

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Développement des courbes IDF dans la région centre ville de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj.

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 7-0006-12

APA Citation (APA توثيق):

Zobiri, Fouzia (2012). Développement des courbes IDF dans la région centre ville de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj[Thèse de magister, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open DSpace software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics. <http://dspace.ensh.dz/jspui/>

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتثمين الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات بيداغوجية، مقالات الدوريات، كتب...) و بثه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة DSpace و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE
ARBAOUI ABDELLAH**

**DIRECTION ADJOINTE DE POST-GRADUATION
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**MEMOIRE DE MAGISTER
OPTION : GENIE DE L'EAU**

Thème :

***DEVELOPPEMENT DES COURBES IDF
DANS LA REGION CENTRE VILLE DE SOUMAA,
MOUZAIA ET OUED ZEBOUDJ***

Présenté par :

ZOBIRI Fouzia

Encadré par :

Pr. MEDDI Mohamed

ANNEE UNIVERSITAIRE 2011-2012

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE
ARBAOUI ABDELLAH**

**DIRECTION ADJOINTE DE POST-GRADUATION
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**RESUME
DU MEMOIRE DE MAGISTER
OPTION : GENIE DE L'EAU**

Thème :

***DEVELOPPEMENT DES COURBES IDF
DANS LA REGION CENTRE VILLE DE SOUMAA,
MOUZAIA ET OUED ZEBOUDJ***

Présenté par :

ZOBIRI Fouzia

Encadré par :

Pr. MEDDI Mohamed

ANNEE UNIVERSITAIRE 2011-2012

Devant le jury composé de :

Président :.....

Rapporteur :.....

Examineur :.....

Examineur :.....

Examineur :.....

Soutenu à l'ENSH, le.....

DEDICACES

A mes chers parents,

*Qu'ils trouvent ici l'hommage de ma gratitude qui, si grande qu'elle puisse être,
ne sera jamais à la hauteur de leur éloquence et leur dévouement.
Aucune dédicace ne saura vous exprimer la profondeur de mes sentiments.*

A mes aimables frères,

En témoignage de mon respect fraternel et de mon attachement éternel.

A tous mes amis et mes collègues sans exception

***A tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin
à la réalisation du présent mémoire***

Je dédie ce mémoire

REMERCIEMENT

*Je remercie DIEU, source de notre force et courage, tout au long de nos études universitaires
J'adresse aussi mes sincères remerciements et ma gratitude à toutes les personnes qui
m'ont apporté aide et assistance nécessaire à l'élaboration de ce travail.*

*A mes parents qui ont été toujours présents pour me soutenir et m'encourager, qu'ils trouvent
ici les résultats de leurs sacrifices.*

A monsieur le Directeur de l'école Nationale supérieure de l'hydraulique (ENSH- Blida)

*A mon promoteur, professeur MEDDI Mohamed, pour le thème proposé, ses conseils, directives
et sa disponibilité pour l'élaboration de ce mémoire de magister;*

*A monsieur Rahmani, Ex chef de service à l'ANRH de Blida pour son aide précieuse lors de la
collecte des données pluviométriques « pour divers pas de temps »*

*A monsieur Messaoudene, chef de service à l'ANRH de Blida pour sa disponibilité durant
le traitement des données pluviométriques.*

*J'exprime ma gratitude et mon respect à tous les consultants et internautes rencontrés lors des
recherches effectuées*

Je tiens à remercier aussi les membres du jury qui ont bien voulu accepter de valoriser ce travail.

*Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à tous mes proches et amis, qui m'ont
toujours soutenu et encouragé au cours de l'élaboration de ce mémoire.
Merci à tous et à toutes.*

SOMMAIRE

	Page
DEDICACES.....	1
REMERCIEMENTS.....	2
SOMMAIRE.....	3
LISTE DES FIGURES.....	6
LISTE DES TABLEAUX.....	12
RESUME.....	16
INTRODUCTION GENERALE.....	17

CHAPITRE I

INTRODUCTION:	19
I-1 NOTION D'INTENSITE MOYENNE SUR UNE DUREE:	19
I-2 NOTION DE TEMPS DE RETOUR :	19
I-3 NOTION D'UNE COURBE IDF :	19
I-4 UTILISATION DES COURBES IDF :	20
I-5 CONSTRUCTION DE COURBE IDF :	20
I-5-1 CONSTRUCTION STATISTIQUE :	21
I-5-2 CONSTRUCTION STATISTIQUE SUIVANT L'ANRH :	21
I-6 MODELISATION DES COURBES IDF :	21
I-6-1 MODELE DE MONTANA (APPELE AUSSI MODELE DE BERNARD) :	22
I-6-2 MODELE DE TALBOT :	22
I-6-3 MODELE DE TALBOT- AMELIORE (APPELE AUSSI MODELE DE SHERMAN) :	23
I-6-4 MODELE DE KEIFER-CHU (APPELE AUSSI MODELE DE KIMIJIMA) :	23
I-7 SIGNIFICATION DES PARAMETRES CARACTERISANT LES COURBES IDF :	23
I-8 METHODOLOGIE DU TRAVAIL :	24
I-9 L'ANALYSE FREQUENTIELLE :	24
I-10 L'ECHANTILLONNAGE :	25
I-11 METHODE DE DEPASSEMENT DES SEUILS :	25
I-11-1 DEFINITION :	25
I-11-2 MISE EN ŒUVRE DE LA METHODE SUP-SEUIL :	25
I-11-3 DISTRIBUTION GPD :	25
I-11-4 DISTRIBUTION DE LA LOI EXPONENTIELLE :	26
I-11-5 METHODES D'ESTIMATION DU SEUIL :	26
I-12 DISTRIBUTION DE PROBABILITE DES VALEURS EXTREMES :	29
I-12-1 PRESENTATION DU LOGICIEL HYFRAN :	29
I-12-2 AJUSTEMENT STATISTIQUE DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES :	30
a- LA LOI GEV ET LA LOI GUMBEL :	30
b- LA LOI DE GALTON (OU LOG NORMALE) :	31
c- LA LOI DE PEARSON TYPE III :	31
I-12-3: ESTIMATION DES PARAMETRES :	32
I-12-4 PRINCIPE DE LA METHODE DE MAXIMUM DE VRAISEMBLANCE :	32
I-12-5 TESTS D'ADEQUATION DES LOIS STATISTIQUES :	33
I-12-6 CRITERE DE SELECTION DES MODELES D'AJUSTEMENTS :	34
I-13 QQ-PLOT ET PP-PLOT :	35
I-14 GENERALISATION DES COURBES IDF :	36
I-15 REVUE DE LITTERATURE :	37
CONCLUSION.....	42

CHAPITRE II

INTRODUCTION :	44
II-1 SITUATION GEOGRAPHIQUE :	44
II-1-1 MOUZAIA :	44
II-1-2 SOUMAA :	44
II-1-3 OUED ZBOUDJ :	44
II-2 CLIMAT :	46

II-2-1 MOUZAIA :	46
II-2-2 SOUMAA :	46
II-2-3 OUED ZEBOUDJ :	46
II-3 RELIEF ET ALTITUDE :	46
II-3-1 MOUZAIA :	46
II-3-2 SOUMAA :	47
II-3-3 OUED ZEBOUDJ :	47
II-4 PRESENTATION DES STATIONS PLUVIOMETRIQUES:	47
II-5 ANALYSE FREQUENTIELLE DES PLUIES MAXIMALES ANNUELLES :	48
II-5-1 ESTIMATION DES PARAMETRES DES LOIS STATISTIQUES :	48
A- MOUZAIA :	48
B- SOUMAA :	48
C- OUED ZEBOUDJ :	49
II-5-2 RESULTATS DES TESTS STATISTIQUES :	50
II-5-3 COMPARAISON ET SELECTION DES MODELES D'AJUSTEMENT :	52
II-5-3-1 CRITERE BIC :	52
II-5-3-2 COMPARAISON GRAPHIQUE :	55
A- STATION DE SOUMAA :	55
B- STATION DE MOUZAIA :	58
C- OUED ZEBOUDJ :	61
II-5-4 ESTIMATION DES QUANTILES ET CALCUL DES ERREURS RELATIVES (ou biais relatives) :	66
A- SOUMAA :	66
B- MOUZAIA :	69
C- OUED ZEBOUDJ:	72
II-5-5 VALIDITE DES LOIS STATISTIQUES SELECTIONNEES :	75
II-6 ANALYSE FREQUENTIELLE DES PLUIES SUP-SEUIL :	76
II-6-1 DETERMINATION DES SEUILS DE PLUIES RELATIFS A CHAQUE DUREE :	77
A- STATION DE MOUZAIA :	77
B- STATION DE SOUMAA :	83
C- STATION D'OUED ZEBOUDJ :	89
II-6-2 ANALYSE FREQUENTIELLE :	95
II-6-2-1 ESTIMATION DES PARAMETRES DES LOIS STATISTIQUES :	95
A- STATION DE MOUZAIA :	95
B- STATION DE SOUMAA :	96
C- STATION DE OUED ZEBOUDJ :	96
II-6-2-2 RESULTATS DES TESTS STATISTIQUES :	97
A- STATION DE SOUMAA :	97
B- STATION DE MOUZAIA :	98
C- STATION D'OUED ZEBOUDJ :	98
II-6-2-3 COMPARAISON ET SELECTION DES MODELES D'AJUSTEMENT :	99
II-6-2-3-1 CRITERE BIC :	99
II-6-2-3-2 COMPARAISON GRAPHIQUE :	102
II-6-2-3-3 INTERPRETATION DES GRAPHIQUES D'AJUSTEMENT :	111
II-6-2-4 ESTIMATION DES QUANTILES ET CALCUL DES ERREURS RELATIVES (ou biais relatives) :	111
II-6-2-5 VALIDITE DES LOIS STATISTIQUES SELECTIONNEES :	121
II-6-3 COMPARAISON DES RESULTATS ETABLIS SELON LES DEUX METHODES :	122
II-6-4 CALCUL DES BIAIS RELATIFS :	122
II-6-5 COMPARAISON DES QUANTILES ET DE PROBABILITES « QQ-plot et PP-plot »	124
ENTRE LES SERIES DE PLUIES MAXIMALES ANNUELLES ET LES SERIES DE DUREES PARTIELLES :	
CONCLUSION	124

CHAPITRE III

INTRODUCTION 126

III-1 DEVELOPPEMENT DES COURBES IDF « COURBES REELLES » : 126

A-	STATION DE SOUMAA :	126
B-	STATION DE MOUZAIA :	128
C-	STATION DE OUED ZBOUDJ :	129
III-2	ELABORATION DES COURBES IDF « COURBES THEORIQUES » :	131
III-2-1	IDF THEORIQUES SUIVANT LE MODELE de MONTANA :	131
A-	STATION DE SOUMAA :	131
B-	STATION DE MOUZAIA :	133
C-	STATION D'OUED ZBOUDJ :	135
III-2-2	IDF THEORIQUES SUIVANT LE MODELE DE TALBO :	137
A-	SOUMAA :	137
B-	STATION DE MOUZAIA :	139
C-	STATION D'OUED ZBOUDJ :	141
III-2-3	IDF THEORIQUES SUIVANT LE MODELE DE KHEIFER CHU :	143
A-	STATION DE SOUMAA :	143
B-	STATION DE MOUZAIA :	145
C-	STATION D'OUED ZBOUDJ :	147
III-2-4	IDF THEORIQUES SUIVANT LE MODELE DE TALBO AMELIORE :	149
A-	STATION DE SOUMAA :	149
B-	STATION DE MOUZAIA :	151
C-	STATION D'OUED ZBOUDJ :	153
III-3	CHOIX DU MEILLEUR MODELE :	155
III-3-1	CRITERE DE NASH :	155
A-	STATION DE SOUMAA :	155
B-	STATION DE MOUZAIA :	156
C-	STATION D'OUED ZBOUDJ :	157
III-3-2	CALCUL DES ERREURS RELATIVES :	157
A-	STATION DE SOUMAA :	158
B-	STATION DE MOUZAIA :	158
C-	STATION D'OUED ZBOUDJ :	159
III-3-3	INTERPRETATION DES RESULTATS :	161
III-4	GENERALISATION DES COURBES IDF :	162
III-4-1	RESULTAS DE CALCUL DE $f_1(T)$:	162
III-4-2	RESULTAS DE CALCUL DE $f_2(T)$:	167
III-5	FORMULE GENERALISEE DES COURBES INTENSITE-DUREE-FREQUENCE :	172
III-6	COMPARAISON DES RESULTATS PAR DES ETUDES ANTERIEURES :	173
	CONCLUSION	175
	CONCLUSION GENERALE	176
	ANNEXE	177
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	236

