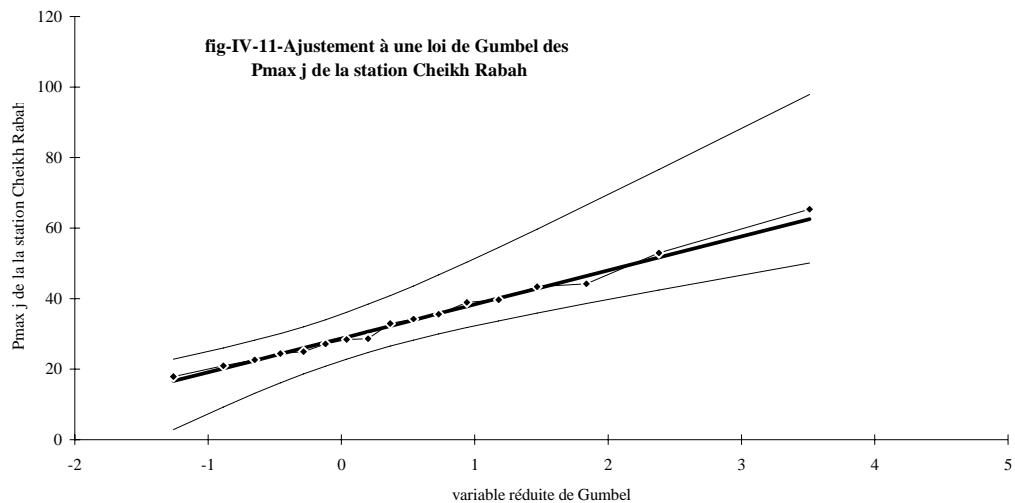
U Gauss= 1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
46	24,4	1	0,025	-1,305	24,4	16,553443	-3,88948	26,38691
30,7	28,4	2	0,075	-0,952	28,4	22,286389	5,76202	31,27805
39,4	29,4	3	0,125	-0,732	29,4	25,848167	11,5139	34,56129
61	30,7	4	0,175	-0,556	30,7	28,710235	15,9449	37,39042
109,5	31,4	5	0,225	-0,400	31,4	31,23495	19,677	40,0627
33,2	33,2	6	0,275	-0,255	33,2	33,577691	22,9673	42,71521
47,3	37,9	7	0,325	-0,117	37,9	35,824634	25,9509	45,43136
28,4	38,3	8	0,375	0,019	38,3	38,032908	28,712	48,27188
31,4	39,4	9	0,425	0,156	39,4	40,246527	31,3117	51,28751
37,9	42,6	10	0,475	0,295	42,6	42,5044	33,8003	54,5264
38,3	43,5	11	0,525	0,440	43,5	44,845498	36,2249	58,04033
48,3	46	12	0,575	0,592	46	47,313372	38,6337	61,89175
89,6	47,3	13	0,625	0,755	47,3	49,961482	41,0798	66,16312
43,5	48	14	0,675	0,934	48	52,861059	43,6269	70,97131
48	48,3	15	0,725	1,134	48,3	56,114734	46,3591	76,49261
55	55	16	0,775	1,367	55	59,883333	49,3996	83,01182
24,4	57,6	17	0,825	1,648	57,6	64,446358	52,9531	91,03325
42,6	61	18	0,875	2,013	61	70,366295	57,4208	101,5825
29,4	89,6	19	0,925	2,552	89,6	79,091838	63,8215	117,3157
57,6	109,5	20	0,975	3,676	109,5	97,328789	76,8323	150,5662

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo	Pér. Ret.
0,99	4,600	112,3097091	87,33965678	178,0606267	112,30971	0,990	100,0
0,98	3,902	100,9883385	79,40931384	157,2722931	100,98834	0,980	50,0
0,95	2,970	85,88027099	68,70641403	129,6508839	85,880271	0,950	20,0
0,9	2,250	74,20837854	60,26050074	108,4889593	74,208379	0,900	10,0
0,8	1,500	62,04032149	51,09406826	86,788944	62,040321	0,800	5,0

IV-4-2-11 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station de Chaikh Rabah

Les résultats de l'ajustement des $P_{\max j}$ sont reportés dans le tableau ci-dessous.



Donc : $P_{\max j p \%} = 9,63Y + 28,72$.

Tableau-IV-23- Ajustement à une loi de Gumbel des P max j

Taille n= 17

 $X_0 = 28,72$

de la station Cheikh rabah

 $g = 9,63$

I.C. à (en%)= 95

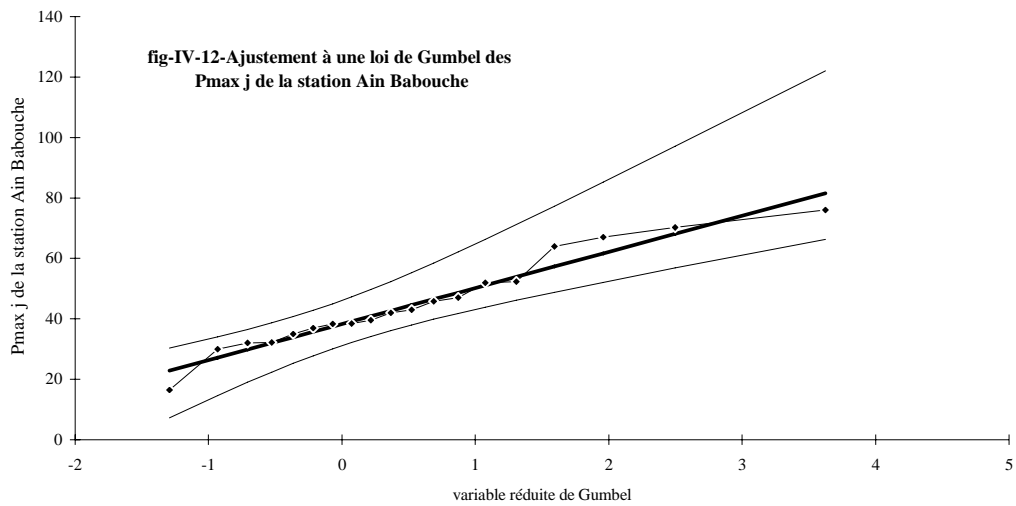
U Gauss= 1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
27,2	17,9	1	0,029	-1,260	17,9	16,583318	2,82432	22,85132
35,6	21	2	0,088	-0,887	21	20,177079	9,26075	25,98412
44,2	22,6	3	0,147	-0,651	22,6	22,451379	13,1268	28,17392
28,6	24,4	4	0,206	-0,458	24,4	24,309489	16,1158	30,13262
22,6	25	5	0,265	-0,285	25	25,976692	18,6358	32,05185
33	27,2	6	0,324	-0,121	27,2	27,55234	20,8568	34,02641
17,9	28,4	7	0,382	0,039	28,4	29,094689	22,8708	36,11929
65,4	28,6	8	0,441	0,201	28,6	30,646173	24,7397	38,38155
34,2	33	9	0,500	0,367	33	32,24424	26,5139	40,86262
24,4	34,2	10	0,559	0,541	34,2	33,928058	28,2408	43,61928
28,4	35,6	11	0,618	0,730	35,6	35,744928	29,9709	46,72699
21	39	12	0,676	0,939	39	37,759296	31,7642	50,29743
39	39,7	13	0,735	1,179	39,7	40,069188	33,7013	54,51098
43,4	43,4	14	0,794	1,467	43,4	42,842441	35,9084	59,68823
39,7	44,2	15	0,853	1,838	44,2	46,414448	38,6247	66,48328
53	53	16	0,912	2,382	53	51,646434	42,4464	76,59293
25	65,4	17	0,971	3,511	65,4	62,520594	50,0924	97,90192

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo	Pér. Ret.
0,99	4,600	73,00124202	57,28965761	118,611844	73,001242	0,990	100,0
0,98	3,902	66,27960425	52,68632774	105,3172479	66,279604	0,980	50,0
0,95	2,970	57,30975765	46,46214728	87,65712285	57,309758	0,950	20,0
0,9	2,250	50,38001072	41,53376285	74,13344219	50,380011	0,900	10,0
0,8	1,500	43,15568473	36,15153018	60,27922443	43,155685	0,800	5,0

IV-4-2-12 Ajustement des $P_{\max j}$ de la station de Ain Babouche

Les résultats de l'ajustement des $P_{\max j}$ sont reportés dans le tableau ci-dessous.



Donc : $P_{\max j p \%} = 11,94Y + 38,30.$

Tableau IV-25- Ajustement à une loi de Gumbel des P max j de la station

Taille n= 19

Xo= 38,30

Ain Babouche

g= 11,94

I.C. à (en%)= 95

U Gauss= 1,9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
42	16,5	1	0,026	-1,291	16,5	22,882001	7,24032	30,28027
38,5	30	2	0,079	-0,932	30	27,174086	14,6011	33,96302
67	32	3	0,132	-0,707	32	29,855584	18,999	36,4647
45,8	32,2	4	0,184	-0,526	32,2	32,021003	22,3913	38,64404
37	35	5	0,237	-0,365	35	33,940784	25,2501	40,72487
39,6	37	6	0,289	-0,215	37	35,731723	27,7707	42,81237
35	38,3	7	0,342	-0,070	38,3	37,459516	30,0565	44,97216
47	38,5	8	0,395	0,073	38,5	39,168777	32,1732	47,25342
16,5	39,6	9	0,447	0,218	39,6	40,895142	34,1697	49,69885
70,3	42	10	0,500	0,367	42	42,671618	36,0883	52,35114
30	43	11	0,553	0,522	43	44,533086	37,9699	55,25912
64	45,8	12	0,605	0,689	45,8	46,520825	39,858	58,48551
32	47	13	0,658	0,871	47	48,688637	41,8031	62,11821
38,3	52	14	0,711	1,074	52	51,113073	43,8699	66,2895
32,2	52,3	15	0,763	1,308	52,3	53,913272	46,1511	71,2132
52,3	64	16	0,816	1,592	64	57,295566	48,7986	77,26837
52	67	17	0,868	1,958	67	61,674489	52,1075	85,22646
43	70,3	18	0,921	2,498	70,3	68,11689	56,8241	97,08624
76	76	19	0,974	3,624	76	81,559726	66,3685	122,1304

Fréquence	U.Gumbel	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo	Pér. Ret.
0,99	4,600	93,20869399	74,48465523	143,9870755	93,208694	0,990	100,0
0,98	3,902	84,8741282	68,68753367	128,3392934	84,874128	0,980	50,0
0,95	2,970	73,75187212	60,85944353	107,5497309	73,751872	0,950	20,0
0,9	2,250	65,15925918	54,6759572	91,62435622	65,159259	0,900	10,0
0,8	1,500	56,20137982	47,95267391	75,29894518	56,20138	0,800	5,0

Les résultats des douze stations sont récapitulés dans le tableau suivant:

TableauIV-25: Pluies de rares fréquences obtenus par l'ajustement à la loi de Gumbel des stations pluviométriques de bassin versant de la Seybouse

fréquence (%)	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80
Période de retour (ans)	100	50	20	10	5
Station	$P_{\max j p \%}$ (mm)				
Ain Barda	129,4	116,4	99,1	85,7	71,8
Héliopolis	135,3	121,7	103,6	89,6	75,0
Karma	107,89	97,46	83,54	72,78	61,57
Ain Makhlouf	120,65	107,61	90,21	76,77	62,76
Guelma	109,81	99,25	85,16	74,27	62,92
Medjaz Amar	102,71	93,83	81,97	72,81	63,26
Bouchagouf	111,88	101,08	86,66	75,52	63,91
Mechroha	87,69	80,50	70,90	63,90	55,75
Pont Bouchet	140,28	125,52	105,81	90,58	74,71
Bordj Sabath	112,31	100,99	85,88	74,21	62,04
Chaikh Rabah	73,00	66,28	57,31	50,38	43,16
Ain Babouche	93,21	84,87	73,75	65,16	56,20

IV-5 Pluie de courte durée

La pluie de courte durée est utilisée pour l'estimation des crues [20]. Pour une fréquence donnée la quantité de pluie tombée en un temps (t) est déterminée par la formule suivante:

$$P_{t p \%} = P_{\max j p \%} \left[\frac{t}{24} \right]^b \quad (\text{IV.11})$$

D'où:

$P_{t p \%}$: c'est la pluie de courte durée pour qu'une fréquence donnée (mm).

$P_{\max j p \%}$: la pluie maximale journalière pour la même fréquence (mm).

t : durée de la pluie (h).

b : exposant climatique.

IV-5-1 Cas de la station de Ain Barda

Les résultats des pluies de courte durée sont reportés dans le tableau suivant:

TableauIV-27: Calcul la pluie de courte durée pour chaque intervalle du temps et de fréquence de la station Ain Barda.

$P_{\max j p \%}$ (mm)	129,4	116,4	99,1	85,7	71,8
fréquence (%)	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80
Temps (h)	b = 0.40				
1	36,3	32,6	27,8	24,0	20,1
3	56,3	50,7	43,1	37,3	31,3
6	74,3	66,9	56,9	49,2	41,2
9	87,4	78,6	66,9	57,9	48,5
12	98,1	88,2	75,1	64,9	54,4
15	107,2	96,5	82,1	71,0	59,5
18	115,3	103,7	88,3	76,4	64,0
21	122,7	110,3	93,9	81,2	68,1
24	129,4	116,4	99,1	85,7	71,8

IV-5-2 Cas de la station de Héliopolis

Les résultats des pluies de courte durée sont reportés dans le tableau suivant:

TableauIV-28: Calcul la pluie de courte durée pour chaque intervalle du temps et de fréquence de la station Héliopolise.

$P_{\max j p \%}$ (mm)	135,3	121,7	103,6	89,6	75,0
fréquence (%)	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80
Temps (h)	b = 0.39				
1	39,2	35,2	30,0	25,9	21,7
3	60,1	54,1	46,0	39,8	33,3
6	78,8	70,9	60,3	52,2	43,7
9	92,3	83,0	70,7	61,1	51,2
12	103,3	92,9	79,1	68,4	57,2
15	112,6	101,3	86,2	74,6	62,4
18	120,9	108,8	92,6	80,1	67,0

21	128,4	115,5	98,3	85,1	71,2
24	135,3	121,7	103,6	89,6	75,0

IV-5-3 Cas de la station de karma

Les résultats des pluies de courte durée sont reportés dans le tableau suivant:

TableauIV-29: Calcul la pluie de courte durée pour chaque intervalle du temps et de fréquence de la station karma.