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1 : Situation des villes de Soumaa, Mouzaia et oued Zeboudj « image satellitaire ».....	45
Figure 2: Situation des villes de Soumaa, Mouzaia et oued Zeboudj « relief et oueds »	45
Figure 3: Situation des villes de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj	47
par rapport aux grands ensembles du relief de l'Algérie du Nord.	
Figure 4 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	55
de 15 min suivant la loi de Gumbel «station de Soumaa »	
Figure 5 : Comparaison graphique des ajustements statistiques	55
des pluies maximales annuelles pour une durée de 15 min «station de Soumaa»	
Figure 6 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	56
de 30 min suivant la loi de Gumbel «station de Soumaa »	
Figure 7 : Comparaison graphique des ajustements statistiques	56
des pluies maximales annuelles pour une durée de 30 min «station de Soumaa»	
Figure 8 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée.....	56
de 60 min suivant la loi de Gumbel «station de Soumaa »	
Figure 9 : Comparaison graphique des ajustements statistiques.....	56
des pluies maximales annuelles pour une durée de 60 min «station de Soumaa»	
Figure 10 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	57
de 120 min suivant la loi de Gumbel «station de Soumaa »	
Figure 11 : Comparaison graphique des ajustements statistiques	57
des pluies maximales annuelles pour une durée de 120 min «station de Soumaa»	
Figure 12 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	57
de 180 min suivant la loi de Gumbel «station de Soumaa »	
Figure 13 : Comparaison graphique des ajustements statistiques	57
des pluies maximales annuelles pour une durée de 180 min «station de Soumaa»	
Figure 14 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	58
de 360 min suivant la loi de Gumbel «station de Soumaa »	
Figure 15 : Comparaison graphique des ajustements statistiques.....	58
des pluies maximales annuelles pour une durée de 360 min «station de Soumaa»	
Figure 16 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	58
de 15 min suivant la loi de Log normale «station de Mouzaia »	
Figure 17 : Comparaison graphique des ajustements statistiques	58
des pluies maximales annuelles pour une durée de 15 min «station de Mouzaia»	
Figure 18 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	59
de 30 min suivant la loi de Log normale «station de Mouzaia »	
Figure 19 : Comparaison graphique des ajustements statistiques.....	59
des pluies maximales annuelles pour une durée de 30 min «station de Mouzaia»	
Figure 20 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	59
de 60 min suivant la loi de Log normale «station de Mouzaia »	
Figure 21 : Comparaison graphique des ajustements statistiques	59
des pluies maximales annuelles pour une durée de 60 min «station de Mouzaia»	
Figure 22 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	60
de 120 min suivant la loi de Log normale «station de Mouzaia »	
Figure 23 : Comparaison graphique des ajustements statistiques	60
des pluies maximales annuelles pour une durée de 120 min «station de Mouzaia»	
Figure 24 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	60
de 180 min suivant la loi de Log normale «station de Mouzaia »	
Figure 25 : Comparaison graphique des ajustements statistiques	60
des pluies maximales annuelles pour une durée de 180 min «station de Mouzaia»	
Figure 26 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	61
de 15 min suivant la loi de Log normale «station de Mouzaia »	
Figure 27 : Comparaison graphique des ajustements statistiques	61
des pluies maximales annuelles pour une durée de 360 min «station de Mouzaia»	
Figure 28: Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	61
de 15 min suivant la loi de GEV «station de Oued Zeboudj »	
Figure 29 : Comparaison graphique des ajustements statistiques	61
des pluies maximales annuelles pour une durée de 15 min «station de Oued Zeboudj»	
Figure 30: Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	62
de 30 min suivant la loi de GEV «station de Oued Zeboudj »	

Figure 31 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 30 min «station de Oued Zeboudj»	62
Figure 32: Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 60 min suivant la loi de GEV «station de Oued Zeboudj »	62
Figure 33 : Comparaison graphique des ajustements statistiques..... des pluies maximales annuelles pour une durée de 60 min «station de Oued Zeboudj»	62
Figure 34: Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 120 min suivant la loi de GEV «station de Oued Zeboudj »	63
Figure 35 : Comparaison graphique des ajustements statistiques..... des pluies maximales annuelles pour une durée de 120 min «station de Oued Zeboudj»	63
Figure 36: Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 180 min suivant la loi de GEV «station de Oued Zeboudj »	63
Figure 37 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 180 min «station de Oued Zeboudj»	63
Figure 38: Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 360 min suivant la loi de GEV «station de Oued Zeboudj »	64
Figure 39 : Comparaison graphique des ajustements statistiques..... des pluies maximales annuelles pour une durée de 360 min «station de Oued Zeboudj»	64
Figure 40 : Courbes des erreurs relatives (ou biais relatifs $ BR $) pour la station de Soumaa	68-69
Figure 41 : Courbes des erreurs relatives (ou biais relatifs $ BR $) Pour le centre ville de Mouzaia	71-72
Figure 42 : Courbes des erreurs relatives (ou biais relatifs $ BR $) Pour la station de Oued Zeboudj	74-75
Figure 43 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Mouzaia (15minutes)	77
Figure 44 : Mean Excess plot de la station de Mouzaia (15min)	77
Figure 45 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Mouzaia (30 minutes)	78
Figure 46 : Mean Excess plot de la station de Mouzaia (30min)	78
Figure 47 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Mouzaia (60 minutes).....	79
Figure 48 : Mean Excess plot pour la station de Mouzaia (60min)	79
Figure 49 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Mouzaia (120 minutes)80	80
Figure 50 : Mean Excess plot de la station de Mouzaia (120min)	80
Figure 51 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Mouzaia (180 minutes)81	81
Figure 52 : Mean Excess plot de la station de Mouzaia (180min)	81
Figure 53 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Mouzaia (360 minutes)	82
Figure 54 : Mean Excess plot de la station de Mouzaia (360min)	82
Figure 55 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Soumaa (15 minutes)	83
Figure 56 : Mean Excess plot de la station de Soumaa (15min)	83
Figure 57 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Soumaa (30 minutes)	84
Figure 58 : Mean Excess plot de la station de Soumaa (30min)	84
Figure 59 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Soumaa (60 minutes)	85
Figure 60 : Mean Excess plot de la station de Soumaa (60min)	85
Figure 61 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Soumaa (120 minutes)	86
Figure 62 : Mean Excess plot de la station de Soumaa (120min)	86
Figure 63 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Soumaa (180 minutes)	87
Figure 64 : Mean Excess plot de la station de Soumaa (180min)	87
Figure 65 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Soumaa (360 minutes)	88
Figure 66 : Mean Excess plot de la station de Soumaa (360min)	88
Figure 67 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Oued Zeboudj (15 minutes)	89
Figure 68 : Mean Excess plot de la station de Oued Zeboudj (15min)	89
Figure 69 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Oued Zeboudj (30 minutes)	90
Figure 70 : Mean Excess plot de la station de Oued Zeboudj (30min)	90
Figure 71 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Soumaa (60 minutes)	91
Figure 72 : Mean Excess plot de la station de Oued Zeboudj (60min)	91
Figure 73 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Oued Zeboudj (120 minutes).....	92
Figure 74 : Mean Excess plot de la station de Oued Zeboudj (120min)	92
Figure 75 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Oued Zeboudj (180 minutes).....	93

Figure 76 : Mean Excess plot de la station de Oued Zeboudj (180min).....	93
Figure 77 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Oued Zeboudj (360 minutes)	94
Figure 78 : Mean Excess plot de la station de Oued Zeboudj (360min)	94
Figure 79 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 15 min suivant la loi exponentielle «station de Soumaa »	102
Figure 80 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 15min « station de Soumaa »	102
Figure 81 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée..... de 30 min suivant la loi exponentielle «station de Soumaa »	102
Figure 82 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 30 min « station de Soumaa »	102
Figure 83 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 60 min suivant la loi exponentielle «station de Soumaa »	103
Figure 84 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 60 min « station de Soumaa »	103
Figure 85 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 120 min suivant la loi exponentielle «station de Soumaa »	103
Figure 86 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 120 min « station de Soumaa »	103
Figure 87 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 180 min suivant la loi exponentielle «station de Soumaa »	104
Figure 88 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 180 min « station de Soumaa »	104
Figure 89 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 15 min suivant la loi exponentielle «station de Soumaa »	104
Figure 90 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 360 min « station de Soumaa »	104
Figure 91 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 15 min suivant la loi exponentielle «station de Mouzaia »	105
Figure 92 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 15min « station de Mouzaia »	105
Figure 93 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 30 min suivant la loi exponentielle «station de Mouzaia »	105
Figure 94 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 30 min « station de Mouzaia »	105
Figure 95 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 60 min suivant la loi exponentielle «station de Mouzaia »	106
Figure 96 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 60 min « station de Mouzaia »	106
Figure 97 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 120 min suivant la loi exponentielle «station de Mouzaia »	106
Figure 98 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 120 min « station de Mouzaia »	106
Figure 99 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 180 min suivant la loi exponentielle «station de Mouzaia »	107
Figure 100 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 180 min « station de Mouzaia »	107
Figure 101 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 360 min suivant la loi exponentielle «station de Mouzaia »	107
Figure 102 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 360 min « station de Mouzaia »	107
Figure 103 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 15 min suivant la loi exponentielle «station de Oued Zeboudj »	108
Figure 104 : Comparaison graphique des ajustements statistiques..... pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 15min « station de Oued Zeboudj »	108
Figure 105 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée..... de 30 min suivant la loi exponentielle «station de Oued Zeboudj »	108
Figure 106 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 30 min « station de Oued Zeboudj »	108
Figure 107 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	109

de 60 min suivant la loi exponentielle «station de Oued Zeboudj »	
Figure 108 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 60 min « station de Oued Zeboudj »	109
Figure 109 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 120 min suivant la loi exponentielle «station de Oued Zeboudj »	109
Figure 110 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 120 min « station de Oued Zeboudj »	109
Figure 111 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 180 min suivant la loi exponentielle «station de Oued Zeboudj »	110
Figure 112: Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 180 min « station de Oued Zeboudj »	110
Figure 113 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 360 min suivant la loi exponentielle «station de Oued Zeboudj »	110
Figure 114 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 360 min « station de Oued Zeboudj »	110
Figure 115 : Courbes des erreurs relatives (ou biais relatifs BR) Pour la station de Soumaa	113-114
Figure 116 : Courbes des erreurs relatives (ou biais relatifs BR) Pour la station de Mouzaia	117
Figure 117. : Courbes des erreurs relatives Pour la station de Oued Zeboudj	120
Figure 118 : Biais relatifs des SDP par rapport à SMA pour la station de MOUZAIA.....	123
Figure 119 : Biais relatifs des SMA par rapport à SDP pour la station de MOUZAIA.....	123
Figure 120 : Biais relatifs des SDP par rapport à SMA pour la station de SOUMAA	123
Figure 121 : Biais relatifs des SMA par rapport à SDP pour la station de SOUMAA	124
Figure 122 : Courbes IDF réelles pour la station de Soumaa	127
Figure 123 : Courbes IDF réelles pour la station de Mouzaia	129
Figure 124 : Courbes IDF réelles pour la station de Oued Zeboudj	130
Figure 125 : Détermination des coefficients de Montana pour la station de Soumaa	131
Figure 126 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Montana pour la station de Soumaa	133
Figure 127 : Détermination des coefficients de Montana pour la station de Mouzaia	133
Figure 128 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Montana pour la station de Mouzaia.....	135
Figure 129 : Détermination des coefficients de Montana pour la station de Oued Zeboudj	135
Figure 130 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Montana pour la station de Oued Zeboudj	137
Figure 131 : Détermination des coefficients a et b de Talbo pour la station de Soumaa	137
Figure 132 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Talbo pour la station de Soumaa	139
Figure 133 : Détermination des coefficients a et b de Talbo pour la station de Mouzaia.....	139
Figure 134 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Talbo pour la station de Mouzaia	141
Figure 135 : Détermination des coefficients a et b de Talbo pour la station de Oued Zeboudj	141
Figure 136 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Talbo pour la station de Oued Zeboudj.....	143
Figure 137 : Détermination des coefficients a et c suivant le modèle de Keifer Chu pour la station de Soumaa.....	143
Figure 138 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Keifer Chu pour la station de Soumaa	145
Figure 139 : Détermination des coefficients a et c suivant le modèle de Keifer Chu pour la station de Mouzaia.....	145
Figure 140 : Courbes IDF théoriques suivant le modèle de Keifer Chu pour la station de Mouzaia.....	147
Figure 141 : Détermination des coefficients a et c suivant le modèle de Keifer Chu pour la station de Oued Zeboudj	147
Figure 142 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Keifer Chu pour la station de Oued Zeboudj	149
Figure 143 : Détermination du coefficient c suivant le modèle de Talbo amélioré..... pour la station de Soumaa	149
Figure 144 : Détermination des coefficients a et b suivant le modèle de Talbo amélioré..... pour la station de Soumaa	149
Figure 145 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Talbo amélioré pour la station de Soumaa.....	151
Figure 146 : Détermination du coefficient c suivant le modèle de Talbo amélioré pour la station de Mouzaia	151
Figure 147 : Détermination des coefficients a et b suivant le modèle de Talbo amélioré..... pour la station de Mouzaia	151
Figure 148 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Talbo amélioré pour la station de Mouzaia.....	153
Figure 149 : Détermination du coefficient c suivant le modèle de Talbo amélioré..... pour la station de Oued Zeboudj	153
Figure 150 : Détermination des coefficients a et c suivant le modèle de Talbo amélioré..... pour la station de Oued Zeboudj	153

Figure 151 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Talbo amélioré pour la station de Oued Zeboudj.....	155
Figure 152 : $f_1(T) = f(\ln T)$ pour la station de Soumaa.....	163
Figure 153 : $f_1(T) = f(\ln T)$ pour la station de Mouzaia	165
Figure 154 : $f_1(T) = f(\ln T)$ pour la station de Oued Zeboudj.....	166
Figure 155 : Détermination des paramètres a et b caractérisant la fonction $f_2(d)$ pour la station de Soumaa.....	168
Figure 156 : $f_2(T) = f(d)$ pour la station de Soumaa.....	168
Figure 157 : Détermination du paramètres b caractérisant la fonction $f_2(d)$ pour la station de Mouzaia	169
Figure 158 : Détermination des paramètres a et b caractérisant la fonction $f_2(d)$ pour la station de Mouzaia.....	170
Figure 159 : $f_2(T) = f(d)$ pour la station de Mouzaia.....	170
Figure 160 : Détermination des paramètres a et b caractérisant la fonction $f_2(d)$ pour la station de Oued Zeboudj.....	171
Figure 161 : $f_2(T) = f(d)$ pour la station de Oued Zeboudj	172
Figure 162 : Courbes IDF pour la station de Soumaa suivant le modèle de Talbo « Représentation logarithmique ».....	173
Figure 163 : Courbes IDF pour la station de Mouzaia suivant le modèle de Talbo amélioré « Représentation.....	173
logarithmique »	
Figure 164 : Courbes IDF pour la station de Oued Zeboudj suivant le modèle de Montana « Représentation	
logarithmique ».....	173
Figure 165 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	178
de 15 min suivant les lois de GEV, Log normale, et Pearson III «station de Soumaa »	
Figure 166 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	179
de 30 min suivant les lois de GEV, Log normale, et Pearson III «station de Soumaa »	
Figure 167 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	180
de 60 min suivant les lois de GEV, Log normale, et Pearson III «station de Soumaa »	
Figure 168 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	180
de 120 min suivant la loi de Log normale «station de Soumaa »	
Figure 169 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	181
de 180 min suivant les lois de GEV, Log normale, et Pearson III «station de Soumaa »	
Figure 170 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	181
de 360 min suivant les lois de GEV, Log normale, et Pearson III «station de Soumaa »	
Figure 171 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	182
de 15 min suivant les lois de Gumbel et Pearson III «station de Mouzaia »	
Figure 172 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	183
de 30 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Pearson III «station de Mouzaia »	
Figure 173 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	183
de 60 min suivant les lois de GEV et Gumbel «station de Mouzaia »	
Figure 174 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	184
de 120 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Pearson III «station de Mouzaia »	
Figure 175 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	185
de 180 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Pearson III «station de Mouzaia »	
Figure 176 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	185
de 360 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Pearson III «station de Mouzaia »	
Figure 177 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	186
de 15 min suivant les lois de Gumbel, Log normale et Pearson III «station de Oued Zeboudj »	
Figure 178 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	187
de 30 min suivant les lois de Gumbel, Log normale et Pearson III «station de Oued Zeboudj »	
Figure 179 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	188
de 60 min suivant les lois de Gumbel, Log normale et Pearson III «station de Oued Zeboudj »	
Figure 180 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	188
de 120 min suivant les lois de Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »	
Figure 181 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	189
de 180 min suivant les lois de Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »	
Figure 182 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée	189
de 360 min suivant les lois de Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »	
Figure 183 : Ajustement statistique des pluies sup seuils suivant la loi de Pareto «station de Mouzaia ».....	199-200
Figure 184 : Ajustement statistique des pluies sup seuils suivant la loi de Pareto «station de Soumaa »	200-201
Figure 185 : Ajustement statistique des pluies sup seuils suivant la loi de Pareto «station d'Oued Zeboudj »	202-203
Figure 186 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	203-204
de 15 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Soumaa »	
Figure 187 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	204
de 30 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Soumaa »	
Figure 188 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	205

de 60 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Soumaa »	
Figure 189 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	205-206
de 120 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Soumaa »	
Figure 190 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	206-207
de 180 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Soumaa »	
Figure 191 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée.....	207
de 360 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Soumaa »	
Figure 192 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	208
de 15 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Mouzaia »	
Figure 193 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	208-209
de 30 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Mouzaia »	
Figure 194 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	209-210
de 60 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Mouzaia »	
Figure 195 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	210
de 120 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Mouzaia »	
Figure 196 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	211
de 180 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Mouzaia »	
Figure 197 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	211-212
de 360 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Mouzaia »	
Figure 198 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	212-213
de 15 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »	
Figure 199 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	213
de 30 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »	
Figure 200 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée.....	214
de 60 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »	
Figure 201 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	214-215
de 120 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »	
Figure 202 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée	215-216
de 180 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »	
Figure 203 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée.....	216
de 360 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »	
Figure 204: Graphiques qq plot de pluie sup seuil pour la ville de soumaa.....	228
Figure 205 : Graphiques qq plot de pluie maximale annuelle pour la ville de soumaa.....	229
Figure 206 : Graphiques pp plot de pluie sup seuil pour la ville de soumaa.....	230
Figure 207 : Graphiques pp plot de pluie maximale annuelle pour la ville de soumaa	231
Figure 208 : Graphiques qq plot de pluie sup seuil pour la ville de mouzaia	232
Figure 209 : Graphiques qq plot de pluie maximale annuelle pour la ville de mouzaia.....	233
Figure 210 : Graphiques pp plot de pluie sup seuil pour la ville de mouzaia	234
Figure 211 : Graphiques pp plot de pluie maximale annuelle pour la ville de mouzaia	235

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1 : Caractéristiques des stations pluviométriques.....	47
Tableau 2 : Paramètres des lois statistiques pour la ville de Mouzaia.....	48
Tableau 3 : Paramètres des lois statistiques pour la ville de Soumaa.....	48
Tableau 4 : Paramètres des lois statistiques pour la ville de Oued Zeboudj.....	49
Tableau 5 : Comparaison des paramètres des lois statistiques pour les stations de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj.....	49
Tableau 6 : Sélection des modèles d'ajustement statistique par le critère BIC..... pour la station de SOUMAA	52
Tableau 7 : Sélection des modèles d'ajustement statistique par le critère BIC..... Pour la ville de MOUZAIA	53
Tableau 8 : Sélection des modèles d'ajustement statistique par le critère BIC..... Pour la station d'Oued Zeboudj	54
Tableau 9 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Gumbel pour la station de Soumaa suivant une durée de 15 minutes	66
Tableau 10 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Gumbel pour la station..... de Soumaa suivant une durée de 30 minutes	67
Tableau 11 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Gumbel pour la station..... de Soumaa suivant une durée de 60 minutes	67
Tableau 12 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Gumbel pour la station..... de Soumaa suivant une durée de 120 minutes	67
Tableau 13 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Gumbel pour la station..... de Soumaa suivant une durée de 180 minutes	67
Tableau 14 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Gumbel pour la station..... de Soumaa suivant une durée de 360 minutes	68
Tableau 15 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Mouzaia suivant une durée de 15 minutes	69
Tableau 16 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale..... pour la station de Mouzaia suivant une durée de 30 minutes	70
Tableau 17 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale..... pour la station de Mouzaia suivant une durée de 60 minutes	70
Tableau 18 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale..... pour la station de Mouzaia suivant une durée de 120 minutes	70
Tableau 19 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Mouzaia suivant une durée de 180 minutes	70
Tableau 20 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale..... pour la station de Mouzaia suivant une durée de 360 minutes	71
Tableau 21 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 15 minutes	72
Tableau 22 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 30 minutes	73
Tableau 23 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 60 minutes	73
Tableau 24 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale..... pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 120 minutes	73
Tableau 25 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 180 minutes	73
Tableau 26 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 360 minutes	74
Tableau 27 : Quantiles des pluies maximales annuelles Pour Mouzaia, Soumaa et Oued Zeboudj.....	76
Tableau 28 : Seuils définitifs pour les stations de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj.....	95
Tableau 29 : Paramètres des lois statistiques pour la station de Mouzaia.....	95
Tableau 30 : Paramètres des lois statistiques pour la station de Soumaa.....	96
Tableau 31: Paramètres des lois statistiques pour la station d'Oued Zeboudj.....	96
Tableau 32 : Comparaison des paramètres des lois statistiques pour les stations de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj.....	97
Tableau 33 : Sélection des modèles d'ajustement statistique par le critère BIC Pour la station de SOUMAA.....	99
Tableau 34 : Sélection des modèles d'ajustement statistique par le critère BIC Pour la station de MOUZAIA	100