$P_{\max j p \%}$ (mm)	107,89	97,46	83,54	72,78	61,57
fréquence (%)	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80
Temps (h)	$b = 0.40$				
1	30,3	27,3	23,4	20,4	17,3
3	47,0	42,4	36,4	31,7	26,8
6	62,0	56,0	48,0	41,8	35,4
9	72,9	65,8	56,4	49,2	41,6
12	81,8	73,9	63,3	55,2	46,7
15	89,4	80,8	69,2	60,3	51,0
18	96,2	86,9	74,5	64,9	54,9
21	102,3	92,4	79,2	69,0	58,4
24	107,9	97,5	83,5	72,8	61,6

IV-5-4 Cas de la station de Ain Makhlouf

Les résultats des pluies de courte durée sont reportés dans le tableau suivant:

TableauIV-30: Calcul la pluie de courte durée pour chaque intervalle du temps et de fréquence de la station Ain Makhlouf.

$P_{\max j p \%}$ (mm)	120,65	107,61	90,21	76,77	62,76
fréquence (%)	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80
Temps (h)	$b = 0.38$				
1	36,1	32,2	27,0	22,9	18,8
3	54,7	48,8	40,9	34,8	28,5
6	71,2	63,5	53,3	45,3	37,1
9	83,1	74,1	62,1	52,9	43,2
12	92,7	82,7	69,3	59,0	48,2
15	100,9	90,0	75,5	64,2	52,5
18	108,2	96,5	80,9	68,8	56,3
21	114,7	102,3	85,7	73,0	59,7

24	120,7	107,6	90,2	76,8	62,8
----	-------	-------	------	------	------

IV-5-5 Cas de la station de Guelma

Les résultats des pluies de courte durée sont reportés dans le tableau suivant:

TableauIV-31: Calcul la pluie de courte durée pour chaque intervalle du temps et de fréquence de la station Guelma.

$P_{\max j p \%}$ (mm)	109,81	99,25	85,16	74,27	62,92
fréquence (%)	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80
Temps (h)	$b = 0.39$				
1	31,8	28,7	24,7	21,5	18,2
3	48,8	44,1	37,8	33,0	28,0
6	63,9	57,8	49,6	43,3	36,6
9	74,9	67,7	58,1	50,7	42,9
12	83,8	75,7	65,0	56,7	48,0
15	91,4	82,6	70,9	61,8	52,4
18	98,2	88,7	76,1	66,4	56,2
21	104,2	94,2	80,8	70,5	59,7
24	109,8	99,3	85,2	74,3	62,9

IV-5-6 Cas de la station de Medjaz Amar

Les résultats des pluies de courte durée sont reportés dans le tableau suivant:

TableauIV-32: Calcul la pluie de courte durée pour chaque intervalle du temps et de fréquence de la station Medjaz Amar.

$P_{\max j p \%}$ (mm)	102,71	93,83	81,97	72,81	63,26
fréquence (%)	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80
Temps (h)	$b = 0.39$				
1	29,7	27,2	23,7	21,1	18,3
3	45,6	41,7	36,4	32,4	28,1
6	59,8	54,6	47,7	42,4	36,8
9	70,1	64,0	55,9	49,7	43,2
12	78,4	71,6	62,6	55,6	48,3
15	85,5	78,1	68,2	60,6	52,7
18	91,8	83,9	73,3	65,1	56,5
21	97,5	89,1	77,8	69,1	60,0

24	102,7	93,8	82,0	72,8	63,3
----	-------	------	------	------	------

IV-5-7 Cas de la station de Bouchagouf

Les résultats des pluies de courte durée sont reportés dans le tableau suivant:

TableauIV-33: Calcul la pluie de courte durée pour chaque intervalle du temps et de fréquence de la station Bouchagouf.

$P_{\max j p \%}$ (mm)	111,88	101,08	86,66	75,52	63,91
fréquence (%)	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80
Temps (h)	b = 0.39				
1	32,4	29,3	25,1	21,9	18,5
3	49,7	44,9	38,5	33,6	28,4
6	65,2	58,9	50,5	44,0	37,2
9	76,3	69,0	59,1	51,5	43,6
12	85,4	77,1	66,1	57,6	48,8
15	93,1	84,2	72,1	62,9	53,2
18	100,0	90,4	77,5	67,5	57,1
21	106,2	96,0	82,3	71,7	60,7
24	111,9	101,1	86,7	75,5	63,9

IV-5-8 Cas de la station de Machroha

Les résultats des pluies de courte durée sont reportés dans le tableau suivant:

TableauIV-34: Calcul la pluie de courte durée pour chaque intervalle du temps et de fréquence de la station Machroha.

$P_{\max j p \%}$ (mm)	87,69	80,50	70,90	63,90	55,75
fréquence (%)	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80
Temps (h)	b = 0.39				
1	25,4	23,3	20,5	18,5	16,1
3	39,0	35,8	31,5	28,4	24,8
6	51,1	46,9	41,3	37,2	32,5
9	59,8	54,9	48,4	43,6	38,0
12	66,9	61,4	54,1	48,8	42,5
15	73,0	67,0	59,0	53,2	46,4

18	78,4	72,0	63,4	57,1	49,8
21	83,2	76,4	67,3	60,7	52,9
24	87,7	80,5	70,9	63,9	55,8

IV-5-9 Cas de la station de Pont Bouchet

Les résultats des pluies de courte durée sont reportés dans le tableau suivant:

TableauIV-35: Calcul la pluie de courte durée pour chaque intervalle du temps et de fréquence de la station Pont Bouchet.

$P_{\max j p \%}$ (mm)	140,28	125,52	105,81	90,58	74,71
fréquence (%)	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80
Temps (h)	$b = 0.41$				
1	38,1	34,1	28,8	24,6	20,3
3	59,8	53,5	45,1	38,6	31,9
6	79,5	71,1	59,9	51,3	42,3
9	93,8	84,0	70,8	60,6	50,0
12	105,6	94,5	79,6	68,2	56,2
15	115,7	103,5	87,3	74,7	61,6
18	124,7	111,6	94,0	80,5	66,4
21	132,8	118,8	100,2	85,8	70,7
24	140,3	125,5	105,8	90,6	74,7

IV-5-10 Cas de la station de Bordj Sabath

Les résultats des pluies de courte durée sont reportés dans le tableau suivant:

TableauIV-36: Calcul la pluie de courte durée pour chaque intervalle du temps et de fréquence de la station Bordj Sabath.

$P_{\max j p \%}$ (mm)	112,31	100,99	85,88	74,21	62,04
fréquence (%)	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80
Temps (h)	$b = 0.39$				
1	32,5	29,2	24,9	21,5	18,0
3	49,9	44,9	38,2	33,0	27,6
6	65,4	58,8	50,0	43,2	36,1
9	76,6	68,9	58,6	50,6	42,3
12	85,7	77,1	65,5	56,6	47,3
15	93,5	84,1	71,5	61,8	51,6
18	100,4	90,3	76,8	66,3	55,5

21	106,6	95,9	81,5	70,4	58,9
24	112,3	101,0	85,9	74,2	62,0

IV-5-11 Cas de la station de Cheikh Rabah

Les résultats des pluies de courte durée sont reportés dans le tableau suivant:

TableauIV-37: Calcul la pluie de courte durée pour chaque intervalle du temps et de fréquence de la station Cheikh Rabah.

$P_{\max j p \%}$ (mm)	73,00	66,28	57,31	50,38	43,16
fréquence (%)	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80
Temps (h)	$b = 0.36$				
1	23,3	21,1	18,3	16,0	13,7
3	34,5	31,4	27,1	23,8	20,4
6	44,3	40,2	34,8	30,6	26,2
9	51,3	46,6	40,3	35,4	30,3
12	56,9	51,6	44,7	39,3	33,6
15	61,6	56,0	48,4	42,5	36,4
18	65,8	59,8	51,7	45,4	38,9
21	69,6	63,2	54,6	48,0	41,1
24	73,0	66,3	57,3	50,4	43,2

IV-5-12 Cas de la station de Ain Babouche

Les résultats des pluies de courte durée sont reportés dans le tableau suivant:

TableauIV-37: Calcul la pluie de courte durée pour chaque intervalle du temps et de fréquence de la station Ain Babouche.

$P_{\max j p \%}$ (mm)	93,21	84,87	73,75	65,16	56,20
fréquence (%)	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80
Temps (h)	$b = 0.35$				
1	30,6	27,9	24,2	21,4	18,5
3	45,0	41,0	35,6	31,5	27,1
6	57,4	52,2	45,4	40,1	34,6
9	66,1	60,2	52,3	46,2	39,9
12	73,1	66,6	57,9	51,1	44,1
15	79,1	72,0	62,6	55,3	47,7

18	84,3	76,7	66,7	58,9	50,8
21	89,0	81,0	70,4	62,2	53,6
24	93,2	84,9	73,8	65,2	56,2

IV-6 Principe de calcul des lames d'eau moyennes

La lame d'eau moyenne sur une surface est calculée en faisant la moyenne arithmétique des mesures de trois stations pluviométriques représentatives de cette surface, concrètement il s'agit de délimiter des surfaces pour lesquelles pour chaque pas de temps sera calculée une lame d'eau [30].

Chaque triplet de station est choisi de manière à constituer approximativement un triangle équilatéral. La représentativité de chacun des postes par rapport à la surface peut alors être considéré comme identique aux autres. Les triangles sont constitués de sorte que:

- La plus grand coté du triangle n'excède pas 1.5 fois le plus petit coté;
- Les surfaces des triangles ne doivent pas être plus grande pour respecter la représentativité de la moyenne arithmétique.

La surface d'un triangle constitué de trois postes, ce fait grâce au logiciel AUTOCAD sur la base de la (fig III-1).

En respectant les contraintes indiquées à l'estimation de la pluie moyenne, on aboutit à la constitution de dix sept(17) triplets représentatifs de surface allant de 297,2 à 1959,4 km².

TableauIV-38: liste des triplets de station constitués.

triplet	Station 1	Station 2	Station 3	Surface km ²
1	9	10	12	297.2
2	10	8	12	330.1
3	11	9	12	362.3
4	8	11	12	373.4
5	1	2	11	412.0
6	6	11	12	422.8
7	7	9	11	591.8
8	7	6	10	685.7
9	2	10	7	759.4
10	6	7	11	759.8

11	3	9	7	835.3
12	3	7	8	887.1
13	3	6	7	999.3
14	4	3	7	1316.1
15	1	4	12	1676.4
16	1	4	7	1774.6
17	5	1	7	1959.4

Pour chaque pas de temps est pour chaque période de retour on estime la pluie moyenne de chaque triplet.

IV-6-1 Cas du période de retour T = 100 ans

Le tableau ci- dessous représente les lames d'eaux moyennes de tous les surfaces de bassin versant.

TableauIV-39: lame d'eau moyenne pour chaque pas de temps et surface.

triplet	Surface km ²	P moy (mm)								
		t =1h	t =3h	t =6h	t =9h	t =12h	t =15h	t=18h	t =21h	t =24h
1	297.2	36	55,4	72,8	85,3	95,6	104,,3	112,1	119	125,5
2	330.1	34	52,3	68,7	80,5	90,2	984	105,7	112,3	118,4
3	362.3	33,5	51,6	67,8	79,5	89,1	97,2	104,5	111	117,0
4	373.4	31,5	48,5	63,7	74,7	83,7	91,3	98,1	104,2	109,9
5	412.0	33,5	51,1	66,8	78,2	87,2	95,3	102,3	108,5	114,3
6	422.8	34,1	52,8	69,5	81,7	91,6	100,1	107,6	114,4	120,7
7	591.8	31,2	48	63,1	74,0	82,9	90,5	97,3	103,4	109
8	685.7	34,2	53	69,8	82	91,9	100.4	108	114,8	121,1
9	759.4	33,6	51,3	67	78,4	87,6	95,8	102,5	108,8	114,6
10	759.8	31,8	49,2	64,8	76,2	85,4	93,4	100,4	106,7	112,6
11	835.3	30,5	47	61,7	72,4	81,1	88,6	95,2	101,1	106,6
12	887.1	28,5	43,9	57,6	67,6	75,7	82,6	88,8	94,3	99,4
13	999.3	31,1	48,1	63,5	74,6	83,6	91,4	98,3	104,5	110,2
14	1316.1	26,1	39,7	51,7	60,4	67,4	73,4	78,7	83,4	87,8
15	1676.4	29,4	44,7	58,3	68,1	76	82,7	88,7	94,1	99,1
16	1774.6	27,1	41,1	53,6	62,6	69,8	76	81,5	86,5	91
17	1959.4	29,5	44,6	58	67,5	75,2	81,9	87,7	92,9	97,7

IV-6-2 Cas du période de retour T = 50 ans

Le tableau ci- dessous représente les lames d'eaux moyennes de tous les surfaces de bassin versant.

TableauIV-40: lame d'eau moyenne pour chaque pas de temps et surface.

triplet	Surface km ²	P moy (mm)								
		t =1h	t =3h	t =6h	t =9h	t =12h	t =15h	t=18h	t =21h	t =24h
1	297.2	32.4	49.9	65.6	76.9	86.1	94	101	107.3	113.1
2	330.1	30.6	47.1	61.9	72.6	81.3	88.8	95.4	101.3	106.8
3	362.3	30.2	46.6	61.2	71.8	80.3	87.8	94.3	100.2	105.6
4	373.4	28.4	43.8	57.6	67.5	75.6	82.5	88.7	94.2	99.3

5	412.0	30	45,9	60	70,2	78,5	85,6	91,8	97,5	102,6
6	422.8	30,7	47,5	62,6	73,6	82,4	90,1	96,9	103	108,6
7	591.8	28.2	43.5	57.2	67.1	75.1	82	88.1	93.6	98.7
8	685.7	30.9	47.8	63.0.	74	82.9	90.6	97.5	103.6	109.2
9	759.4	30.2	46.2	60.4	70.7	79	86.1	92.4	98.1	103.3
10	759.8	28.7	44.5	58.6	68.9	77.2	84.4	90.8	96.5	101.8
11	835.3	27.7	42.7	56.1	65.8	73.7	80.5	86.5	91.9	96.9
12	887.1	25.9	40	52.5	61.6	69	75.3	80.9	86	90.6
13	999.3	28.2	43.7	57.5	67.6	75.8	82.9	89.2	94.8	99.9
14	1316.1	23.9	36.3	47.2	55.2	61.5	67	71.9	76.2	80.2
15	1676.4	26.5	40.4	52.6	61.5	68.6	74.8	80.2	85.0	89.5
16	1774.6	24.5	37.4	48.6	56.8	63.4	69	74	78.5	82.6
17	1959.4	26.8	40.6	52.6	61.3	68.4	74.4	79.7	84.4	88.8

IV-6-3 Cas du période de retour T = 20 ans

Le tableau ci- dessous représente les lames d'eaux moyennes de tous les surfaces de bassin versant.