Tableau 35 : Sélection des modèles d'ajustement statistique par le critère BIC.....	101
<i>Pour la station de OUED ZEBOUDJ</i>	
Tableau 36 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	112
<i>pour la station de Soumaa suivant une durée de 15 minutes</i>	
Tableau 37 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	112
<i>pour la station de Soumaa suivant une durée de 30 minutes</i>	
Tableau 38 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	112
<i>pour la station de Soumaa suivant une durée de 60 minutes</i>	
Tableau 39 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	112
<i>pour la station de Soumaa suivant une durée de 120 minutes</i>	
Tableau 40 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	113
<i>pour la station de Soumaa suivant une durée de 180 minutes</i>	
Tableau 41 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	113
<i>pour la station de Soumaa suivant une durée de 360 minutes</i>	
Tableau 42 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	115
<i>pour la station de Mouzaia suivant une durée de 15 minutes</i>	
Tableau 43 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	115
<i>pour la station de Mouzaia suivant une durée de 30 minutes</i>	
Tableau 44 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	115
<i>pour la station de Mouzaia suivant une durée de 60 minutes</i>	
Tableau 45 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	116
<i>pour la station de Mouzaia suivant une durée de 120 minutes</i>	
Tableau 46 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	116
<i>pour la station de Mouzaia suivant une durée de 180 minutes</i>	
Tableau 47 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	116
<i>pour la station de Mouzaia suivant une durée de 360 minutes</i>	
Tableau 48 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	118
<i>pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 15 minutes</i>	
Tableau 49 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	118
<i>pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 30 minutes</i>	
Tableau 50 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	118
<i>pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 60 minutes</i>	
Tableau 51 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	119
<i>pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 120 minutes</i>	
Tableau 52 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	119
<i>pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 180 minutes</i>	
Tableau 53 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle	119
<i>pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 360 minutes</i>	
Tableau 54 : Quantiles des pluies sup-seuils pour les stations de Mouzaia, Soumaa et Oued Zeboudj	121
Tableau 55: Biais relatifs entre les séries de maximums annuels (SMA)	122-123
<i>et les séries de durées partielles (SDP)</i>	
Tableau 56 : Intensités moyennes de pluies pour la station de Soumaa	127
Tableau 57 : Tableau récapitulatif des intensités moyennes de pluies pour la station de Soumaa.....	127
Tableau 58 : Intensités moyennes de pluies pour la station de Mouzaia.....	128
Tableau 59 : Tableau récapitulatif des intensités moyennes de pluies pour la station de Mouzaia.....	129
Tableau 60 : Intensités moyennes de pluies pour la station de Oued Zeboudj	129-130
Tableau 61: Tableau récapitulatif des intensités moyennes de pluies pour la station de Oued Zeboudj	130
Tableau 62 : Application de la loi de Montana pour la station de Soumaa	131
Tableau 63 : Calcul des coefficients de corrélation entre les intensités pluviales	132
<i>« théoriques et réelles » pour la station de Soumaa</i>	
Tableau 64 : Application de la loi de Montana pour la station de Mouzaia	133
Tableau 65 : Calcul des coefficients de corrélation entre les intensités pluviales	134
<i>« théoriques et réelles » pour la station de Mouzaia</i>	
Tableau 66 : Application de la loi de Montana pour la station de Oued Zeboudj	135
Tableau 67 : Calcul des coefficients de corrélation entre les intensités pluviales	136
<i>« théoriques et réelles » pour la station de Oued Zeboudj</i>	
Tableau 68 : Application de la loi de Talbo pour la station de Soumaa	137
Tableau 69 : Détermination des coefficients de Talbo pour la station de Soumaa	138
Tableau 70 : Application de la loi de Talbo pour la station de Mouzaia.....	139
Tableau 71 : Détermination des coefficients de Talbo pour la station de Mouzaia	140

Tableau 72 : Application de la loi de Talbo pour la station de Oued Zeboudj	141
Tableau 73 : Détermination des coefficients de Talbo pour la station de Oued Zeboudj.....	142
Tableau 74 : Application de la loi de Kheifer Chu pour la station de Soumaa	143
Tableau 75 : Calcul des coefficients de corrélation entre les intensités pluviales	144
« théoriques et réelles » suivant le modèle de Keifer Chu pour la station de Soumaa	
Tableau 76 : Application de la loi de Keifer Chu pour la station de Mouzaia	145
Tableau 77 : Calcul des coefficients de corrélation entre les intensités pluviales « théoriques et réelles »	146
suivant le modèle de Keifer Chu pour la station de Mouzaia	
Tableau 78 : Application du modèle de Keifer Chu sur la station de Oued Zeboudj	147
Tableau 79 : Calcul des coefficients de corrélation entre les intensités pluviales	148
« théoriques et réelles » suivant le modèle de Keifer Chu pour la station de Oued Zeboudj	
Tableau 80 : Détermination des coefficients a, b et c du modèle de Talbo amélioré	150
pour la station de Soumaa	
Tableau 81 : Détermination des coefficients a, b et c du modèle de Talbo amélioré	152
pour la station de Mouzaia	
Tableau 82 : Détermination des coefficients a, b et c du modèle de Talbo amélioré	154
pour la station de Soumaa	
Tableau 83 : Comparaison des paramètres et calcul des coefficients de Nash	155-156
Relatifs aux quatre modèles (Talbo, Montana, Talbo amélioré, et Keifer Chu)	
pour la station de Soumaa	
Tableau 84 : Comparaison des paramètres et calcul des coefficients de Nash.....	156
Relatifs aux quatre modèles (Talbo, Montana, Talbo amélioré, et Keifer Chu)	
pour la station de Mouzaia	
Tableau 85 : Comparaison des paramètres et calcul des coefficients de Nash	157
Relatifs aux quatre modèles (Talbo, Montana, Talbo amélioré, et Keifer Chu)	
pour la station de Oued Zeboudj	
Tableau 86 : Comparaison des paramètres et des erreurs quadratiques moyennes relatives établis	158
suivant les quatre modèles (Talbo, Montana, Talbo amélioré, et Keifer Chu)	
pour la station de Soumaa	
Tableau 87: Comparaison des paramètres et des erreurs quadratiques moyennes relatives établis	158-159
suivant les quatre modèles (Talbo, Montana, Talbo amélioré, et Keifer Chu)	
pour la station de Mouzaia	
Tableau 88 : Comparaison des paramètres et des RMSE pour la station de Oued Zeboudj	159
Tableau 89 : Résultats de calcul de $RMSE_{(d,T)}$ (%) pour les stations	160
de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj	
Tableau 90 : Résultats de calcul de $f_1(T)$ pour la station de Soumaa	163
Tableau 91: Résultats de calcul de $f_1(T)$ pour la station de Mouzaia	164
Tableau 92: Résultats de calcul de $f_1(T)$ pour la station de Oued Zeboudj	165-166
Tableau 93 : Résultats de calcul de $f_2(T)$ pour la station de Soumaa	167
Tableau 94 : Résultats de calcul de $f_2(T)$ pour la station de Mouzaia	168-169
Tableau 95 : Résultats de calcul de $f_2(T)$ pour la station de Mouzaia	170-171
Tableau 96 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 15 minutes	190
Tableau 97 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 30 minutes	190-191
Tableau 98 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 60 minutes.....	191
Tableau 99 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 120 minutes	191
Tableau 100 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 180 minutes	192
Tableau 101 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 360 minutes	192-193
Tableau 102 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 15 minutes	193
Tableau 103 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 30 minutes	193-194
Tableau 104 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 60 minutes.....	194
Tableau 105 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 120 minutes	194-195
Tableau 106 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 180 minutes	195
Tableau 107 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 360 minutes.....	195-196
Tableau 108 : Calcul des erreurs relatives pour la station d'Oued Zeboudj suivant une durée de 15 min	196
Tableau 109: Calcul des erreurs relatives pour la station d'Oued Zeboudj suivant une durée de 30 minutes	197
Tableau 110 : Calcul des erreurs relatives pour la station d'Oued Zeboudj suivant une durée de 60 min	197
Tableau 111 : Calcul des erreurs relatives pour la station d'Oued Zeboudj suivant une durée de 120 min	197
Tableau 112 : Calcul des erreurs relatives pour la station d'Oued Zeboudj suivant une durée de 180 min.....	198
Tableau 113 : Calcul des erreurs relatives pour la station d'Oued Zeboudj suivant une durée de 360 min	198
Tableau 114 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 15 minutes	217

Tableau 115 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 30 minutes	217-218
Tableau 116 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 60 minutes	218
Tableau 117 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 120 minutes	218-219
Tableau 118 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 180 minutes	219
Tableau 119 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 360 minutes	220
Tableau 120 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 15 minutes	220
Tableau 121 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 30 minutes.....	221
Tableau 122 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 60 minutes	221
Tableau 123 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 120 minutes	222
Tableau 124 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 180 minutes.....	222-223
Tableau 125 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 360 minutes.....	223
Tableau 126 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 15 min	223-224
Tableau 127 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 30 min	224
Tableau 128 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 60 min	225
Tableau 129: Calcul des erreurs relatives pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 120 min	225-226
Tableau 130 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 180 min	226
Tableau 131 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 360 min	226-227

تهدف هذه الدراسة إلى وضع نماذج لمنحنيات " المدة- الشدة التردد" الخاصة بالأمطار للمحطات التابعة للصومعة و موزاية الواقعتين بمتيجة حيث الارتفاعات منخفضة و كذا محطة واد الزبوج حيث التضاريس منبسطة تقريبا إن قصر سلسلة الأمطار " لكل خطوة وقت" بالصومعة و موزاية يحثنا على تطبيق تحليل ترددي استنادا إلى سلسلة من فترات جزئية " فوق العتبة " الذي يتميز عن سلسلة الحدود القصوى السنوية فيما إذا كان لهاته الأخيرة العديد من البيانات الناقصة. سيتم استخدام أربعة نماذج لتطوير منحنيات الأمطار " المدة- الشدة التردد" و هي: Kheifer Chu – و كذا Montana - " بمعلمين وبثلاثة معالم" وهناك حاجة لدراسة مقارنة لاختيار أفضل نموذج يقدم أقل خطأ نسبة إلى شدة الأمطار الحقيقية في النهاية، نقدم الصيغ المعممة لمنحنيات " المدة- الشدة التردد" لهذه المحطات الثلاث

RESUME :

Cette étude a pour but la modélisation des courbes IDF à travers les stations de Soumaa et Mouzaia situés dans la plaine Mitidja où le terrain est presque plat, et la station de Oued Zeboudj où les altitudes sont peu élevées.

La présence de courtes séries pluviométriques « pour chaque pas de temps » à Mouzaia et Soumaa nous pousse à appliquer l'analyse fréquentielle sur la base des séries de durées partielles « ou sup seuil » qui présente un avantage par rapport aux séries de maximums annuels dans le cas où ces dernières comptent plusieurs données manquantes.

Quatre modèles seront utilisés pour le développement des courbes IDF pour ces trois stations, à savoir : Le modèle de Talbo « à deux et à trois paramètres », Montana, ainsi le modèle de Kheifer Chu.

Une étude comparative est nécessaire pour choisir le meilleur modèle qui présente le minimum d'erreurs par rapports aux intensités réelles.

A la fin, on présente les formules généralisées des courbes IDF pour ces trois stations.

ABSTRACT:

This study aims to modeling IDF curves through the stations of Mouzaia and Soumaa located in full Mitidja where the terrain is almost flat, including the station of Oued Zeboudj where the altitudes are low.

The presence of short rainfall series "for each time step" to Mouzaia and Soumaa urges us to apply the frequency analysis based on the series of partial durations "or higher threshold" which presents an advantage over the series of annual maxima in if the latter have several missing data.

Four models will be used for the development of IDF curves for these three stations, namely: The model of Talbo "two-and three-parameter", Montana, and the model of Kheifer Chu.

A comparative study is needed to choose the best model that presents the least error in reporting the actual intensities. At the end, we present the generalized formulas of IDF curves for these three stations.

INTRODUCTION GENERALE

Connaitre L'intensité pluviale est d'un grand intérêt dans la gestion des eaux d'un bassin versant, soit pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques à projeter ou à entretenir, ou même pour contrôler les risques d'inondations à l'issue des pluies de forte intensité.