TableauIV-4: lame d'eau moyenne pour chaque pas de temps et surface.

triplet	Surface km ²	P moy (mm)								
		t =1h	t =3h	t =6h	t =9h	t =12h	t =15h	t =18h	t =21h	t =24h
1	297.2	27.6	42.5	55.9	65.6	73.4	80.1	86.1	91.5	96.5
2	330.1	26.2	40.3	52.9	62.1	69.5	75.8	81.5	86.6	91.3
3	362.3	25.9	39.8	58.3	61.4	68.7	75.0	80.6	85.7	90.3
4	373.4	24.4	37.6	49.4	57.9	64.8	70.7	76	80.8	85.1
5	412.0	22.5	39	51	59.6	66.6	72.6	77.9	82.7	87.1
6	422.8	26.2	40,5	53,5	62,7	70,2	76,3	82,5	87,5	92,6
7	591.8	243	37.5	49.3	57.8	64.7	70.7	75.9	80.7	85.1
8	685.7	26.4	40.9	53.9	63.3	70.9	77.5	83.3	88.6	93.4
9	759.4	25.8	39.5	51.6	60.4	67.5	73.5	79	83.8	88.2
10	759.8	24.7	32.1	50.3	59.1	66.2	72.4	77.8	82.8	87.3
11	835.3	24	37	48.6	57.1	63.9	69.8	75	79.7	84
12	887.1	22.5	34.8	45.7	53.6	60	65.5	70.4	74.8	78.8
13	999.3	24.3	37.7	49.6	58.4	65.4	71.5	76.9	81.8	86.2
14	1316.1	20.8	31.7	41.3	48.2	53.8	58.5	62.8	66.6	70.1
15	1676.4	22.8	34,6	45,1	52,7	58,8	64,0	68,7	72,8	76,6
16	1774.6	21.2	32.3	42	49.1	54.8	59.6	64	67.8	71.4
17	1959.4	23.2	35.1	45.6	53.1	59.2	64.4	69	73.1	76.9

IV-6-4 Cas du période de retour T = 10 ans

Le tableau ci- dessous représente les lames d'eaux moyennes de tous les surfaces de bassin versant.

TableauIV-42: lame d'eau moyenne pour chaque pas de temps et surface.

triplet	Surface km ²	P moy (mm)								
		t =1h	t =3h	t =6h	t =9h	t =12h	t =15h	t =18h	t =21h	t =24h
1	297.2	23.9	36.9	48.5	56.8	63.6	69.5	74.7	79.3	83.6
2	330.1	22.7	35	46	53.9	60.4	65.9	70.8	75.3	79.3
3	362.3	22.5	34.6	45.5	53.4	59.7	65.2	70.1	74.5	78.5
4	373.4	21.3	32.8	43	50.5	56.5	61.7	66.3	70.4	74.2

5	412.0	22	33.6	43.9	51.4	57.4	62.6	67.2	71.3	75.1
6	422.8	22,7	35,1	46,2	54,3	60,8	66,5	71,5	76	80,7
7	591.8	21.3	32.9	43.2	50.7	56.8	62.0	66.6	70.8	74.6
8	685.7	23	35.6	46.9	55.1	61.8	67.5	72.6	77.2	81.4
9	759.4	22.4	34.3	44.9	52.5	58.7	64	68.7	72.9	76.8
10	759.8	21.5	33.3	43.9	51.6	57.9	63.2	68	72.3	76.3
11	835.3	21.2	32.7	42.9	50.4	56.4	61.6	66.2	70.3	74.1
12	887.1	20	30.8	40.5	47.5	53.2	58	62.4	66.3	69.8
13	999.3	21.4	33.1	43.6	51.3	57.5	62.8	67.6	71.9	75.8
14	1316.1	18.5	28.2	36.7	42.9	47.9	52.1	55.9	59.3	62.4
15	1676.4	19.8	30.1	39.3	45.8	51.2	55.7	59.7	63.4	66.7
16	1774.6	18.7	28.4	37	42.2	48.2	52.5	56.3	59.7	62.8
17	1959.4	20.5	31	40.2	46.8	52.2	56.8	60.8	64.4	67.8

IV-6-5 Cas du période de retour T = 5 ans

Le tableau ci- dessous représente les lames d'eaux moyennes de tous les surfaces de bassin versant.

TableauIV-43: lame d'eau moyenne pour chaque pas de temps et surface.

triplet	Surface km ²	P moy (mm)								
		t =1h	t =3h	t =6h	t =9h	t =12h	t =15h	t =18h	t =21h	t =24h
1	297.2	20.1	31	40.7	47.8	53.5	58.4	62.7	66.7	70.2
2	330.1	19.2	29.5	38.8	45.5	50.9	55.5	59.7	63.4	66.8
3	362.3	18.9	29.2	38.3	45.0	50.4	55	59.1	62.8	66.2
4	373.4	18	27.7	36.4	42.7	47.8	52.2	56.1	59.6	62.8
5	412.0	18.3	28	36.6	42.8	47.8	52.2	56.0	59.4	62.6
6	422.8	19	29.4	38.7	45.5	51	55.7	59.9	63.7	67.2
7	591.8	181	28	36.8	43.1	48.3	52.8	56.7	60.2	63.5
8	685.7	19.4	30	39.5	46.4	52	56.8	61.1	64.9	68.5
9	759.4	18.9	28.9	37.8	44.1	49.3	53.8	57.7	61.3	64.5
10	759.8	18.2	28.2	37.1	43.6	48.9	53.5	57.5	61.1	64.5
11	835.3	18.2	28.1	36.8	43.2	48.4	52.9	56.8	60.3	63.6
12	887.1	17.2	26.6	34.9	40.9	45.8	50	53.7	57.1	60.2
13	999.3	18.2	28.3	37.2	43.7	49	53.6	57.6	61.2	64.6
14	1316.1	16	24.4	31.8	37.2	41.5	45.2	48.4	51.3	54.1
15	1676.4	16.7	25.5	33.2	38.7	43.2	47.1	50.5	53.6	56.4
16	1774.6	15.9	24.3	31.6	36.9	41.1	44.8	48.1	51	53.7
17	1959.4	17.5	26.5	34.4	40.1	44.6	48.6	52	55.1	58.0

IV-7 Estimation des coefficients d'abattements probabilistes de la Seybouse

En vue d'une analyse plus fine des séries des stations on aboutit à la station de Héliopolise qui donne des hauteurs de précipitations maximums sur la surface donnée, ici les valeurs de coefficients d'abattement sont calculées pour chaque pas de temps et pour chaque période de retour.

IV-7-1 Cas du période de retour T = 100 ans

Les valeurs de coefficients d'abattements sont reportées dans le tableau suivant:

TableauIV-44: valeurs de coefficient d'abattement k (T, t, s) pour des pas de temps "t" en heure.

Surface km ²	k								
	t =1h	t =3h	t =6h	t =9h	t =12h	t =15h	t =18h	t =21h	t =24h
297,2	0,9175	0,9212	0,9234	0,9245	0,9255	0,9263	0,9269	0,9276	0,9278
330,1	0,8673	0,8702	0,8718	0,8722	0,8732	0,8739	0,8743	0,8746	0,8751
362,3	0,8546	0,8586	0,8604	0,8617	0,8625	0,8635	0,8644	0,8647	0,8650
373,4	0,8036	0,8070	0,8084	0,8093	0,8103	0,8108	0,8114	0,8115	0,8123
412,0	0,8537	0,8508	0,8481	0,8472	0,8461	0,8461	0,8459	0,8450	0,8445
422,8	0,8699	0,8780	0,8824	0,8848	0,8867	0,8887	0,8903	0,8910	0,8918
591,8	0,7951	0,7992	0,8002	0,8021	0,8028	0,8040	0,8048	0,8050	0,8054
685,7	0,8733	0,8813	0,8858	0,8880	0,8900	0,8919	0,8933	0,8941	0,8950
759,4	0,8563	0,8530	0,8507	0,8494	0,8483	0,8481	0,8478	0,8471	0,8468
759,8	0,8104	0,8186	0,8228	0,8252	0,8270	0,8292	0,8307	0,8631	0,8322
835,3	0,7781	0,7820	0,7830	0,7844	0,7851	0,7869	0,7874	0,7874	0,7879
887,1	0,7270	0,7304	0,7310	0,7324	0,7328	0,7336	0,7345	0,7344	0,7347
999,3	0,7934	0,8003	0,8058	0,8082	0,8093	0,8117	0,8131	0,8139	0,8145
1316,1	0,6658	0,6606	0,6561	0,6544	0,6525	0,6519	0,6510	0,6495	0,6489
1676,4	0,7500	0,7438	0,7398	0,7375	0,7357	0,7348	0,7339	0,7331	0,7322
1774,6	0,6905	0,6844	0,6802	0,6779	0,6760	0,6753	0,6744	0,6734	0,6726
1959,4	0,7526	0,7427	0,7356	0,7313	0,7283	0,7271	0,7254	0,7238	0,7223

V-7-2 Cas du période de retour T = 50ans

Les valeurs de coefficients d'abattements sont reportées dans le tableau suivant:

TableauIV-45: valeurs de coefficient d'abattement k (T, t, s) pour des pas de temps "t" en heure.

Surface km ²	k								
	t =1h	t =3h	t =6h	t =9h	t =12h	t =15h	t =18h	t =21h	t =24h
297,2	0,9195	0,9224	0,9248	0,9261	0,9261	0,9264	0,9279	0,9287	0,9291
330,1	0,8693	0,8706	0,8731	0,8747	0,8751	0,8766	0,8768	0,8771	0,8776
362,3	0,8580	0,8608	0,8632	0,8647	0,8647	0,8664	0,8664	0,8672	0,8677
373,4	0,8068	0,8096	0,8124	0,8133	0,8138	0,8144	0,8153	0,8156	0,8159
412,0	0,8532	0,8490	0,8467	0,8462	0,8450	0,8447	0,8441	0,8439	0,8433
422,8	0,8722	0,8780	0,8829	0,8863	0,8873	0,8894	0,8906	0,8918	0,8926
591,8	0,8011	0,8047	0,8068	0,8080	0,8084	0,8098	0,8100	0,8107	0,8113
685,7	0,8769	0,8835	0,8881	0,8912	0,8927	0,8944	0,8958	0,8967	0,8976
759,4	0,8598	0,8546	0,8524	0,8514	0,8504	0,8500	0,8496	0,8491	0,8485
759,8	0,8153	0,8219	0,8265	0,8297	0,8310	0,8328	0,8343	0,8352	0,8362
835,3	0,7869	0,7893	0,7913	0,7928	0,7933	0,7947	0,7950	0,7957	0,7962
887,1	0,7358	0,7394	0,7405	0,7422	0,7427	0,7433	0,7436	0,7446	0,7445
999,3	0,8011	0,8078	0,8110	0,8144	0,8159	0,8184	0,8198	0,8208	0,8209
1316,1	0,6790	0,6710	0,6657	0,6651	0,6620	0,6614	0,6608	0,6597	0,6590
1676,4	0,7538	0,7468	0,7424	0,7410	0,7384	0,7381	0,7368	0,7362	0,7351
1774,6	0,6970	0,6907	0,6859	0,6843	0,6821	0,6815	0,6805	0,6797	0,6787
1959,4	0,7614	0,7498	0,7424	0,7390	0,7359	0,7341	0,7322	0,7310	0,7297

IV-7-3 Cas du période de retour T = 20ans

Les valeurs de coefficients d'abattements sont reportées dans le tableau suivant:

TableauIV-46: valeurs de coefficient d'abattement k (T, t, s) pour des pas de temps "t" en heure.

Surface km ²	k								
	t=1h	t=3h	t=6h	t=9h	t=12h	t=15h	t=18h	t=21h	t=24h
297,2	0,9211	0,9246	0,9230	0,9274	0,9284	0,9296	0,9302	0,9308	0,9311
330,1	0,8733	0,8761	0,8773	0,8784	0,8786	0,8794	0,8801	0,8810	0,8813
362,3	0,8622	0,8652	0,8679	0,8680	0,8689	0,8705	0,8708	0,8715	0,8719
373,4	0,8133	0,8174	0,8192	0,8190	0,8192	0,8202	0,8207	0,8220	0,8214
412,0	0,8511	0,8471	0,8452	0,8430	0,8420	0,8426	0,8416	0,8410	0,8407
422,8	0,8733	0,8797	0,8845	0,8864	0,8879	0,8906	0,8913	0,8928	0,8935
591,8	0,8111	0,8145	0,8170	0,8175	0,8184	0,8198	0,8200	0,8206	0,8211
685,7	0,8811	0,8884	0,8928	0,8953	0,8968	0,8991	0,8999	0,9013	0,9019
759,4	0,8611	0,8580	0,8563	0,8543	0,8534	0,8534	0,8528	0,8522	0,8517
759,8	0,8222	0,8290	0,8336	0,8359	0,8373	0,8399	0,8405	0,8420	0,8427
835,3	0,8000	0,8043	0,8060	0,8076	0,8078	0,8097	0,8099	0,8108	0,8108
887,1	0,7500	0,7565	0,7579	0,7581	0,7585	0,7599	0,7603	0,7609	0,7606
999,3	0,8100	0,8196	0,8226	0,8260	0,8268	0,8295	0,8303	0,8325	0,8320
1316,1	0,6933	0,6811	0,6849	0,6818	0,6802	0,6787	0,6782	0,6775	0,6766
1676,4	0,7589	0,7522	0,7479	0,7449	0,7429	0,7425	0,7415	0,7406	0,7397
1774,6	0,7078	0,7014	0,6971	0,6945	0,6924	0,6918	0,6908	0,6897	0,6889
1959,4	0,7733	0,7630	0,7557	0,7511	0,7480	0,7467	0,7448	0,7433	0,7420

IV-7-4 Cas du période de retour T = 10ans

Les valeurs de coefficients d'abattements sont reportées dans le tableau suivant:

TableauIV-47: valeurs de coefficient d'abattement k (T, t, s) pour des pas de temps "t" en heure.

Surface km ²	k								
	t=1h	t=3h	t=6h	t=9h	t=12h	t=15h	t=18h	t=21h	t=24h
297,2	0,9241	0,9271	0,9285	0,9302	0,9303	0,9316	0,9322	0,9322	0,9330
330,1	0,8764	0,8794	0,8812	0,8822	0,8830	0,8834	0,8839	0,8848	0,8850
362,3	0,8664	0,8702	0,8716	0,8734	0,8733	0,8744	0,8752	0,8750	0,8761
373,4	0,8224	0,8241	0,8238	0,8265	0,8260	0,8271	0,8277	0,8273	0,8281
412,0	0,8481	0,8442	0,8416	0,8412	0,8397	0,8391	0,8385	0,8378	0,8382
422,8	0,8752	0,8811	0,8851	0,8882	0,8894	0,8910	0,8922	0,8931	0,8943
591,8	0,8237	0,8266	0,8282	0,8303	0,8304	0,8311	0,8319	0,8320	0,8330
685,7	0,8880	0,8945	0,8985	0,9018	0,9035	0,9048	0,9060	0,9072	0,9081
759,4	0,8649	0,8618	0,8602	0,8592	0,8582	0,8579	0,8577	0,8566	0,8571
759,8	0,8314	0,8375	0,8416	0,8451	0,8465	0,8476	0,8489	0,8500	0,8512
835,3	0,8185	0,8216	0,8218	0,8249	0,8246	0,8257	0,8265	0,8261	0,8270
887,1	0,7722	0,7739	0,7759	0,7774	0,7778	0,7775	0,7790	0,7791	0,7790
999,3	0,8263	0,8317	0,8352	0,8396	0,8406	0,8418	0,8439	0,8449	0,8460
1316,1	0,7143	0,7085	0,7031	0,7021	0,7003	0,6984	0,6979	0,6968	0,6964
1676,4	0,7645	0,7571	0,7522	0,7501	0,7481	0,7471	0,7457	0,7446	0,7444
1774,6	0,7207	0,7136	0,7088	0,7070	0,7052	0,7038	0,7025	0,7015	0,7013
1959,4	0,7902	0,7781	0,7693	0,7660	0,7627	0,7609	0,7586	0,7571	0,7563

IV-7-5 Cas du période de retour T = 5 ans

Les valeurs de coefficients d'abattements sont reportées dans le tableau suivant:

TableauIV-48: valeurs de coefficient d'abattement k (T, t, s) pour des pas de temps "t" en heure.

Surface km ²	k								
	t =1h	t =3h	t =6h	t =9h	t =12h	t =15h	t =18h	t =21h	t =24h
297,2	0,9263	0,9309	0,9314	0,9329	0,9347	0,9354	0,9358	0,9363	0,9364
330,1	0,8848	0,8859	0,8879	0,8887	0,8899	0,8894	0,8910	0,8904	0,8907
362,3	0,8725	0,8779	0,8772	0,8789	0,8811	0,8819	0,8821	0,8825	0,8827
373,4	0,8295	0,8318	0,8330	0,8340	0,8357	0,8365	0,8373	0,8371	0,8373
412,0	0,8449	0,8418	0,8375	0,8359	0,8362	0,8360	0,8358	0,8347	0,8342
422,8	0,8756	0,8839	0,8856	0,8887	0,8916	0,8932	0,8940	0,8947	0,8956
591,8	0,8356	0,8418	0,8413	0,8424	0,8444	0,8456	0,8458	0,8460	0,8467
685,7	0,8925	0,9009	0,9039	0,9063	0,9085	0,9103	0,9141	0,9120	0,9133
759,4	0,8694	0,8669	0,8642	0,8620	0,8619	0,8616	0,8612	0,8605	0,8604
759,8	0,8387	0,8478	0,8497	0,8522	0,8549	0,8568	0,8577	0,8581	0,8596
835,3	0,8387	0,8438	0,8421	0,8438	0,8462	0,8478	0,8478	0,8469	0,8480
887,1	0,7926	0,7988	0,7986	0,7988	0,8007	0,8013	0,8015	0,8020	0,8027
999,3	0,8387	0,8498	0,8513	0,8535	0,8566	0,8590	0,8597	0,8596	0,8613
1316,1	0,7373	0,7327	0,7277	0,7266	0,7255	0,7244	0,7224	0,7205	0,7213
1676,4	0,7711	0,7648	0,7590	0,7565	0,7558	0,7543	0,7537	0,7523	0,7516
1774,6	0,7343	0,7283	0,7231	0,7201	0,7191	0,7179	0,7174	0,7158	0,7156
1959,4	0,8080	0,7958	0,7872	0,7826	0,7803	0,7783	0,7766	0,7743	0,7733

Remarques importantes:

Le visionnement approfondie sur notre résultats ça ne permet de retirez les remarques suivants:

Tous les coefficients d'abattements obtenus dans les tableaux cités ci- dessus sont inférieurs à un, est leurs valeurs sont limitées inférieurement et supérieurement entre 0,6489 et 0,9364.

Les cinq tableaux précédents, présentent des résultats expérimentaux d'une étude d'estimation du coefficient d'abattement probabiliste des pluies maximales journalières du bassin versant de la Seybouse, pour des surfaces et des pas de temps croissant pour chaque période de retour, mais le problème majeur qui présente ici c'est la fluctuation des résultats qui, n'ayant pas une forme régulière malgré que les surfaces et les pas du temps sont en ordre croissant pour chaque période de retour.

Il nous semble cependant important de faire une petite comparaison entre les résultats des coefficients d'abattements de la Seybouse et aux résultats de l'étude des auteurs (DESBORDE 1986, ROUX 1996 sur la région méditerranéenne)[5] dont ces deux conclusions fait l'accent sur la non- exponentialité des intensités moyennes maximales des pluies de la méditerranéenne.

Les résultats obtenus s'avèrent approximativement l'hypothèse des auteurs cités ci-dessus (DESBORDE 1986, puis ROUX 1996) dans le cas où les intensités moyennes maximales ne sont pas exponentielles, il est fort probable que le coefficient d'abattement dépend de la période de retour.

Dans ce contexte est pour rendre nos résultats discutables on essaie de reformuler les tableaux précédents sous la forme suivante cette fois on prend les pas de temps comme des variables et non pas les temps de retour:

TableauxIV-49: valeurs de coefficient d'abattement estimés à partir des données pluviométriques du bassin versant de la Seybouse (durées de cumul de 1h à 24h pour des période de retour variable)

t = 1h

s (km ²)	100 ans	50 ans	20 ans	10 ans	5 ans
297,2	0,9175	0,9195	0,9211	0,9241	0,9263
330,1	0,8673	0,8693	0,8733	0,8764	0,8848
362,3	0,8546	0,858	0,8622	0,8664	0,8725
373,4	0,8036	0,8068	0,8133	0,8224	0,8295
412	0,8537	0,8532	0,8511	0,8481	0,8449
422,8	0,8699	0,8722	0,8733	0,8752	0,8756
591,8	0,7951	0,8011	0,8111	0,8237	0,8356
685,7	0,8733	0,8769	0,8811	0,888	0,8925
759,4	0,8563	0,8598	0,8611	0,8649	0,8694
759,8	0,8104	0,8153	0,8222	0,8314	0,8387
835,3	0,7781	0,7869	0,800	0,8185	0,8387
887,1	0,727	0,7358	0,7500	0,7722	0,7926
999,3	0,7934	0,8011	0,810	0,8263	0,8387
1316,1	0,6658	0,679	0,6933	0,7143	0,7373
1676,4	0,75	0,7538	0,7589	0,7645	0,7711
1774,6	0,6905	0,697	0,7078	0,7207	0,7343
1959,4	0,7526	0,7614	0,7733	0,7902	0,808

t = 3h

s (km ²)	100 ans	50 ans	20 ans	10 ans	5 ans
297,2	0,9212	0,9224	0,9246	0,9271	0,9309
330,1	0,8702	0,8706	0,8761	0,8794	0,8859
362,3	0,8586	0,8608	0,8652	0,8702	0,8779
373,4	0,807	0,8096	0,8174	0,8241	0,8318
412	0,8508	0,849	0,8471	0,8442	0,8418
422,8	0,878	0,878	0,8797	0,8811	0,8839
591,8	0,7992	0,8047	0,8145	0,8266	0,8418
685,7	0,8813	0,8835	0,8884	0,8945	0,9009
759,4	0,853	0,8546	0,858	0,8618	0,8669

759,8	0,8186	0,8219	0,829	0,8375	0,8478
835,3	0,782	0,7893	0,8043	0,8216	0,8438
887,1	0,7304	0,7394	0,7565	0,7739	0,7988
999,3	0,8003	0,8078	0,8196	0,8317	0,8498
1316,1	0,6606	0,671	0,6811	0,7085	0,7327
1676,4	0,7438	0,7468	0,7522	0,7571	0,7648
1774,6	0,6844	0,6907	0,7014	0,7136	0,7283
1959,4	0,7427	0,7498	0,763	0,7781	0,7958

t = 6h

s (km2)	100ans	50 ans	20 ans	10 ans	5 ans
297,2	0,9234	0,9248	0,923	0,9285	0,9314
330,1	0,8718	0,8731	0,8773	0,8812	0,8879
362,3	0,8604	0,8632	0,8679	0,8716	0,8772
373,4	0,8084	0,8124	0,8192	0,8238	0,833
412	0,8481	0,8467	0,8452	0,8416	0,8375
422,8	0,8824	0,8829	0,8845	0,8851	0,8856
591,8	0,8002	0,8068	0,817	0,8282	0,8413
685,7	0,8858	0,8881	0,8928	0,8985	0,9039
759,4	0,8507	0,8524	0,8563	0,8602	0,8642
759,8	0,8228	0,8265	0,8336	0,8416	0,8497
835,3	0,783	0,7913	0,806	0,8218	0,8421
887,1	0,731	0,7405	0,7579	0,7759	0,7986
999,3	0,8058	0,811	0,8226	0,8352	0,8513
1316,1	0,6561	0,6657	0,6849	0,7031	0,7277
1676,4	0,7398	0,7424	0,7479	0,7522	0,759
1774,6	0,6802	0,6859	0,6971	0,7088	0,7231
1959,4	0,7356	0,7424	0,7557	0,7693	0,7872

t = 9h

s (km2)	100 ans	50 ans	20 ans	10 ans	5 ans
297,2	0,9245	0,9261	0,9274	0,9302	0,9329
330,1	0,8722	0,8747	0,8784	0,8822	0,8887
362,3	0,8617	0,8647	0,868	0,8734	0,8789
373,4	0,8093	0,8133	0,819	0,8265	0,834
412	0,8472	0,8462	0,843	0,8412	0,8359
422,8	0,8848	0,8863	0,8864	0,8882	0,8887
591,8	0,8021	0,808	0,8175	0,8303	0,8424
685,7	0,888	0,8912	0,8953	0,9018	0,9063
759,4	0,8494	0,8514	0,8543	0,8592	0,862
759,8	0,8252	0,8297	0,8359	0,8451	0,8522
835,3	0,7844	0,7928	0,8076	0,8249	0,8438
887,1	0,7324	0,7422	0,7581	0,7774	0,7988
999,3	0,8082	0,8144	0,826	0,8396	0,8535

1316,1	0,6544	0,6651	0,6818	0,7021	0,7266
1676,4	0,7375	0,741	0,7449	0,7501	0,7565
1774,6	0,6779	0,6843	0,6945	0,707	0,7201
1959,4	0,7313	0,739	0,7511	0,766	0,7826

t = 12h

s (km2)	100 ans	50 ans	20 ans	10 ans	5 ans
297,2	0,9255	0,9261	0,9284	0,9303	0,9347
330,1	0,8732	0,8751	0,8786	0,883	0,8899
362,3	0,8625	0,8647	0,8689	0,8733	0,8811
373,4	0,8103	0,8138	0,8192	0,826	0,8357
412	0,8461	0,845	0,842	0,8397	0,8362
422,8	0,8867	0,8873	0,8879	0,8894	0,8916
591,8	0,8028	0,8084	0,8184	0,8304	0,8444
685,7	0,89	0,8927	0,8968	0,9035	0,9085
759,4	0,8483	0,8504	0,8534	0,8582	0,8619
759,8	0,827	0,831	0,8373	0,8465	0,8549
835,3	0,7851	0,7933	0,8078	0,8246	0,8462
887,1	0,7328	0,7427	0,7585	0,7778	0,8007
999,3	0,8093	0,8159	0,8268	0,8406	0,8566
1316,1	0,6525	0,662	0,6802	0,7003	0,7255
1676,4	0,7357	0,7384	0,7429	0,7481	0,7558
1774,6	0,676	0,6821	0,6924	0,7052	0,7191
1959,4	0,7283	0,7359	0,748	0,7627	0,7803

t = 15h

s (km2)	100 ans	50 ans	20 ans	10 ans	5 ans
297,2	0,9263	0,9264	0,9296	0,9316	0,9354
330,1	0,8739	0,8766	0,8794	0,8834	0,8894
362,3	0,8635	0,8664	0,8705	0,8744	0,8819
373,4	0,8108	0,8144	0,8202	0,8271	0,8365
412	0,8461	0,8447	0,8426	0,8391	0,836
422,8	0,8887	0,8894	0,8906	0,891	0,8932
500,6	0,9088	0,9062	0,9018	0,8963	0,8897
658,3	0,7513	0,7621	0,7703	0,7828	0,7997
759,4	0,8481	0,85	0,8534	0,8579	0,8616
759,8	0,8292	0,8328	0,8399	0,8476	0,8568
835,3	0,7869	0,7947	0,8097	0,8257	0,8478
887,1	0,7336	0,7433	0,7599	0,7775	0,8013
999,3	0,8117	0,8184	0,8295	0,8418	0,859
1316,1	0,6519	0,6614	0,6787	0,6984	0,7244
1676,4	0,7348	0,7381	0,7425	0,7471	0,7543
1774,6	0,6753	0,6815	0,6918	0,7038	0,7179
1959,4	0,7271	0,7341	0,7467	0,7609	0,7783

t = 18h

s (km2)	100 ans	50 ans	20 ans	10 ans	5 ans
---------	---------	--------	--------	--------	-------