Cette intensité qui présente le rapport entre la hauteur de pluie et sa durée (mm/h) varie d'un endroit à l'autre suivant les conditions climatiques, l'altitude, l'exposition à la mer, la direction des vents,....etc, d'une part, et suivant la durée des précipitations d'autre part.

Hors, tout risque de disfonctionnement d'un réseau ou d'un ouvrage de protection sera associé à la fréquence d'occurrence de l'évènement pluvieux.

Sur la base de ce qui précède, plusieurs chercheurs ont établi des modèles qui lient l'intensité, la durée et la fréquence d'apparition des pluies qui permettent de tracer une famille de courbes dites courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) dont chacune représente une certaine fréquence d'occurrence ou une certaine période de retour exprimée en années.

L'établissement de ces courbes reste jusqu'à présent un point critique dans l'hydrologie depuis 1931 (suivant les travaux élaborés par Sherman) et 1932 (Bernard), voir aussi Eagleson (1970), Chow et al. (1988) et Singh (1992).

La méthodologie qui sera utilisée dans cette étude comporte plusieurs étapes distinctes dont plusieurs auteurs l'ont déjà développé (Démarée, 1985; Monhymont et al., 2004; Monhymont & Démarée, 2006).

Elle consiste à l'ajustement d'une loi statistique aux maxima annuels, à la détermination des quantiles et à leur modélisation au moyen de formules empiriques d'Intensité-Durée-Fréquence via une régression non linéaire des quantiles.

A travers cette étude, on va s'intéresser par l'établissement des courbes intensité-durée-fréquence pour les stations de Soumaâ et Mouzaia où le terrain est plat et le risque d'inondations est élevé et celle d'Oued Zeboudj qui se trouve à 400m, ceci afin de pouvoir comparer l'intensité pluviale entre les stations pluviométriques de Soumaa et de Mouzaia « qui se trouvent dans la même région climatique » et celle d'Oued Zeboudj.

Hors, les séries pluviométriques relatives aux stations de Soumaa et de Mouzaia sont courtes (maximum 15 années) ce qui nous ramène à appliquer la théorie des séries de durées partielles « ou sup-seuil » pour augmenter la taille des séries tout en gardant un seuil élevé. Cette méthode donne des résultats plus précis par rapport à celle utilisant les pluies maximales journalières (Katz et al. (2002); Madsen et al. (1997a, b))

Pour atteindre ces objectifs, trois chapitres de base seront étudiés :

Chapitre I - Recherche bibliographique : Pour mieux apprécier les notions de base des courbes IDF et les modèles appliqués dans la littérature.

Chapitre II – Etude fréquentielle : Qui est un chapitre de base permettant de déterminer les quantiles par l'ajustement d'une loi statistique aux maximums annuels et aux séries tronquées « sup-seuil » en utilisant le logiciel HYFRAN

Chapitre III – Modélisation des courbes IDF : Pour sélectionner le meilleur modèle d'établissement des courbes IDF parmi quatre modèles les plus utilisés dans la littérature, à savoir : Modèle de Talbo (à deux paramètres), Montana, Talbo (à trois paramètres), et le modèle de Kheifer Chu.

A la fin de notre étude, nous allons établir les formules généralisées permettant de tracer les courbes IDF caractérisant les stations pluviométriques de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj.

INTRODUCTION :

Les courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) sont des outils d'utilisation courante pour la conception d'ouvrages hydrauliques, son importance nous ramène à donner des notions de base relatives à la construction de ces courbes, les modèles utilisés, et la méthodologie du travail, ce qui est l'objectif principal de ce chapitre

I-1 NOTION D'INTENSITE MOYENNE SUR UNE DUREE:

L'intensité moyenne d'une averse s'exprime par le rapport entre la hauteur de pluie observée et la durée t de l'averse :

$$i_m = \frac{h}{t} \dots\dots\dots(1)$$

Où i_m est l'intensité moyenne de pluie [mm/h, mm/min ou l/s.h], h la hauteur de pluie de l'averse [mm] et t la durée de l'averse [h ou min].

L'intensité des précipitations varie à chaque instant au cours d'une même averse suivant les caractéristiques météorologiques de celle-ci. Plutôt que de considérer l'averse entière et son intensité moyenne, on peut s'intéresser aux intensités observées sur des intervalles de temps au cours desquels on aura enregistré la plus grande hauteur de pluie, on parle alors d'intensité maximale (André Musy et Christophe Higy, 2004).

I-2 NOTION DE TEMPS DE RETOUR :

Par définition la probabilité est le rapport du nombre d'événement favorable au nombre total d'événement. Souvent à un événement est associé une durée (il y a par exemple une crue maximale annuelle chaque année). La fréquence peut alors se définir également comme étant le nombre d'événement favorable sur le nombre total de durées. On définit alors le temps de retour T comme l'inverse de la fréquence au non-dépassement $F(x)$ [ou probabilité de non dépassement]

$$T = \frac{1}{F(x)} \text{ si } F(x) < 0,5 \text{ tel que : } F(x) = P(X \leq x) \dots\dots\dots(2)$$

$$T = \frac{1}{F_1(x)} \text{ si } F_1(x) < 0,5 \text{ tel que : } F_1(x) = 1 - F(x) \dots\dots\dots(3)$$

I-3 NOTION D'UNE COURBE IDF :

L'intensité de la pluie (le I d'IDF) est très variable. Aux profanes cette variabilité peut sembler totalement aléatoire. Pour celui qui s'y intéresse d'un peu plus près, même s'il n'est pas météorologue, il apparaît toutefois qu'il y a certaines « règles » observables qui régissent le phénomène.

De l'observation on déduit que, « en moyenne », plus la durée analysée (le D d'IDF) augmente, plus l'intensité diminue : les averses les plus brèves sont souvent les plus violentes ; au contraire les longues pluies, d'automne par exemple, sont généralement assez « tranquilles » (de faible intensité).

Cette tendance à l'augmentation de l'intensité lorsque la durée diminue, ou inversement à la diminution de l'intensité lorsque la durée augmente, n'est toutefois qu'une moyenne.

Pour mieux caractériser le phénomène on associe à chaque événement une probabilité d'apparition qui présente le temps de retour : tel événement se produit, en moyenne sur une longue période, toutes les x années. On parle de fréquence d'apparition (le F d'IDF) - (Paul Meylan et André Musy, 1999).

L'analyse des pluies a permis de définir deux lois générales de pluviosité qui peuvent s'exprimer de la manière suivante :

Pour une même fréquence d'apparition – donc un même temps de retour – l'intensité d'une pluie est d'autant plus forte que sa durée est courte.

Ou encore, en corollaire :

A durée de pluie égale, une précipitation sera d'autant plus intense que sa fréquence d'apparition sera petite (donc que son temps de retour sera grand) - (André Musy et Christophe Higy, 2004).

Donc, par l'observation soigneuse des précipitations et l'analyse statistique des résultats ; il est possible d'établir une « loi » de comportement qui lie l'intensité, la durée et la fréquence : c'est une courbe IDF.

D'une façon précise ; Un ensemble de courbes IDF pour les précipitations (Ven Te Chow, 1964; Réménieras, 1972) constitue une relation entre l'intensité moyenne de la pluie (mesurée en mm h^{-1}), la durée ou le temps d'agrégation de cette pluie (mesurée en minutes) et la fréquence de l'événement pluvieux (mesurée en années^{-1}).

I-4 UTILISATION DES COURBES IDF :

Les courbes IDF ne sont pas une fin en soi, mais sont construites dans un but bien précis. Elles permettent d'une part de synthétiser l'information pluviométrique au droit d'une station donnée et, d'autre part, de calculer succinctement des débits de projet et d'estimer des débits de crue ainsi que de déterminer des pluies de projet (« pluie d'entrée ») utilisées en modélisation hydrologique (André Musy et Christophe Higy, 2004).

L'information sur la pluviométrie est de première importance pour la vie quotidienne. Plus spécifiquement les ingénieurs (ingénieurs civils et du génie rural en particulier) ont besoin de connaître les paramètres de la pluie probable afin de dimensionner les ouvrages qu'ils projettent ou qu'ils entretiennent. Les autorités ont, elles mêmes besoins de ces mêmes paramètres pour décider des objectifs de protection. (Paul Meylan et André Musy, 1999) L'application de la méthode rationnelle par exemple nécessite, en plus de la surface du bassin versant considéré, l'identification des différents coefficients qui la caractérisent à savoir, le coefficient de ruissellement du bassin versant, le temps de concentration (qui représente la durée dans les courbes IDF) ainsi que l'intensité moyenne maximale de la pluie pour un certain temps de retour ; cette dernière est obtenue sur la base des courbes IDF pour le bassin ou la région concernée (André Musy et Christophe Higy, 2004).

I-5 CONSTRUCTION DE COURBE IDF :

Si on symbolise l'intensité moyenne de pluie par i (exprimée en mm h^{-1}), la durée d'agrégation de la pluie par d (exprimé en min) et la période de retour par T (exprimée en années) ; la relation IDF s'exprime mathématiquement par:

$$i = f(T, d)$$

Koutsoyiannis et al. (1998) généralisent les modèles proposés pour l'établissement des courbes IDF par :

$$i = \frac{a(T)}{b(d)} \dots \dots \dots (4)$$

La relation IDF décrit une famille de courbes parallèles, lorsqu'elle est représentée dans un système d'axes doublement logarithmique. Et comme c'est mentionné auparavant, l'intensité pluvieuse diminue avec la durée d'agrégation et augmente avec la période de retour, c'est-à-dire que les intensités sont d'autant plus faibles que la durée est plus longue (Réménieras, 1972). Cela implique que la fonction i doit être une fonction décroissante et ne peut donc présenter de bosses. Cette propriété permet de pallier sans problème le saut entre 2 et 24 h dans la modélisation des courbes IDF.

Les modèles établis présentent cet aspect. En outre, pour les durées d'agrégation courtes, les courbes IDF des précipitations doivent présenter une courbure orientée vers le bas, car l'intensité

instantanée (c'est à dire pour une durée d'agrégation tendant vers zéro) est une grandeur physique et par conséquent une grandeur finie (Tamara Benabdesselam et Yahia Hammar, 2009).

I-5-1 CONSTRUCTION STATISTIQUE :

Lorsqu'on dispose suffisamment de données, il est préférable de déterminer les courbes IDF à partir de ces dernières. A partir du jeu de données couvrant une période de n années, on peut par exemple déterminer les n plus fortes intensités pour diverses durées de précipitations – par exemple 6, 15, 30, 45, 60, 90 minutes, ce qui suppose qu'une analyse des précipitations a été effectuée. Sur la base de cette analyse, il convient alors de calculer la fréquence de dépassement de chacune des valeurs. Un tel calcul permet donc de déterminer divers couples d'intensité, durée, fréquence qu'il convient ensuite de reporter sur une représentation graphique. Il reste alors à extrapoler l'allure générale des courbes IDF (André Musy et Christophe Higy, 2004).

I-5-2 CONSTRUCTION STATISTIQUE SUIVANT L'ANRH :

Le modèle de base (Ramoul.A ANRH 1998) qui conduit à l'établissement des courbes intensité-durée-fréquence ou IDF est donné par :

$$\frac{P_t}{P_{j \max}} = at^b \dots\dots\dots(5)$$

Avec:

P_t : pluie correspondant au pas de temps t en (mm).

$P_{j \max}$: pluie journalière maximale en (mm).

t : pas de temps en heure ou en minute.

a et b paramètres climatiques.

On détermine à partir des dépouillements les quantités de pluies afférentes aux différents pas de temps fixés et on sélectionne les valeurs journalières maximales des averse. On obtient ainsi une série de données pour chaque pas de temps.

L'analyse fréquentielle consiste à ajuster les hauteurs de pluie pour différents pas de temps suivant diverses lois de probabilité. Pour ce cas de figure, les lois qui sont usuellement utilisées sont celles des valeurs extrêmes.