297,2	0,9269	0,9279	0,9302	0,9322	0,9358
330,1	0,8743	0,8768	0,8801	0,8839	0,891
362,3	0,8644	0,8664	0,8708	0,8752	0,8821
373,4	0,8114	0,8153	0,8207	0,8277	0,8373
412	0,8459	0,8441	0,8416	0,8385	0,8358
422,8	0,8903	0,8906	0,8913	0,8922	0,894
591,8	0,8048	0,81	0,82	0,8319	0,8458
658,3	0,7519	0,7638	0,77	0,784	0,8
685,7	0,8933	0,8958	0,8999	0,906	0,9141
759,4	0,8478	0,8496	0,8528	0,8577	0,8612
759,8	0,8307	0,8343	0,8405	0,8489	0,8577
835,3	0,7874	0,795	0,8099	0,8265	0,8478
887,1	0,7345	0,7436	0,7603	0,779	0,8015
999,3	0,8131	0,8198	0,8303	0,8439	0,8597
1316,1	0,651	0,6608	0,6782	0,6979	0,7224
1676,4	0,7339	0,7368	0,7415	0,7457	0,7537
1774,6	0,6744	0,6805	0,6908	0,7025	0,7174
1959,4	0,7254	0,7322	0,7448	0,7586	0,7766

t = 21h

s (km2)	100 ans	50 ans	20 ans	10 ans	5 ans
297,2	0,9276	0,9287	0,9308	0,9322	0,9363
330,1	0,8746	0,8771	0,881	0,8848	0,8904
362,3	0,8647	0,8672	0,8715	0,875	0,8825
373,4	0,8115	0,8156	0,822	0,8273	0,8371
412	0,845	0,8439	0,841	0,8378	0,8347
422,8	0,891	0,8918	0,8928	0,8931	0,8947
591,8	0,805	0,8107	0,8206	0,832	0,846
685,7	0,8941	0,8967	0,9013	0,9072	0,912
759,4	0,8471	0,8491	0,8522	0,8566	0,8605
759,8	0,8631	0,8352	0,842	0,85	0,8581
835,3	0,7874	0,7957	0,8108	0,8261	0,8469
887,1	0,7344	0,7446	0,7609	0,7791	0,802
999,3	0,8139	0,8208	0,8325	0,8449	0,8596
1316,1	0,6495	0,6597	0,6775	0,6968	0,7205
1676,4	0,7331	0,7362	0,7406	0,7446	0,7523
1774,6	0,6734	0,6797	0,6897	0,7015	0,7158
1959,4	0,7238	0,731	0,7433	0,7571	0,7743

t = 24h

s (km2)	100 ans	50 ans	20 ans	10 ans	5 ans
297,2	0,9278	0,9291	0,9311	0,933	0,9364
330,1	0,8751	0,8776	0,8813	0,885	0,8907
362,3	0,865	0,8677	0,8719	0,8761	0,8827
373,4	0,8123	0,8159	0,8214	0,8281	0,8373
412	0,8445	0,8433	0,8407	0,8382	0,8342

422,8	0,8918	0,8926	0,8935	0,8943	0,8956
591,8	0,8054	0,8113	0,8211	0,833	0,8467
685,7	0,895	0,8976	0,9019	0,9081	0,9133
759,4	0,8468	0,8485	0,8517	0,8571	0,8604
759,8	0,8322	0,8362	0,8427	0,8512	0,8596
835,3	0,7879	0,7962	0,8108	0,827	0,848
887,1	0,7347	0,7445	0,7606	0,779	0,8027
999,3	0,8145	0,8209	0,832	0,846	0,8613
1316,1	0,6489	0,659	0,6766	0,6964	0,7213
1676,4	0,7322	0,7351	0,7397	0,7444	0,7516
1774,6	0,6726	0,6787	0,6889	0,7013	0,7156
1959,4	0,7223	0,7297	0,742	0,7563	0,7733

IV-8 Contribution à la formulation d'une estimation du coefficient d'abattement probabiliste des pluies de la Seybouse

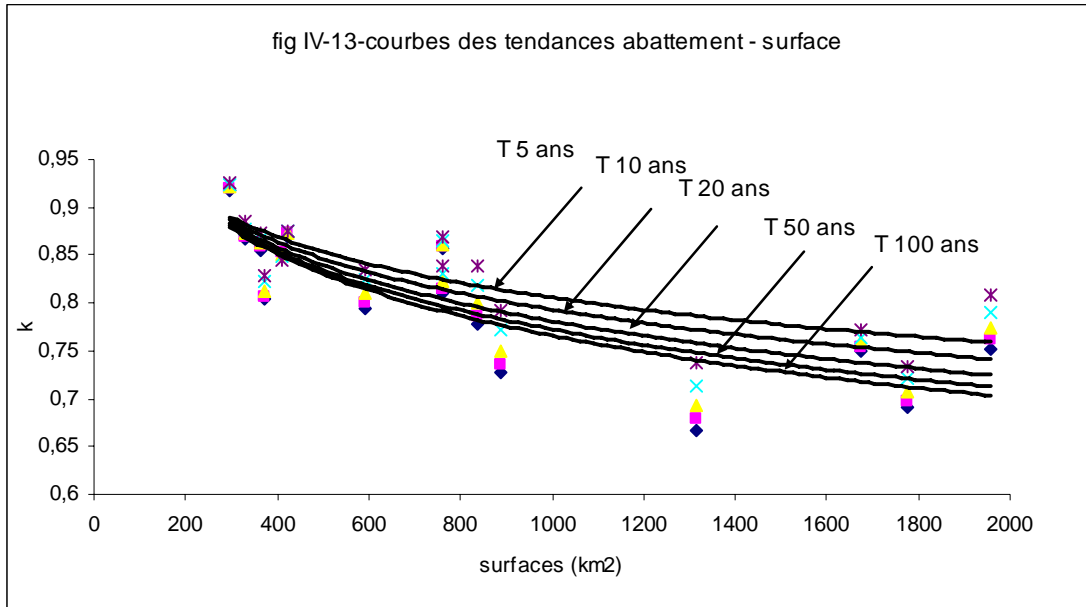
A/ Base théorique

Un seul moyen pour généraliser les résultats du bassin versant de la Seybouse bien sure que sur la base de l'exploitation les résultats de l'étude théorique, est de faire la corrélation entres ces variables, La bonne corrélation indique la bonne degré de dépendance.

B/ Application aux résultats de la Seybouse

Il s'agit de faire la corrélation entre le coefficient d'abattement et des surfaces pour chaque pas du temps et période de retours les résultats sont reportées ci-dessous:

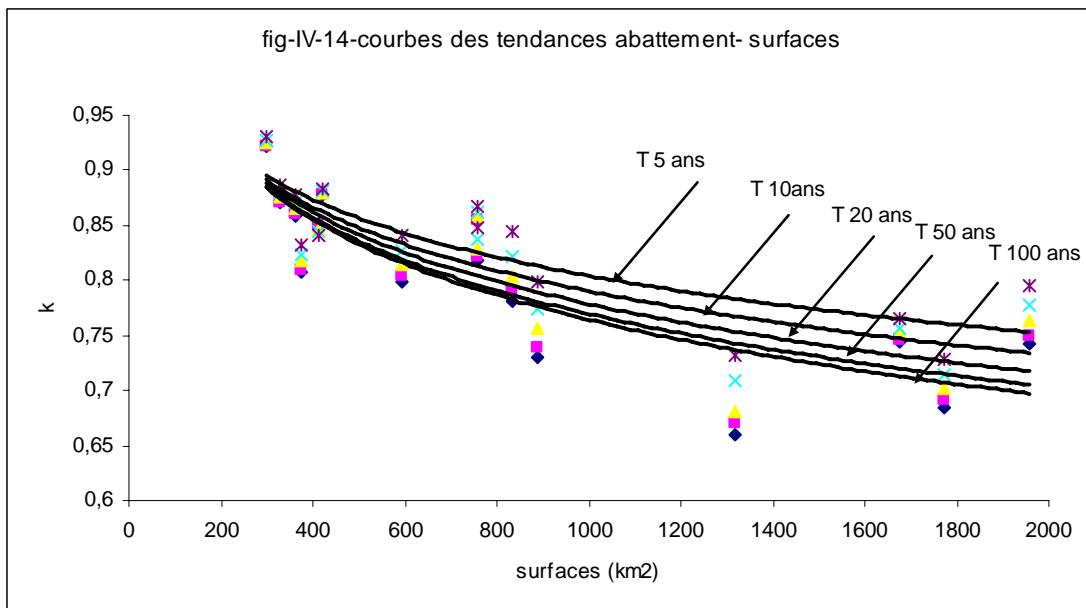
t = 1h



Les équations de la courbe de tendance avec les coefficients de corrélations sont :

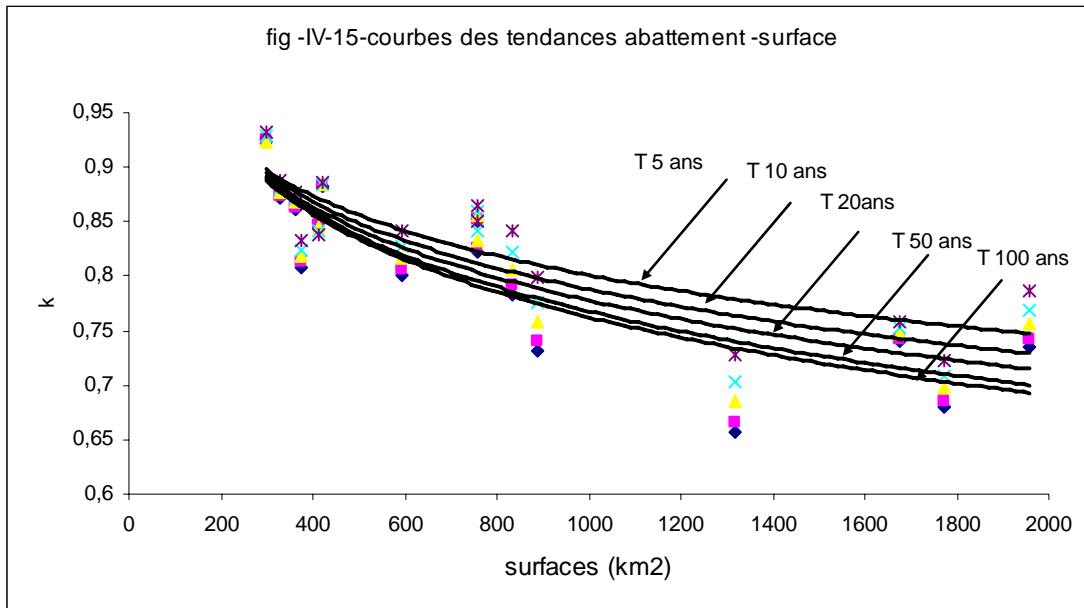
- Pour T = 5 ans : $k = -0,0694 \ln(S) + 1,2853$ $r = 0,82$
- Pour T = 10 ans : $k = -0,0769 \ln(S) + 1,3246$ $r = 0,83$
- Pour T = 20 ans : $k = -0,0842 \ln(S) + 1,3629$ $r = 0,83$
- Pour T = 50 ans : $k = -0,0893 \ln(S) + 1,3896$ $r = 0,83$
- Pour T = 100 ans : $k = -0,0931 \ln(S) + 1,409$ $r = 0,83$

t = 3h



Les équations de la courbe de tendance avec les coefficients de corrélations sont :

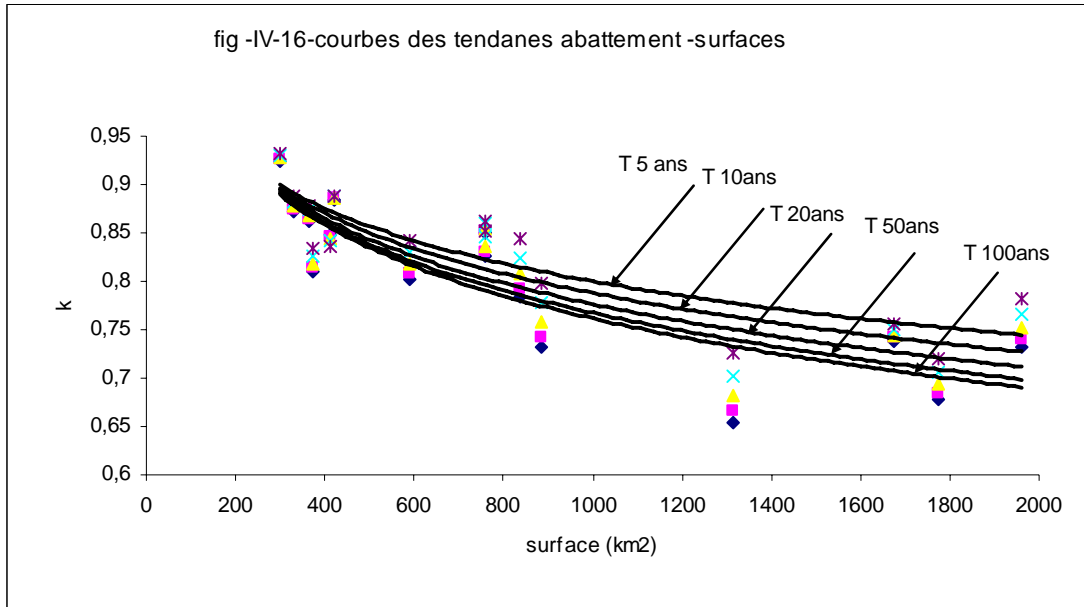
Pour T =5 ans	:	$k = -0,0757 \ln(S) + 1,3274$	$r = 0,84$
Pour T =10 ans	:	$k = -0,0834 \ln(S) + 1,3661$	$r = 0,85$
Pour T =20 ans	:	$k = -0,0908 \ln(S) + 1,406$	$r = 0,85$
Pour T = 50 ans	:	$k = -0,0955 \ln(S) + 1,429$	$r = 0,85$
Pour T = 100 ans	:	$k = -0,0992 \ln(S) + 1,4496$	$r = 0,85$

t = 6h

Les équations de la courbe de tendance avec les coefficients de corrélations sont :