A l'aide de cet ajustement et pour des fréquences au non dépassement correspondant aux périodes de retours T, on détermine pour les différents pas de temps les hauteurs ou les valeurs de pluie correspondantes et les pluies maximales journalières. Les résultats obtenus sont utilisés pour l'estimation des paramètres a et b de la relation suivante après sa linéarisation sous la forme:

$$Ln \frac{P_t}{P_{j \max}} = Lna + bLnt \dots\dots\dots(6)$$

Les couples $(Lnt, Ln \frac{P_t}{P_{j \max}})$ pour chaque période de retour sont portés sur un graphique . L'ensemble des couples forme un nuage de points très resserrés s'ajustant correctement suivant un modèle linéaire du type $Y=AX+B$. Par comparaison des deux équations, on détermine les paramètres a et b (Riou Bensotra Mohamed, 2008).

I-6 MODELISATION DES COURBES IDF :

La modélisation des courbes IDF consiste en l'ajustement d'une équation empirique aux quantiles estimés pour une période de retour spécifiée.

Plusieurs modèles empiriques ont été proposés pour l'établissement des courbes IDF.

Dans le présent travail, on va appliquer quatre modèles les plus utilisés dans le monde :

I-6-1 MODELE DE MONTANA (appelé aussi MODELE DE BERNARD) :

$$I(d) = ad^{-b} \dots\dots\dots(7)$$

où a et b sont les deux paramètres de la loi.

i : L'intensité pluviale en fonction de la durée d de l'averse pour un temps de retour T

Ce modèle a été préconisé par l'hydrologie traditionnelle française (Réménérias, 1972) et convient bien aux plus longues durées d. La formule dite Montana est empirique mais constitue une référence en France pour le dimensionnement des systèmes d'assainissement des agglomérations.

Une formulation élémentaire de la formule de Montana se trouve aussi dans le nouveau guide français de l'assainissement (CERTU, 2003). Les coefficients ainsi déterminés sont ensuite insérés dans la formule de Caquot pour calculer les débits des eaux pluviales (Bernard et Mohyout ; Gaston R. Demarée, 2006).

ESTIMATION DES PARAMETRES a ET b DE LA LOI DE MONTANA:

L'estimation des paramètres a et b de la loi de Montana peut être réalisée par :

- ✓ La méthode des moindres carrés,
- ✓ ou par régression non linéaire de la façon suivante:

$$\ln I(d) = \ln a - b \ln d \dots\dots\dots(8)$$

Dans un graphique en coordonnées doublement logarithmiques (Lnd , Ln I(d)) , la loi de Montana est représentée par une droite ayant une équation de type :

$$Y = -AX + B \dots\dots\dots(9)$$

Par comparaison des deux équations (8 et 9), on obtient :

$$-A = -b \text{ et } B = \ln a \dots\dots\dots(10)$$

I-6-2 MODELE DE TALBOT :

Pour un temps de retour T donné l'intensité I [mm/h] d'une pluie de durée d [min] s'écrit :

$$I(d) = \frac{a}{b + d} \dots\dots\dots(11)$$

où a et b sont les paramètres de la loi.

Cette loi est bien adaptée pour les faibles durées de pluie (Le Minh Nhat, Y.Tachikawa, T.Sayama, K.Takara, 2006).

ESTIMATION DES PARAMETRES a ET b DE LA LOI DE TALBOT:

En appliquant la méthode des moindres carrés, on trouve :

$$a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{i=N} I_i (d_i + b) \dots\dots\dots(12) \quad \text{et} \quad b = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} A_i B_i}{\sum_{i=1}^{i=N} A_i^2} \dots\dots\dots(13) \quad \text{avec :}$$

$$A_i = I_i - \frac{\sum_{i=1}^{i=N} I_i}{N} \dots\dots(14) \quad \text{et} \quad B_i = I_i d_i - \frac{\sum_{i=1}^{i=N} I_i d_i}{N} \dots\dots(15)$$

I-6-3 MODELE DE TALBOT- AMELIORE (appelé aussi MODELE DE SHERMAN) :

La loi de Talbo améliorée s’écrit sous la forme suivante :

$$I = \frac{a}{(d + c)^b} \dots\dots\dots(16)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{b} \ln I - \ln \{a^{\frac{1}{b}} - (I^{\frac{1}{b}} \cdot c)\} = -\ln d \dots\dots\dots(17)$$

qui prend la forme de : $y = ax+b$

Ce qui nous permettra de déterminer le coefficient b par régression non linéaire (sous EXCEL) (Tamara Benabdesselam et Yahia Hammar, 2009 ; Le Minh Nhat, Y.Tachikawa, T.Sayama, K.Takara, 2006).

On peut aussi faire le même travail pour déduire les coefficients a et c en se basant sur l’équation suivante :

$$(16) \Rightarrow c \cdot I^{\frac{1}{b}} - a^{\frac{1}{b}} = -(I^{\frac{1}{b}}) \cdot d \dots\dots\dots(18)$$

I-6-4 MODELE DE KEIFER-CHU (appelé aussi MODELE DE KIMIJIMA) :

La loi de Keifer-Chu s’écrit sous la formule suivante :

$$I = \frac{a}{d^b + c} \dots\dots\dots(19)$$

$$D'où \quad I \cdot d^b = (-c) \cdot I + a$$

$$\Rightarrow \ln I = -b \ln d + \ln(a - (c \cdot I)) \dots\dots\dots(20)$$

Qui ressemble à l’équation établie par le modèle de Montana avec le même coefficient b , mais le coefficient a établi par Montana se transforme en : $a - (c \cdot I)$ (Tamara Benabdesselam et Yahia Hammar, 2009 ; Le Minh Nhat, Y.Tachikawa, T.Sayama, K.Takara, 2006).

I-7 SIGNIFICATION DES PARAMETRES CARACTERISANT LES COURBES IDF :

Les coefficients a , b et c sont des paramètres climatiques locaux où :

« a » est un paramètre dépendant de la période de retour T (Koutsoyiannis et al, 1998)

$$a(T) = \lambda \cdot T^k \quad \text{ou} \quad a(T) = c + \lambda \ln T \dots\dots\dots(21)$$

k est un paramètre adimensionnel

λ et c sont des paramètres ayant les mêmes dimensions que celle de la variable aléatoire $a(T)$

Sur la base des travaux établis par Mohyont et al. (2004), $a(T)$ peut être déterminé théoriquement par la fonction de distribution de probabilité caractérisant l'intensité pluviale $I(d)$ suivant la formule suivante :

$$a(T) = y_t = a(T) = F_y^{-1}\left(1 - \frac{1}{T}\right) \dots \dots \dots (22)$$

« b » est un paramètre climatique dépendant de la zone d'étude, sa valeur est comprise entre 0 et 1. Pour une zone d'études, la variation de ce paramètre dépend de la période de retour T .

b caractérise la pente des courbes IDF.

« c » est un paramètre indiquant l'ampleur de recourbement, il est généralement exprimé en minutes (Tamara Benabdesselam et Yahia Hammar, 2009 ; G.I Okonkwo and C.C Mbajiorgu, 2010).

I-8 METHODOLOGIE DU TRAVAIL :

La méthodologie d'établissement des courbes IDF est constituée de trois étapes :

Première étape : Une distribution de probabilité est ajustée à chaque échantillon de chaque durée.

Deuxième étape : On détermine les quantiles correspondant à plusieurs périodes de retour spécifiées, en utilisant la distribution ajustée

Dernière étape : On modélise les courbes IDF en ajustant une équation empirique sur les quantiles estimés pour chaque période de retour au moyen des régressions non linéaires.

I-9 L'ANALYSE FREQUENTIELLE :

L'analyse fréquentielle est une méthode statistique de prédiction consistant à étudier les évènements passés, caractéristiques d'un processus donné, afin d'en définir les probabilités d'apparition future. Cette prédiction est basée sur l'ajustement d'une loi de probabilité à la série des observations passées.

L'analyse fréquentielle se base sur les critères suivants :

- Définition des buts de l'analyse,
- Constitution de la série de données,
- Contrôle de la série de données,
- Choix du modèle fréquentiel,
- Ajustement du modèle fréquentiel,
- Contrôle de l'ajustement,
- Analyse des incertitudes,
- Exploitation du modèle fréquentiel (Paul Meylan, Anne-Catherine Favre, André Musy, 1999).

I-10 L'ÉCHANTILLONNAGE :

L'échantillonnage est exécuté par sélection d'événements de durée variable, par la digitalisation des hauteurs de pluie pour chaque épisode pluvieux.

L'exploitation des données numériques livrées par les services de l'ANRH (BLIDA) sous forme de fichiers DOS a permis de déterminer les quantités de pluies suivant les pas de temps de 15 min, 30 min, 1h, 2h, 3h et 6h.

La série des pluies maximales annuelles pour Mouzaia et Soumaa comportent des données insuffisantes pour mieux représenter les échantillons, ce qui nous ramène à exécuter deux types d'échantillonnage :

l'échantillonnage par valeurs maximales par bloc (dans notre étude, un bloc correspond à un an et P_{maxj} est le maximum annuel) : qui consiste à sélectionner pour chaque année la pluie observée la plus élevée.

et l'échantillonnage par valeurs supérieures à un seuil (SUPSEUIL ou séries des durées partielles) : qui consiste quant à lui à choisir un seuil, puis à sélectionner les pointes des événements dépassant ce seuil.

I-11 METHODE DE DEPASSEMENT DES SEUILS :**I-11-1 Définition :**

La méthode des excès au-delà d'un seuil (ou Peak Over Threshold, POT) repose sur le comportement des valeurs observées au-delà d'un seuil donné. En d'autres termes, elle consiste à observer non pas le maximum ou les plus grandes valeurs mais toutes les valeurs des réalisations qui excèdent un certain seuil élevé. L'idée de base de cette approche consiste à choisir un seuil suffisamment élevé et à étudier les excès au-delà de ce seuil.

Cette méthode initialement développée par Pickands [1975] et abondamment étudiée par divers auteurs tels que de Smith [1987], Davison et Smith [1990], ou Reiss et Thomas [2001] conduit habituellement à de meilleurs ajustements que la méthode par maxima annuels car elle prend en compte l'ensemble de l'information disponible (Lang et al., 1999). Le choix du seuil de référence conditionne la qualité des résultats (Mousavi, 1997)

I-11-2 Mise en œuvre de la méthode sup-seuil :

L'échantillonnage par valeurs supérieures à un seuil (POT) permet de mieux prendre en compte l'information contenue dans chacune des années de la chronique contrairement à la méthode des maxima annuels qui ne retient qu'une seule valeur par an. Pour des échantillons de même taille, l'erreur quadratique entre quantiles estimés et théoriques peut être deux à trois fois plus faible en utilisant un échantillonnage par valeurs supérieures à un seuil (Lang, 1995). Cependant, le choix des paramètres d'échantillonnage (seuil retenu et critère temporel d'indépendance entre événements consécutifs) conditionne la qualité des ajustements (Vincent Moron & François Sabatier, 2003).

I-11-3 Distribution GPD :

Les séries tronquées peuvent être modélisés par une loi de Pareto généralisée (GPD, Generalised Pareto Distribution) :

$$F(X_S) = 1 - \left[c \frac{(X_S - a)}{b} \right]^{1/c} \dots\dots\dots (23)$$

avec X_s la pluie sup seuil

a, b, c paramètres de Jenkinson (GEV)

Et les quantiles se déduisent de la relation suivante :

$$X_p(T) = \frac{b}{c} [1 - (1 - F(x))^c] + a \dots \dots \dots (24)$$

avec $F(x)$ probabilité de dépassement de X_p dans la série tronquée

Si c tend vers 0, la relation tend vers une loi Exponentielle

En effet, les séries tronquées sont souvent modélisées par une loi exponentielle

L'approche utilisée pour ajuster un modèle GPD aux données consiste à effectuer la procédure suivante: Nous possédons des réalisations x_1, \dots, x_n supposées indépendantes et censées parvenir d'une distribution commune F_x . Les événements extrêmes sont identifiés en fixant un seuil élevé u et en déterminant les observations qui excèdent le seuil, c'est à dire $\{x_i : x_i > u\} = \{x_{(1)}, \dots, x_{(k)}\}$. Une fois les observations extrêmes repérées, alors $y_i = x(i) - u$ ont une loi qui peut être approximée par un membre de la famille de distributions Pareto (Huser Raphaël, 2007).

I-11-4 Distribution de la loi Exponentielle :

Cette loi est un cas particulier de la loi de Pareto généralisée correspond à la distribution des excès au dessus d'un seuil d'une loi des extrêmes généralisée. Elle est utilisée pour la modélisation des séries tronquées (séries des durées partielles) – (Nicolas Romieux, 2011)

La fonction de répartition de cette loi est :

$$F(X_s) = 1 - \exp^{-(X_s - S_0)/Gd} \dots \dots \dots (25)$$

Avec : X_s la valeur sup seuil

S_0 le seuil sélectionné

G_d le gradex

Les quantiles se déduisent alors de la relation suivante

$$X_p = -Gd \cdot \ln[1 - F(x)] + S_0 \dots \dots \dots (26)$$

Avec $F(x)$ est la probabilité de dépassement de X_p dans la série tronquée

Le maximum convenablement normalisé de la loi exponentielle converge vers la loi de Gumbel. Cette loi appartient au domaine d'attraction maximal de Gumbel.

I-11-5 Méthodes d'estimation du seuil :

Un seuil trop élevé produit très peu de valeurs pour l'analyse. Un seuil trop bas assure une série avec plus d'observations, mais dans ce cas le fondement asymptotique de la loi GPD risque de ne pas être assuré, ce qui mène à une analyse biaisée.

Généralement, u est déterminé :

- Soit graphiquement en exploitant la linéarité de la fonction d'excès moyenne $e(u)$ pour la GPD (Embrechts et al, 1997).
- Beirlant et al. [1996] ont suggéré de choisir le seuil u qui minimise l'erreur quadratique moyenne asymptotique de l'estimateur de Hill de l'indice de queue, tout en supposant que F appartient au domaine d'attraction maximale de Fréchet.

- Parmi d'autres, Hall [1990] ; Danielsson et al. [2001], ont introduit des approches Bootstrap pour trouver le seuil optimal.
- Une autre méthode utilisée par plusieurs auteurs (McNeil et Frey, 2000 ; Raggad, 2007 ; Marimoutou et al, 2009) consiste à choisir un seuil aléatoire. En fait, ils prennent k observations excédentaires et le k peut être déterminé par des méthodes Monte-Carlo (Bechir RAGGAD,2009).

1ère méthode: Mean residual life plot

Supposons que la distribution de $X - u_0$ conditionnellement au seuil u_0 puisse être approchée par une loi GPD avec les paramètres d'échelle α_{u_0} et de forme k , alors sa moyenne prend la forme :

$$E(X - u_0 | X > u_0) = \frac{\alpha_{u_0}}{1+k}, \text{ avec } k > -1 \dots \dots \dots (27)$$

Si la loi GPD est valide pour un seuil u_0 , alors elle devra l'être pour tout seuil $u > u_0$, avec le même paramètre de forme, le paramètre d'échelle vérifie :

$$\alpha_u = \alpha_{u_0} - k (u - u_0) \dots \dots \dots (28)$$

Dans ce cas pour la moyenne on a :

$$E(X - u | X > u) = \frac{\alpha_u}{1+k} = \frac{\alpha_{u_0} - k(u - u_0)}{1+k} \dots \dots \dots (28)$$

Ainsi, $E (x-u / x>u)$ est une fonction linéaire en u et peut être estimée simplement par la moyenne empirique des dépassements observés de u . La recherche du seuil u_0 à partir duquel la loi GPD est valide, se fait graphiquement. Le graphe de la fonction $E(X - u | X > u)$ estimée empiriquement par rapport à u représente les points :

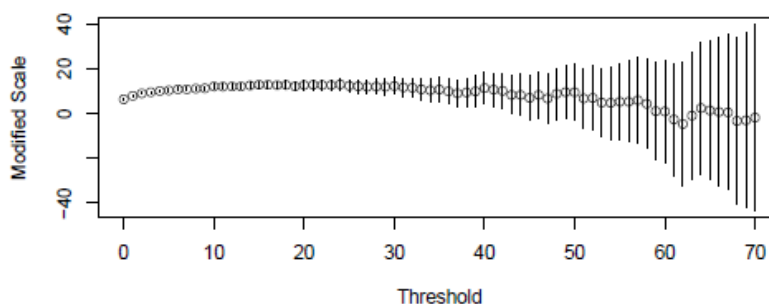
$$\left\{ \left(u, \frac{1}{n_u} \sum_{i=1}^{n_u} (X_i - u) \right) : u \leq X_{max} \right\} \dots \dots \dots (29)$$

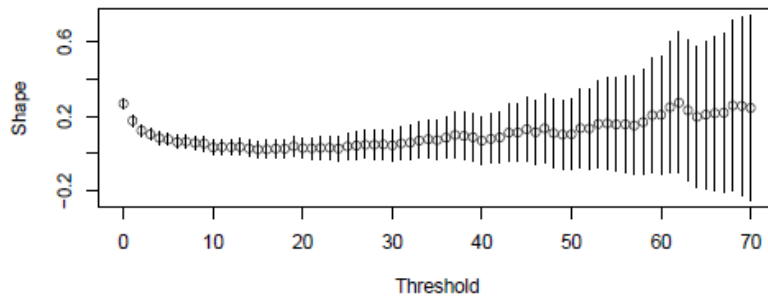
où (X_1, X_2, \dots, X_n) sont les observations qui dépassent le seuil u et X_{max} est la plus grande valeur de X . Ce graphe est appelé mean residual life plot (Coles, 2001) ou mean excess plots.

La fonction $E(X - u | X > u)$ représente la valeur moyenne des dépassements au-dessus du seuil u (Goubanova Katerina, 2007).

2ème méthode :

Afin d'affiner la pertinence de notre choix de seuil, qui s'avère être primordial dans la qualité du modèle, on peut utiliser en parallèle une seconde méthode. Pour cela, il faut estimer le modèle GPD pour une série de seuils , et évaluer ξ (shape) et σ^* (modified scale). Nous obtenons par exemple les graphiques suivants :





Sur ces graphiques, il apparaît que les paramètres demeurent relativement constants au-delà d’un seuil situé entre 20 et 30. En effet, si l’on tient compte des intervalles de confiance, nous pouvons remarquer que les graphes sont courbés jusqu’à $u = 20-30$ puis ensuite restent plus ou moins horizontaux. Cela nous conduit à choisir un seuil situé entre 20 et 30 car cela correspond à un modèle GPD qui réduit au maximum la variance des estimations, tout en conservant un biais assez faible par rapport à la loi limite (Huser Raphaël, 2007).

3^{ème} méthode : Estimateur de Hill

L’estimateur de Hill de l’indice de queue de la loi GPD a été étudié par Mason (1982), Goldie et Smith (1987) et Rootzèn et al. (1992). La méthode consiste à ordonner les observations par ordre décroissant $X_1 \geq X_2 \geq \dots \geq X_n$, l’indice de queue étant donné par l’équation ci-dessous avec N_u , le nombre d’observations supérieures au seuil u :

$$\hat{\xi} = \frac{1}{N_\mu} \sum_{i=1}^{N_\mu} \ln \left(\frac{X_i}{X_{N_\mu+1}} \right) \dots \dots \dots (30)$$

Il s’agit de sélectionner graphiquement le nombre d’excès au-delà duquel la valeur de l’indice de queue ξ devient stable. Selon Dress, de Haan et Resnick (1998), cette méthode serait particulièrement bien adaptée aux distributions d’excès convergeant vers une GPD en assurant un bon équilibre entre biais et variance. L’estimateur de Hill n’est valable que pour les distributions de Fréchet.

4^{ème} méthode : bootstrap

Puisque les seuils correspondent à des quantiles, la variance peut être estimée par la méthode du bootstrap qui consiste à tirer, avec remise, K échantillons de même taille que l’échantillon considéré (classe de risque). On obtient ainsi une suite de quantiles. Les covariances sont également estimées par la méthode du bootstrap (Beran et Srivastava, 1985) : pour chaque échantillon, on détermine un seuil par chacune des méthodes, obtenant ainsi des p -uples. Les temps de mise en œuvre et de calcul sont assez longs. Cette démarche est appliquée pour chaque variable aléatoire u_i .

Plus précisément si \hat{u}_k désigne l’estimation de u_k (seuil) dans l’échantillon k ($k=1,2,\dots,K$), on a :

$$\hat{u} = \frac{1}{K} \sum_{K=1}^K \hat{u}_K \dots \dots \dots (31)$$

et la variance de \hat{u} est estimée par :

$$\hat{V}(\hat{u}) = \frac{1}{K-1} \sum_{K=1}^K (\hat{u}_K - \hat{u})^2 \dots \dots \dots (32)$$

Si v est un estimateur du seuil u obtenu par une autre méthode, on définit de façon analogue aux expressions (31) et (32), et l'estimateur de la variance de v , l'estimation de la covariance est alors donnée par :

$$c\hat{ov}(\hat{u}, \hat{v}) = \frac{1}{K-1} \sum_{k=1}^K (\hat{u}_k - \hat{u})(\hat{v}_k - v_k) \dots \dots \dots (33)$$

où le couple (\hat{u}_k, v_k) est obtenu lors du k ème tirage bootstrap.

Le calcul des $\hat{V}(\hat{u})$ permet d'estimer α , puis d'obtenir une estimation du seuil pour cette méthode mixte de minimisation de la variance (Noureddine Benlagha, Michel Grun-Réhomme, Olga Vasechko, 2009).

5^{ème} méthode:

Madsen et al (1994) ont proposé d'utiliser pour les modèles régionaux des séries des durées partielles un seuil régional δ_R défini comme étant la moyenne des seuils locaux calculé à partir de l'équation suivante :

$$\delta_R = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^N E_i(x) + \rho S_i(x) \dots \dots \dots (34)$$

Avec $E_i(x)$ et $S_i(x)$ respectivement la moyenne et l'écart-type des données maximales journalières au site i ,

N , le nombre total de sites et ρ un facteur fréquentiel dont les valeurs devraient être comprises entre 3 et 3,5 selon Madsen et al (1994)- (Ahmadi Kingumbi – Alain Mailhot, 2010).

6^{ème} méthode :

Cette méthode est développée par Lang (1999) qui conseille de retenir pour seuil la valeur la plus élevée telle que le nombre moyen de dépassement du seuil soit supérieur à 2. Le seuil est déterminé en faisant présenter le nombre moyen de dépassement par an en fonction des seuils proposés, et le point d'intersection sera considéré comme un seuil optimal (Vincent Moron & François Sabatier, 2007).

I-12 DISTRIBUTION DE PROBABILITE DES VALEURS EXTREMES :

I-12-1 PRESENTATION DU LOGICIEL HYFRAN :

HYFRAN est un logiciel d'ajustement de lois statistiques permettant en particulier l'analyse statistique d'événements extrêmes et de manière plus générale l'analyse statistique de séries de données.

HYFRAN a été développé par l'Institut National de la Recherche Scientifique – Eau Terre et Environnement (INRS-ETE) de l'Université du Québec avec le parrainage d'Hydro-Québec (le principal producteur d'énergie d'origine hydroélectrique au monde) et du Conseil de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie du Canada (CRSNG).