Pour T = 5 ans	:	$k = -0,0797 \ln(S) + 1,3513$	$r = 0,85$
Pour T = 10 ans	:	$k = -0,0876 \ln(S) + 1,3929$	$r = 0,86$
Pour T =20 ans	:	$k = -0,0936 \ln(S) + 1,4243$	$r = 0,86$
Pour T =50 ans	:	$k = -0,1001 \ln(S) + 1,4593$	$r = 0,85$
Pour T =100 ans	:	$k = -0,1032 \ln(S) + 1,475$	$r = 0,86$

t = 9h



Les équations de la courbe de tendance avec les coefficients de corrélations sont :

Pour $T = 5$ ans : $k = -0,0821 \ln(S) + 1,3675$ $r = 0,86$

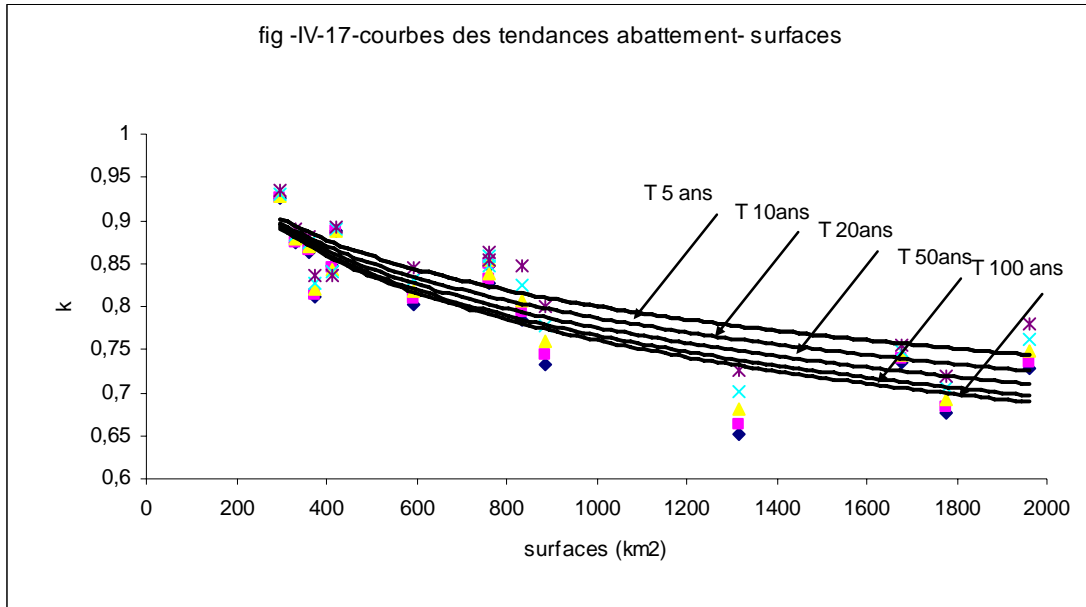
Pour $T = 10$ ans : $k = -0,0898 \ln(S) + 1,4083$ $r = 0,87$

Pour $T = 20$ ans : $k = -0,0963 \ln(S) + 1,4416$ $r = 0,87$

Pour $T = 50$ ans : $k = -0,102 \ln(S) + 1,4724$ $r = 0,86$

Pour $T = 100$ ans : $k = -0,1053 \ln(S) + 1,4892$ $r = 0,86$

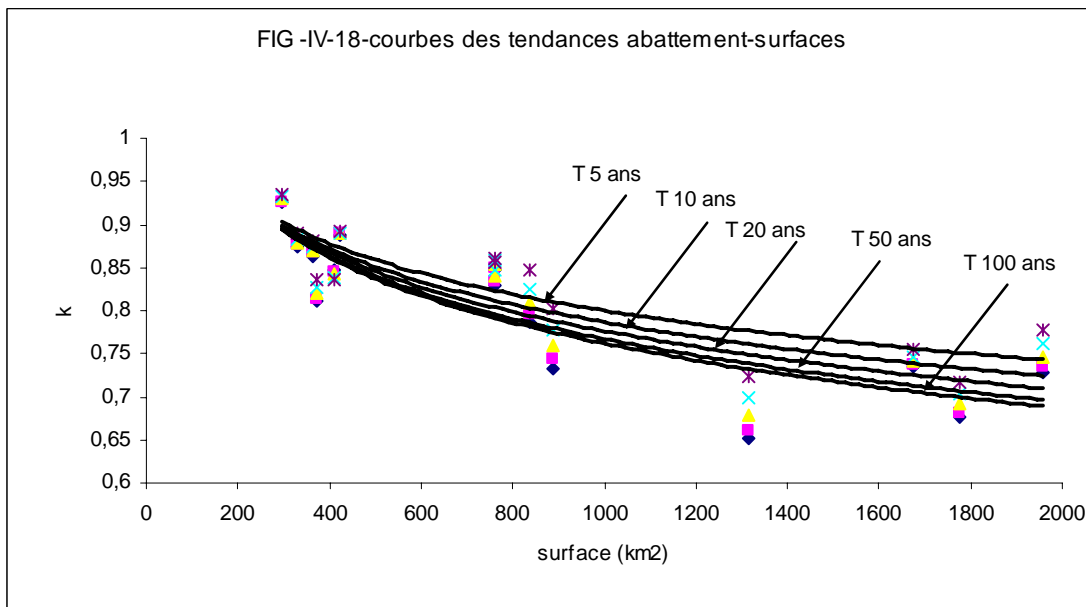
t = 12h



Les équations de la courbe de tendance avec les coefficients de corrélations sont :

- Pour T = 5 ans : $k = -0,0839 \ln(S) + 1,38$ $r = 0,86$
- Pour T = 10 ans : $k = -0,0912 \ln(S) + 1,4167$ $r = 0,87$
- Pour T = 20 ans : $k = -0,098 \ln(S) + 1,4523$ $r = 0,87$
- Pour T = 50 ans : $k = -0,1037 \ln(S) + 1,4827$ $r = 0,87$
- Pour T = 100 ans : $k = -0,1071 \ln(S) + 1,5009$ $r = 0,87$

t = 15h



Les équations de la courbe de tendance avec les coefficients de corrélations sont :

- Pour T = 5 ans : $k = -0,085 \ln(S) + 1,3874$ $r = 0,87$

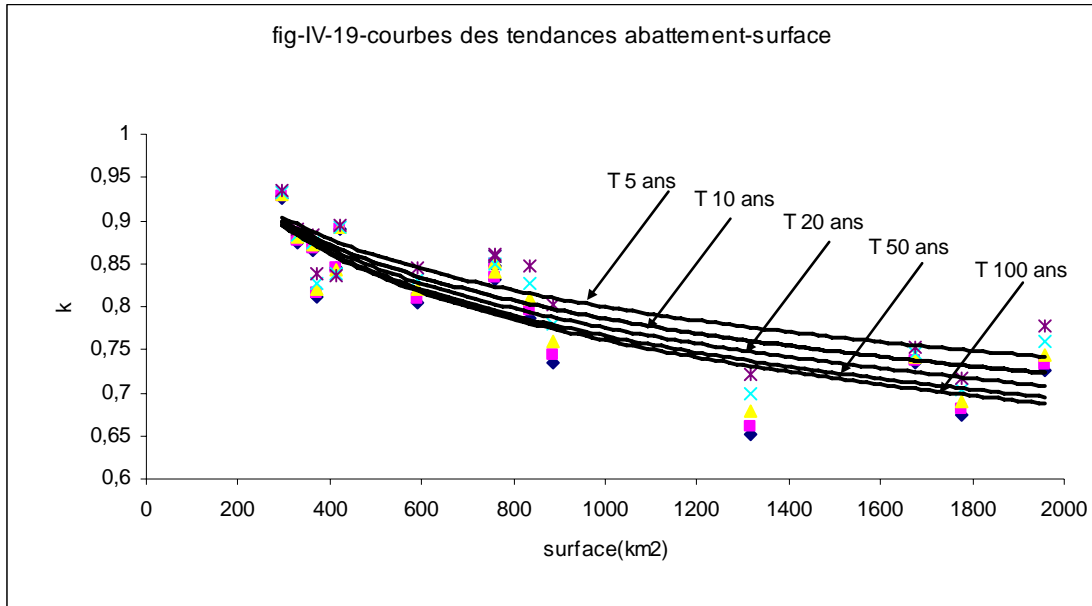
Pour $T = 10$ ans : $k = -0,0927 \ln(S) + 1,4273$ $r = 0,87$

Pour $T = 20$ ans : $k = -0,0995 \ln(S) + 1,4636$ $r = 0,87$

Pour $T = 50$ ans : $k = -0,1052 \ln(S) + 1,4936$ $r = 0,87$

Pour $T = 100$ ans : $k = -0,1085 \ln(S) + 1,5115$ $r = 0,87$

t = 18h



Les équations de la courbe de tendance avec les coefficients de corrélations sont :

Pour $T = 5$ ans : $k = -0,0862 \ln(S) + 1,3948$ $r = 0,86$

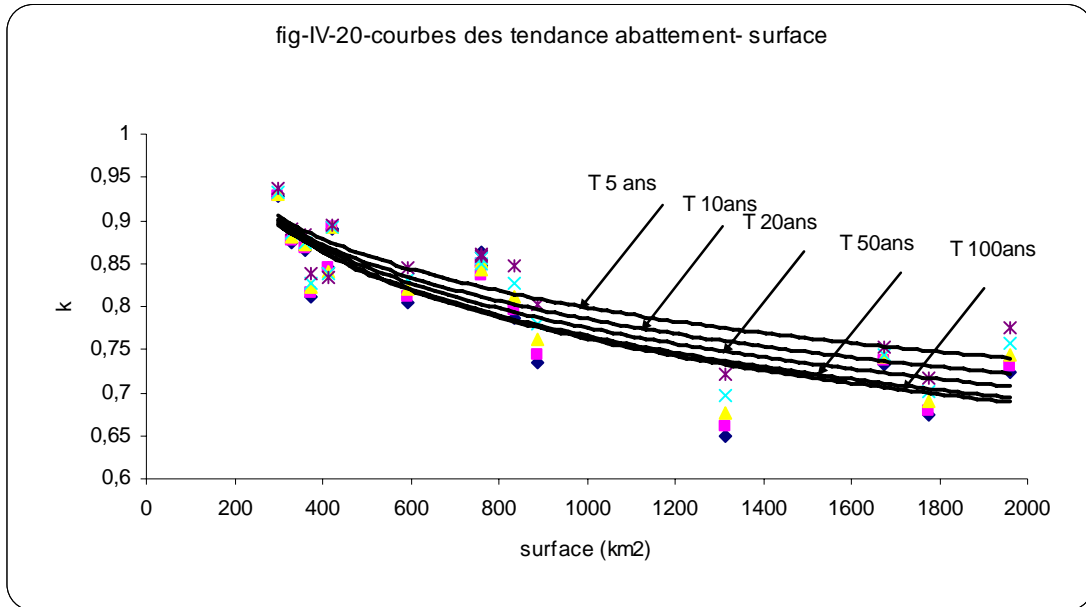
Pour $T = 10$ ans : $k = -0,0938 \ln(S) + 1,4339$ $r = 0,87$

Pour $T = 20$ ans : $k = -0,1001 \ln(S) + 1,4672$ $r = 0,87$

Pour $T = 50$ ans : $k = -0,1059 \ln(S) + 1,4978$ $r = 0,87$

Pour $T = 100$ ans : $k = -0,1092 \ln(S) + 1,5149$ $r = 0,87$

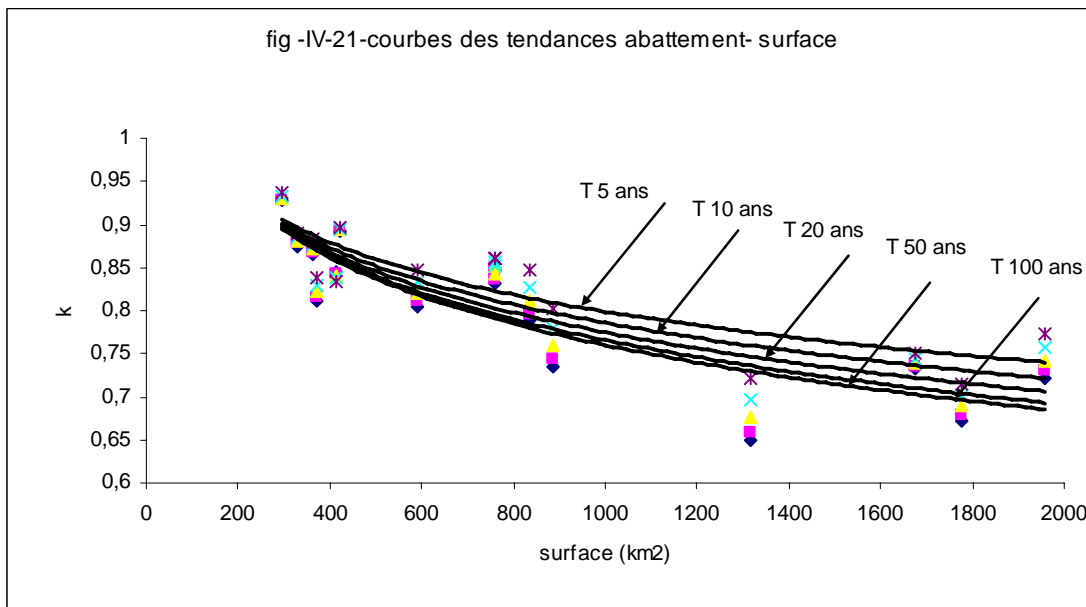
t = 21h



Les équations de la courbe de tendance avec les coefficients de corrélations sont :

- Pour T = 5 ans : $k = -0,0872 \ln(S) + 1,4013$ $r = 0,86$
- Pour T = 10 ans : $k = -0,0946 \ln(S) + 1,4387$ $r = 0,87$
- Pour T = 20 ans : $k = -0,1012 \ln(S) + 1,4746$ $r = 0,87$
- Pour T = 50 ans : $k = -0,1068 \ln(S) + 1,5035$ $r = 0,87$
- Pour T = 100 ans : $k = -0,1096 \ln(S) + 1,5196$ $r = 0,85$

t = 24h



Les équations de la courbe de tendance avec les coefficients de corrélations sont :

- Pour T = 5 ans : $k = -0,0875 \ln(S) + 1,4034$ $r = 0,86$

Pour T = 10 ans	: k = -0,0953 ln(S) + 1,4438	r = 0,87
Pour T = 20 ans	: k = -0,1019 ln(S) + 1,479	r = 0,87
Pour T = 50 ans	: k = -0,1076 ln(S) + 1,509	r = 0,87
Pour T = 100 ans	: k = -0,1108 ln(S) + 1,5257	r = 0,87

Conclusion:

Les résultats de notre étude présentent les valeurs du coefficient d'abattement du bassin versant de la Seybouse pour des pas du temps t en heures et du période de retour T en an.

Les ajustements des résultats des coefficients d'abattements probabilistes ne mettent pas une différence significative entre toutes les courbes pour des pas du temps variables.

Pour des pas du temps et des périodes de retours variables les coefficients diminuent avec l'augmentation de la surface.

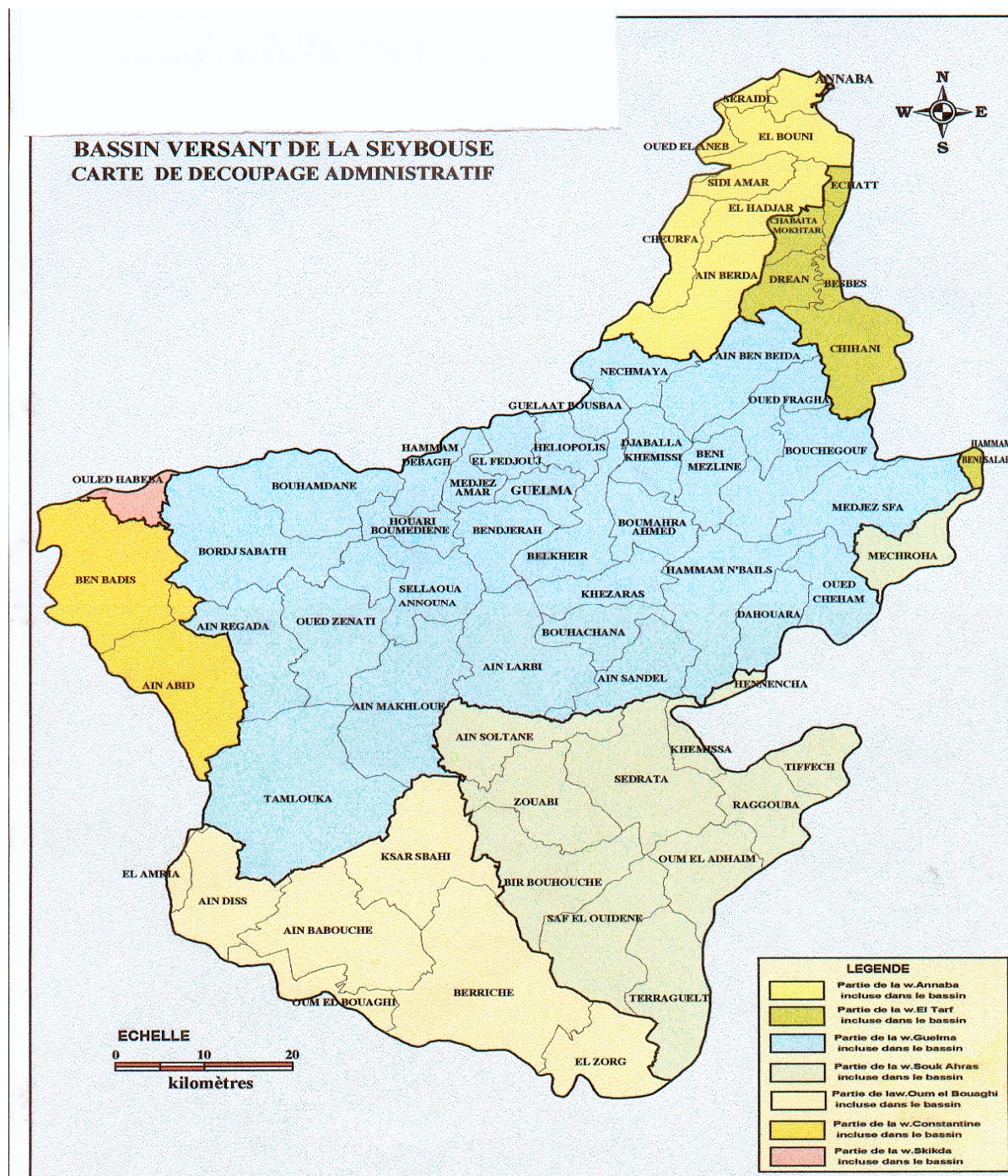
Les coefficients d'abattements diminuent progressivement pour des période de retours augmente.

Tous les courbes d'ajustements du couple surface- abattement pour chaque pas du temps t et du période de retours T présentent presque les mêmes coefficients de corrélations.

Annexe

CARTES :

Carte (I.1) de découpage administratif de bassin versant de la Seybouse à l'échelle 1/1000000 ème



Carte (I-2) des sous bassins de la Seybouse à l'échelle 1/1000000 ème.

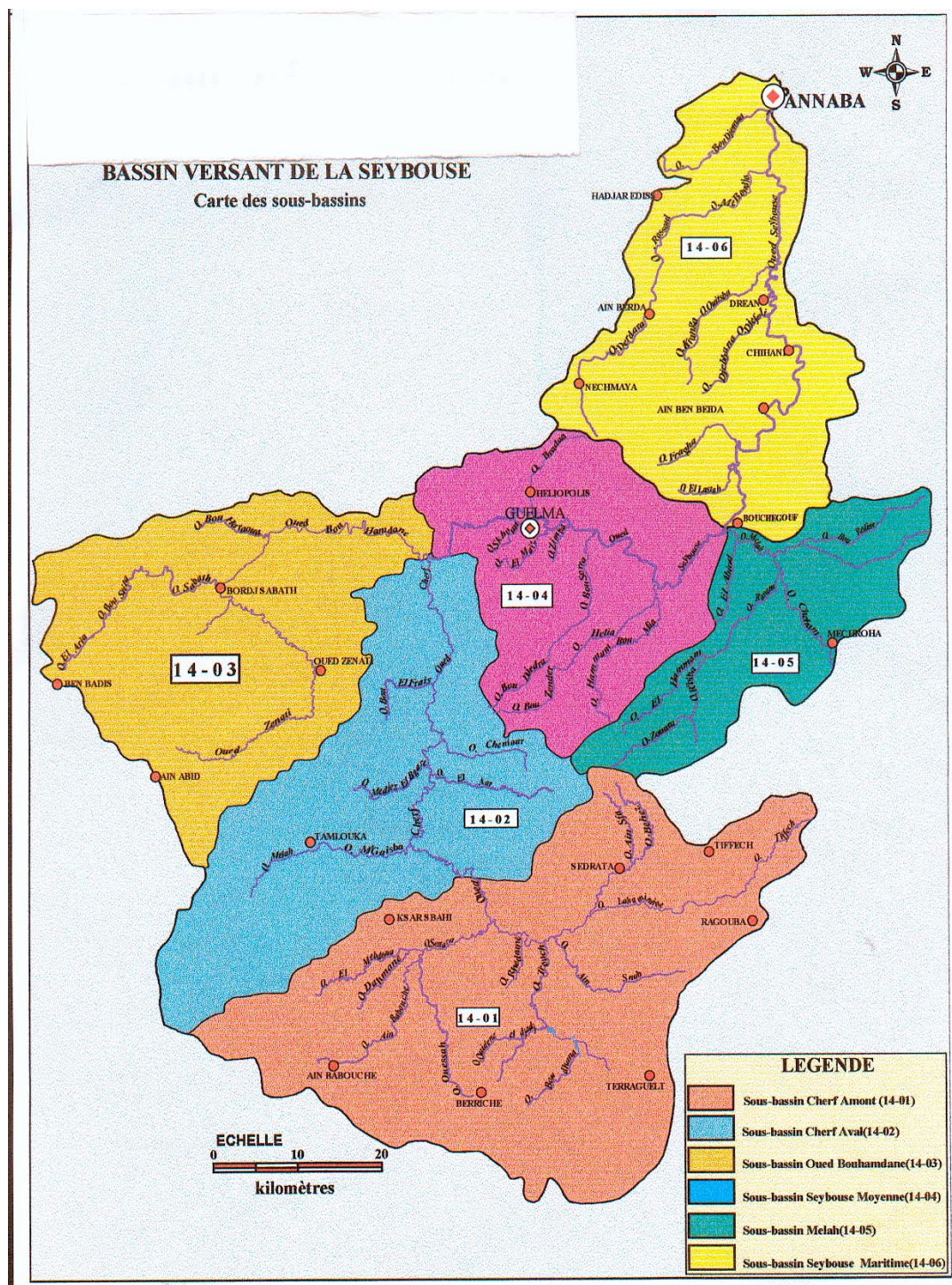
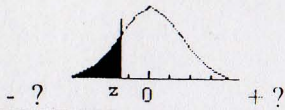


TABLE DE LA LOI



z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-3	0.00135	0.00097	0.00069	0.00048	0.00034	0.00023	0.00016	0.00011	7.2E-05	4.8E-05
-2.9	0.00187	0.00181	0.00175	0.00169	0.00164	0.00159	0.00154	0.00149	0.00144	0.00139
-2.8	0.00256	0.00248	0.0024	0.00233	0.00226	0.00219	0.00212	0.00205	0.00199	0.00193
-2.7	0.00347	0.00336	0.00326	0.00317	0.00307	0.00298	0.00289	0.0028	0.00272	0.00264
-2.6	0.00466	0.00453	0.0044	0.00427	0.00415	0.00402	0.00391	0.00379	0.00368	0.00357
-2.5	0.00621	0.00604	0.00587	0.0057	0.00554	0.00539	0.00523	0.00508	0.00494	0.0048
-2.4	0.0082	0.00798	0.00776	0.00755	0.00734	0.00714	0.00695	0.00676	0.00657	0.00639
-2.3	0.01072	0.01044	0.01017	0.0099	0.00964	0.00939	0.00914	0.00889	0.00866	0.00842
-2.2	0.0139	0.01355	0.01321	0.01287	0.01255	0.01222	0.01191	0.0116	0.0113	0.01101
-2.1	0.01786	0.01743	0.017	0.01659	0.01618	0.01578	0.01539	0.015	0.01463	0.01426
-2	0.02275	0.02222	0.02169	0.02118	0.02068	0.02018	0.0197	0.01923	0.01876	0.01831
-1.9	0.02872	0.02807	0.02743	0.0268	0.02619	0.02559	0.025	0.02442	0.02385	0.0233
-1.8	0.03593	0.03515	0.03438	0.03362	0.03288	0.03216	0.03144	0.03074	0.03005	0.02938
-1.7	0.04457	0.04363	0.04272	0.04182	0.04093	0.04006	0.0392	0.03836	0.03754	0.03673
-1.6	0.0548	0.0537	0.05262	0.05155	0.0505	0.04947	0.04846	0.04746	0.04648	0.04551
-1.5	0.06681	0.06552	0.06426	0.06301	0.06178	0.06057	0.05938	0.05821	0.05705	0.05592
-1.4	0.08076	0.07927	0.0778	0.07636	0.07493	0.07353	0.07215	0.07078	0.06944	0.06811
-1.3	0.0968	0.0951	0.09342	0.09176	0.09012	0.08851	0.08692	0.08534	0.08379	0.08226
-1.2	0.11507	0.11314	0.11123	0.10935	0.10749	0.10565	0.10383	0.10204	0.10027	0.09853
-1.1	0.13567	0.1335	0.13136	0.12924	0.12714	0.12507	0.12302	0.121	0.119	0.11702
-1	0.15866	0.15625	0.15386	0.15151	0.14917	0.14686	0.14457	0.14231	0.14007	0.13786
-0.9	0.18406	0.18141	0.17879	0.17619	0.17361	0.17106	0.16853	0.16602	0.16354	0.16109
-0.8	0.21186	0.20897	0.20611	0.20327	0.20045	0.19766	0.19489	0.19215	0.18943	0.18673
-0.7	0.24196	0.23885	0.23576	0.2327	0.22965	0.22663	0.22363	0.22065	0.2177	0.21476
-0.6	0.27425	0.27093	0.26763	0.26435	0.26109	0.25785	0.25463	0.25143	0.24825	0.2451
-0.5	0.30854	0.30503	0.30153	0.29806	0.2946	0.29116	0.28774	0.28434	0.28096	0.2776
-0.4	0.34458	0.3409	0.33724	0.3336	0.32997	0.32636	0.32276	0.31918	0.31561	0.31207
-0.3	0.38209	0.37828	0.37448	0.3707	0.36693	0.36317	0.35942	0.35569	0.35197	0.34827
-0.2	0.42074	0.41683	0.41294	0.40905	0.40517	0.40129	0.39743	0.39358	0.38974	0.38591
-0.1	0.46017	0.4562	0.45224	0.44828	0.44433	0.44038	0.43644	0.43251	0.42858	0.42465
-0.0	0.5	0.49601	0.49202	0.48803	0.48405	0.48006	0.47608	0.4721	0.46812	0.46414

NORMALE (FND)

Cette table donne la valeur de la FND pour un $-3.9 \leq z \leq +3.9$. Les entrées en face de +3 et de -3 sont pour 3.0, 3.1, 3.2, etc., et -3.0, -3.1, -3.2, etc., respectivement.

z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.5	0.50399	0.50798	0.51197	0.51595	0.51994	0.52392	0.5279	0.53188	0.53586
0.1	0.53983	0.5438	0.54776	0.55172	0.55567	0.55962	0.56356	0.56749	0.57142	0.57535
0.2	0.57926	0.58317	0.58706	0.59095	0.59483	0.59871	0.60257	0.60642	0.61026	0.61409
0.3	0.61791	0.62172	0.62552	0.6293	0.63307	0.63683	0.64058	0.64431	0.64803	0.65173
0.4	0.65542	0.6591	0.66276	0.6664	0.67003	0.67364	0.67724	0.68082	0.68439	0.68793
0.5	0.69146	0.69497	0.69847	0.70194	0.7054	0.70884	0.71226	0.71566	0.71904	0.7224
0.6	0.72575	0.72907	0.73237	0.73565	0.73891	0.74215	0.74537	0.74857	0.75175	0.7549
0.7	0.75804	0.76115	0.76424	0.7673	0.77035	0.77337	0.77637	0.77935	0.7823	0.78524
0.8	0.78814	0.79103	0.79389	0.79673	0.79955	0.80234	0.80511	0.80785	0.81057	0.81327
0.9	0.81594	0.81859	0.82121	0.82381	0.82639	0.82894	0.83147	0.83398	0.83646	0.83891
1.0	0.84134	0.84375	0.84614	0.84849	0.85083	0.85314	0.85543	0.85769	0.85993	0.86214
1.1	0.86433	0.8665	0.86864	0.87076	0.87286	0.87493	0.87698	0.879	0.881	0.88298
1.2	0.88493	0.88686	0.88877	0.89065	0.89251	0.89435	0.89617	0.89796	0.89973	0.90147
1.3	0.9032	0.9049	0.90658	0.90824	0.90988	0.91149	0.91308	0.91466	0.91621	0.91774
1.4	0.91924	0.92073	0.9222	0.92364	0.92507	0.92647	0.92785	0.92922	0.93056	0.93189
1.5	0.93319	0.93448	0.93574	0.93699	0.93822	0.93943	0.94062	0.94179	0.94295	0.94408
1.6	0.9452	0.9463	0.94738	0.94845	0.9495	0.95053	0.95154	0.95254	0.95352	0.95449
1.7	0.95543	0.95637	0.95728	0.95818	0.95907	0.95994	0.9608	0.96164	0.96246	0.96327
1.8	0.96407	0.96485	0.96562	0.96638	0.96712	0.96784	0.96856	0.96926	0.96995	0.97062
1.9	0.97128	0.97193	0.97257	0.9732	0.97381	0.97441	0.975	0.97558	0.97615	0.9767
2.0	0.97725	0.97778	0.97831	0.97882	0.97932	0.97982	0.9803	0.98077	0.98124	0.98169
2.1	0.98214	0.98257	0.983	0.98341	0.98382	0.98422	0.98461	0.985	0.98537	0.98574
2.2	0.9861	0.98645	0.98679	0.98713	0.98745	0.98778	0.98809	0.9884	0.9887	0.98899
2.3	0.98928	0.98956	0.98983	0.9901	0.99036	0.99061	0.99086	0.99111	0.99134	0.99158
2.4	0.9918	0.99202	0.99224	0.99245	0.99266	0.99286	0.99305	0.99324	0.99343	0.99361
2.5	0.99379	0.99396	0.99413	0.9943	0.99446	0.99461	0.99477	0.99492	0.99506	0.9952
2.6	0.99534	0.99547	0.9956	0.99573	0.99585	0.99598	0.99609	0.99621	0.99632	0.99643
2.7	0.99653	0.99664	0.99674	0.99683	0.99693	0.99702	0.99711	0.9972	0.99728	0.99736
2.8	0.99744	0.99752	0.9976	0.99767	0.99774	0.99781	0.99788	0.99795	0.99801	0.99807
2.9	0.99813	0.99819	0.99825	0.99831	0.99836	0.99841	0.99846	0.99851	0.99856	0.99861
3	0.99865	0.99903	0.99931	0.99952	0.99966	0.99977	0.99984	0.99989	0.99993	0.99995

Table du test de Kolmogorov-Smirnov

$$D_n = \text{Sup} | F_n^*(x) - f(x) |$$

Valeurs de d_n telles que $P = P(D_n < d_n)$

Annexe 3 (suite 1/2) : Table du test de Kolmogorov-Smirnov

$$D_n = \text{Sup} | F_n^*(x) - f(x) |$$

Valeurs de d_n telles que $P = P(D_n < d_n)$

n	P=.80	P=.90	P=.95	P=.98	P=.99
1	.90000	.95000	.97500	.99000	.99500
2	.68377	.77639	.84189	.90000	.92929
3	.56481	.63604	.70760	.78456	.82900
4	.49265	.56522	.62394	.68887	.73424
5	.44698	.50945	.56328	.62718	.66853
6	.41037	.46799	.51926	.57741	.61661
7	.38148	.43607	.48342	.53844	.57581
8	.35381	.40962	.45427	.51654	.54179
9	.33910	.38746	.43001	.47960	.51332
10	.32260	.36866	.40925	.45662	.48893
11	.30829	.35242	.39122	.43670	.46770
12	.29577	.33815	.37543	.41918	.44905
13	.28470	.32549	.36143	.40362	.43247
14	.27481	.31417	.34890	.38970	.41762
15	.26588	.30397	.33760	.37713	.40420
16	.25778	.29472	.32733	.36571	.39201
17	.25039	.28627	.31796	.35528	.38086
18	.24360	.27851	.30936	.34569	.37062
19	.23735	.27136	.30143	.33685	.36117
20	.23156	.26473	.29408	.32866	.35241
21	.22617	.25858	.28724	.32104	.34427
22	.22115	.25283	.28087	.31394	.33666
23	.21645	.24746	.27490	.30728	.32954
24	.21205	.24242	.26931	.30104	.32286
25	.20790	.23768	.26404	.29516	.31657
26	.20399	.23320	.25907	.28962	.31064
27	.20030	.22898	.25438	.28438	.30502
28	.19680	.22497	.24993	.27942	.29971
29	.19348	.22117	.24571	.27471	.29466
30	.19032	.21756	.24170	.27023	.28987
31	.18732	.21412	.23788	.26596	.28530
32	.18445	.21085	.23424	.26189	.28094
33	.18171	.20771	.23076	.25801	.27677
34	.17909	.20472	.22743	.25429	.27279
35	.17659	.20185	.22425	.25073	.26897

n	P=.80	P=.90	P=.95	P=.98	P=.99
36	.17418	.19910	.22119	.24732	.26532
37	.17188	.19646	.21826	.24404	.26180
38	.16966	.19392	.21544	.24089	.25843
39	.16753	.19148	.21273	.23786	.25518
40	.16547	.18913	.21012	.23494	.25205
41	.16349	.18687	.20760	.23213	.24904
42	.16158	.18468	.20517	.22941	.24613
43	.15974	.18257	.20283	.22679	.24332
44	.15796	.18053	.20056	.22426	.24060
45	.15623	.17856	.19837	.22181	.23798
46	.15457	.17665	.19625	.21944	.23544
47	.15295	.17481	.19420	.21715	.23298
48	.15139	.17302	.19221	.21493	.23059
49	.14987	.17128	.19028	.21277	.22828
50	.14840	.16959	.18841	.21068	.22604
51	.14697	.16796	.18659	.20864	.22386
52	.14558	.16637	.18482	.20667	.22174
53	.14423	.16483	.18311	.20475	.21968
54	.14292	.16332	.18144	.20289	.21768
55	.14164	.16186	.17981	.20107	.21574
56	.14040	.16044	.17823	.19930	.21384
57	.13919	.15906	.17669	.19758	.21199
58	.13801	.15771	.17519	.19590	.21019
59	.13686	.15639	.17373	.19427	.20844
60	.13573	.15511	.17231	.19267	.20673
61	.13464	.15385	.17091	.19112	.20506
62	.13357	.15163	.16956	.18960	.20343
63	.13253	.15144	.16823	.18812	.20184
64	.13151	.15027	.16693	.18667	.20029
65	.13052	.14913	.16567	.18525	.19877
66	.12954	.14802	.16443	.18387	.19729
67	.12859	.14693	.16322	.18252	.19584
68	.12766	.14587	.16204	.18119	.19442
69	.12675	.14483	.16088	.17990	.19303
70	.12586	.14381	.15975	.17863	.19167

Annexe 3 (suite 2/2) : Table du test de Kolmogorov-Smirnov

$$D_n = \text{Sup} | F_n^*(x) - f(x) |$$

Valeurs de d_n telles que $P = P(D_n < d_n)$

n	P=.80	P=.90	P=.95	P=.98	P=.99
71	.12499	.14281	.15864	.17739	.19034
72	.12413	.14183	.15755	.17618	.18903
73	.12329	.14087	.15649	.17498	.18776
74	.12247	.13993	.15544	.17382	.18650
75	.12167	.13901	.15442	.17268	.18528
76	.12088	.13811	.15342	.17155	.18408
77	.12011	.13723	.15244	.17045	.18290
78	.11935	.13636	.15147	.16938	.18174
79	.11860	.13551	.15052	.16832	.18060
80	.11787	.13467	.14960	.16728	.17949
81	.11716	.13385	.14868	.16626	.17840
82	.11645	.13305	.14779	.16526	.17732
83	.11576	.13226	.14691	.14428	.17627
84	.11508	.13148	.14605	.16331	.17523
85	.11442	.13072	.14520	.16236	.17421
86	.11376	.12997	.14437	.16143	.17321
87	.11311	.12923	.14355	.16051	.17223
88	.11248	.12850	.14274	.15961	.17126
89	.11186	.12779	.14195	.15873	.17031
90	.11125	.12709	.17117	.15786	.16938
91	.11064	.12640	.14040	.15700	.16846
92	.11005	.12572	.13965	.15616	.16755
93	.10947	.12506	.13891	.15533	.16666
94	.10889	.12440	.13818	.15451	.16579
95	.10833	.12375	.13746	.15371	.16493
96	.10777	.12312	.13675	.15291	.16408
97	.10722	.12249	.13606	.15214	.16324
98	.10668	.12187	.13537	.15137	.16242
99	.10615	.12126	.13469	.15061	.16161
100	.10563	.12067	.13403	.14987	.16081
n > 100	$1.073 \sqrt{n}$	$1.223 \sqrt{n}$	$1.358 \sqrt{n}$	$1.518 \sqrt{n}$	$1.629 \sqrt{n}$

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

[1]-Abd Elwahab Sari Ahmed (2002).

Initiation à l'hydrologie de surface, Alger.

[2]-Azzedine Chachi (1987).

Le bassin de la Seybouse, Hydrologie et utilisation de la ressource en eau en Algérie, Office des publications universitaires Alger.

[3]-Baillargeon, G. (1990).

Méthodes statistiques de l'ingénieur, les éditions S.M.G , trois rivières, Québec Canada.

[4]-Bernard Chocat (1978).

Thèse, un modèle de simulation des écoulements dans les réseaux d'assainissement pluvial, Institut national des sciences appliquées de Lyon.

[5]-Bell, F, C, (1976).

The Areal reduction factor in Rainfall frequency estimation, intitut of hydrology, Wallingford, oxfordshire.

[6]-Bediot G ,Bellostas JM, Masson M , et Becquillon C-1980.

Pluies orageuses en région parisienne – la météorologie VI-20.

[7]-Brunet Moret , Y, et Roche M -1966.

Etude théorique et méthodologique de l'abattement des pluies
Cah, ORSTOM, ser hydrol. N° 4- mai 1966.

[8]-Chocat. B. 1997,

Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement Technique et documentation,
Rue Lavoisier.

[9]-Dubreuil, P. (1978).

Techniques d'échantillonnage, cours N° 302.

[10]- Delhomme J.P (1976).

Application de la théorie des variables régionalisées dans la science de l'eau, thèse de l'université de Paris.

[11]-Gaston Réménieras (1964).

L'hydrologie de l'ingénieur, Paris.

[12]-Gelée G, Michel C , et Oberlin G -1982.

Pluies de bassins. Abattement sur une surface des averse de 1h à 24h .étude n° 54
CEMAGREF Antony.

[13]-Gelée G, Michel C , et Oberlin G -1983.

- Maximal Rainfall on a surface .The epicenter coefficient of to 48 hour rainfall – J, hydrology 66 pp 159-167.
- [14]-Gilles Galéa (1995), Philippe Ramez.
Maîtrise du ruissellement et de l'érosion en Vignoble de Coteau , Guide à l'usage des aménageurs , CEMAGREF , 1 ère édition.
- [15]-Gilman, CS (1964).
Rainfall, section 9 in Handbook of Applied Hydrologie , VT Chow Editor, Mc Graw Hill Book company, New York.
- [16]-Grisoni , M, Decroux, J .(1972)
Cours d'hydrologie superficielle, initiation à l'hydrologie, S.E.S, secrétariat d'état à l'hydraulique, Alger.
- [17]-Labord .J.P , (2000).
Élément d'hydrologie de surface, université de Nice – Sophia Antipolis, Toulouse.
- [18]-Laborde, J.P (1982): éléments d'hydrologie de surface : institut national Polytechnique de Lorraine, France.
- [19]-Leclerc G , et Oberlin G -1983.
Deviation of hydrologic frequency curves
Rep 142, 151 pp –Mass. Inst. Of technol Cambridge.
- [20]-Leviandier Th -1986.
Rainfall extremes in several sites.
Institute of hydrologie Wallingford Uk .(à paraître).
- [21]-Ludovic Lebart , marie Piron , Alain Morineau (2000).
Statistique exploratoire multidimensionnelle 3 édition, Paris.
- [22]- Niel J -1985.
Bassin d'investigation du real collobrier –approche du coefficient d'abattement des averses de 1hà 24h . Rapport de stage CEMAGREF AIX –en Province.
- [23]-Roche M. (1963).
Hydrologie de surface, Gauthier- Villarséd .Paris
- [24]-Roche M 1983.
Hydrologie de surface , 430 pp, Cauthier Villard , Paris
- [25]-Sari Ahmed, A (1969).
Syntheesis of sequence of Summer Thunderstorms volumes for the Atterbury Wastershed in Tucson Area, Universty of Arizona, Tuscon ,USA
- [26]-Selby, S.H Girling , B (1965).

Standard Mathematical Tables, The chemical Rubber Company, Ohio, USA.

[27]-Spiegrl, M.R. (1961).

Statistics, Schum publishing company ,New York

[28]-Viallet, F (1970).

Statistiques et recherche Appliquée, Chotard et associés édition Paris.

[29]-Rodrigue Iturbe I , et Meija JM -1974.

On the transformation of point rainfall to areal rainfall –water Res vol 10 n°4.

[30]-Vuillaume G- 1974

L'abattement des précipitations journalières en Afrique intertropicale- variabilité et précision de calcul –Cah. ORSTOM Ser hydrol vol XI –n° 3-PP .205-240.