Dans le cadre de notre travail, ce logiciel va nous permettre :

- De donner les différentes caractéristiques de la série des données pluviométriques ;
- D'exécuter les ajustements nécessaires avec les graphiques correspondant ;
- De comparer les résultats d'ajustement de plusieurs lois statistiques au même ensemble de données.

I-12-2 AJUSTEMENT STATISTIQUE DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES :

La première étape de notre travail consiste à ajuster la distribution de probabilité pour chaque échantillon de pluie de chaque durée, pour cela, la méthodologie appliquée sera basée sur la technique des maxima annuels.

En Algérie ; la méthodologie d'établissement des courbes IDF est basée généralement sur l'utilisation du modèle statistique de Gumbel (Achite et Meddi, 2005). Or, de récentes études (Chaouche et al., 2002; Koutsoyiannis, 2003; Coles et al., 2003; Barco et Chaouche, 2006) ont remis en cause la prédominance de la loi Gumbel ; ainsi de nombreux auteurs ont préféré l'usage de la loi GEV (General Extreme Value) pour la modélisation des maxima annuels des précipitations dans différentes régions climatiques (Onibon et al., 2004; Sisson et al., 2006 Muller et al., 2008; Overeem et al., 2008).

Dans le cas de notre travail ; et pour les pluies maximales annuelles ; on va présenter les ajustements statistiques suivant quatre lois : GEV (loi des valeurs extrêmes généralisées), Gumbel, Log-normale, ainsi que la loi de Pearson III.

a- LA LOI GEV ET LA LOI GUMBEL :

La loi GEV est une loi à trois paramètres et la loi Gumbel est le cas particulier de la loi GEV pour k (paramètre de forme) égal à zéro. Les fonctions de distribution cumulées de ces lois sont données par Jenkinson (1955):

$$F(x) = \exp \left\{ - \left[1 - K \frac{(x-\zeta)}{\alpha} \right]^{\frac{1}{K}} \right\} \text{ pour } K \neq 0 \dots \dots \dots (35)$$

$$F(x) = \exp \left\{ - \exp \left[- \frac{(x-\zeta)}{\alpha} \right] \right\} \text{ pour } K = 0 \dots \dots \dots (36)$$

où α , ζ et k représentent respectivement, les paramètres d'échelle, de position et de forme.

Le grand intérêt de ces lois est que leurs fonctions de distribution sont facilement inversibles, ce qui permet d'obtenir aisément les fonctions d'estimation des quantiles qui se présentent sous la forme:

$$x(F) = \zeta + \frac{\alpha}{K} \{ 1 - [-\ln(1 - T^{-1})]^K \} \text{ pour } K \neq 0 \dots \dots \dots (37)$$

$$x(F) = \zeta - \alpha \ln \{ -\ln[1 - T^{-1}] \} \text{ pour } K = 0 \dots \dots \dots (38)$$

où T est la période de retour ($T=1/(1-F)$) et F est la fréquence au non dépassement.

Les paramètres des distributions Gumbel et GEV sont déterminés par la méthode du maximum de vraisemblance

Les avantages de la loi de distribution GEV sont :

- GEV est beaucoup plus souple puisqu'elle peut décrire un nombre infiniment grand de densités différentes.
- La densité GEV conduit toujours à des estimations plus importantes que celles issues de la loi de Gumbel (du moins lorsque k est positif), ce qui, du point de vue de l'analyse de risque, est préférable (Koutsoyiannis, 2004).

La loi GEV est d'usage répandu pour la modélisation des valeurs extrêmes des phénomènes naturels, que ce soit en météorologie ou en hydrologie

Parmi les inconvénients, on cite :

- l'estimation des paramètres est beaucoup moins précise, spécialement avec des petits échantillons.

- une application automatique de cette loi à divers stations entraînera une variabilité intolérable du paramètre k (celui-ci sera tantôt positif, tantôt négatif) – (Bernard Mohymont & Gaston R. Demarée, 2006).

La loi de Gumbel a l'avantage d'être très connue par les ingénieurs qui l'utilisent dans le cadre des travaux sur la fiabilité des infrastructures hydrauliques. La simplicité du calcul de la distribution de Gumbel et la configuration géométrique du tracé sur échelle linéaire de probabilité a été un élément qui a contribué à sa popularité.

C'est une loi très employée en hydrologie pour :

- les débits instantanés maximum annuels ;
- les volumes de crue sur une durée fixée, maximum annuels ;
- les intensités de pluie maximales annuelles ou mensuelles.

Cependant, de récents travaux ont montré que la distribution exacte des maxima à la loi de Gumbel pour de longues séries fait de la distribution de Gumbel une approximation inadéquate (Koutsoyiannis, 2003, 2004 ; A. BENKHALED, 2007).

b- LA LOI DE GALTON (ou LOG NORMALE) :

Cette loi de probabilité est donnée par l'expression suivante:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left\{ -\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2} \right\} \dots\dots\dots(39)$$

Avec μ et σ sont des paramètres de la fonction.

Cette loi peut être justifiée (Chow, 1954) en argumentant que l'apparition d'un évènement hydrologique résulte de l'action combinée d'un grand nombre de facteurs qui se multiplient.

Cette loi permet d'évaluer les valeurs extrêmes de cumuls mensuels ou saisonniers, mais au-delà de 4 fois la longueur de la série de données, les estimations sont fournies à titre purement indicatif (Paul Meylan, Anne-Catherine Favre, André Musy, 1999).

c- LA LOI DE PEARSON TYPE III :

Il s'agit d'une loi à deux ou trois paramètres suivant que $\gamma=0$ ou non. Cette distribution convient pour modéliser des variables qui sont bornées inférieurement et n'ont pas de limite supérieure. En hydrologie seule la forme à dissymétrie positive ($\beta>0$) est utilisée.

Cette loi est très flexible et (Bobée et Ashkar, 1991), elle est régulièrement utilisée pour l'analyse fréquentielle des volumes correspondant aux crues maximales annuelles

Densité de probabilité :

$$f(x) = \frac{1}{|\beta|^\alpha \Gamma(\alpha)} (x - \gamma)^{\alpha-1} e^{-\frac{x-\gamma}{\beta}} \dots\dots\dots(40)$$

où $\Gamma(\alpha)$ est la fonction gamma

I-12-3: ESTIMATION DES PARAMETRES :

Les distributions statistiques dépendent d'un certain nombre de paramètres, à moins d'être connus d'avance. Les propriétés souhaitables des estimateurs de ces paramètres sont les suivantes : Un bon estimateur $\hat{\theta}$ du paramètre θ doit satisfaire quatre propriétés :

Convergent, non biaisé, efficace et suffisant. Un estimateur non biaisé et efficace est souvent appelé le meilleur estimateur.

a- Estimateurs convergents :

L'estimateur θ est convergent (ou correct) lorsque celui-ci tend en probabilité vers la vraie valeur θ .

En terme mathématique, on a pour tout $\varepsilon > 0$: $[P(\hat{\theta} - \theta) > \varepsilon] \rightarrow 0$ lorsque $n \rightarrow \infty$

b- Estimateurs non biaisés :

Lorsque l'espérance mathématique de l'estimateur est égale à la vraie valeur du paramètre ; on dit que l'estimateur est non biaisé : $E(\hat{\theta}) = \theta$

Un estimateur correct n'est pas nécessairement non biaisé

c- Estimateurs efficaces :

Lorsqu'il existe plusieurs estimateurs de $\hat{\theta}$, celui ayant la variance minimum est préféré car sa distribution autour de θ est moins dispersée. Lorsqu'il existe une valeur limite minimum de la variance, l'estimateur conduisant à cette limite est un estimateur efficace.

Généralement la variance minimum est obtenue lorsque la taille de l'échantillon tend vers l'infini et dans ce cas, on parle d'un estimateur asymptotiquement efficace.

I-12-4 PRINCIPE DE LA METHODE DE MAXIMUM DE VRAISEMBLANCE :

L'estimateur du maximum de vraisemblance est considéré comme le plus rigoureux par les statisticiens.

Cette méthode repose sur des bases théoriques plus solides que celles de la méthode des moments.

Soit une fonction de densité d'une loi de probabilité de paramètres a, b, \dots : $f(x, a, b, \dots)$ – (Franck MAZAS, Luc HAMM, 2008).

On cherche à estimer les paramètres a, b, \dots de la loi à partir de l'observation d'un échantillon de n valeurs x_i . Nous appellerons fonction de vraisemblance L , le produit :

$$L = \prod_{i=1}^n f(x_i, a, b, \dots) \dots \dots \dots (41)$$

On va chercher à déterminer les paramètres \hat{a}, \hat{b}, \dots Qui rendent maximale la fonction de vraisemblance L : pour chaque paramètre (ou selon les cas pour l'ensemble des paramètres a, b, \dots) la meilleure estimation est celle qui a la plus forte probabilité de provoquer l'apparition de l'échantillon observé.

Considérons que L atteint son maximum, On peut alors considérer que $(\ln L)$ atteint simultanément son maximum, de sorte que l'on écrit :

$$\ln L = \sum_{i=1}^n \ln f(x_i, a, b, \dots) \dots \dots \dots (42)$$

On obtiendra les équations du maximum de vraisemblance en annulant les dérivées partielles de $\ln L$ par rapport à chacun des paramètres à estimer :

$$\frac{\partial \ln L}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial \ln L}{\partial b} = 0, \dots$$

Grace à ces équations, on obtient les estimations \hat{a}, \hat{b}, \dots . Les estimateurs du maximum de vraisemblance sont de variance minimale (YEVJEVITCH 72) –

Dans notre travail ; la méthode du maximum de vraisemblance sera appliquée. Elle donne des estimations correctes et efficaces (J.P Laborde Décembre 2001).

Un estimateur du maximum de vraisemblance est convergent, asymptotiquement normal et efficace. Cette méthode est aujourd’hui la principale méthode d’estimation.

L’estimateur du maximum de vraisemblance est donc recommandé, même si une pondération judicieuse des moments peut donner de meilleurs résultats dans les domaines de validité.

I-12-5 TESTS D’ADEQUATION DES LOIS STATISTIQUES

A travers les tests d’adéquation, on arrivera à choisir entre les distributions Gumbel, GEV, Log normale et la loi Pearson III, celle qui s’ajuste mieux aux séries de données pluviométriques.

Pour cela, on va se baser sur des tests statistiques bien connus.

Le test de chi carré (χ^2) de Pearson et le test de Kolmogorov-Smirnov sont deux tests non paramétriques bien connus et dont l’objectif est de tester si un échantillon donné vient d’une distribution fixée à l’avance.

a- TEST du χ^2 DE PEARSON :

Parmi tous les tests existants, le test du χ^2 de K. PEARSON est le plus pratique et le plus utilisé.

Pour mettre en œuvre ce test, on procède de la façon suivante :

L’interprétation du test de χ^2 est la suivante: soit un échantillon de n valeurs classées par ordre croissant et pour lequel une loi de répartition F(x) a été déterminée, On découpe l’échantillon de n éléments, en K classes (K > 4) de façon à ce que chaque classe contienne théoriquement plus de 5 éléments.

Le nombre v_i est le nombre théorique de valeurs affectées à la classe i par la loi de répartition. Ce nombre est donné par:

$$v_i = n \int_{x_{i+1}}^{x_i} f(x)dx = n[F(x_i) - F(x_{i+1})] \dots \dots \dots (43)$$

où f(x) étant la fonction densité de probabilité correspondant à la loi théorique.

- soit n_i le nombre d’éléments contenus dans la ième classe et $n'_i (>5)$ le nombre théorique qui devrait s’y trouver ; on forme le terme suivant :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i} \dots \dots \dots (44)$$

Cette variable χ^2 suit une loi de probabilité dite loi du χ^2 , à λ degrés de liberté avec :

$\lambda = K - p - 1$

K = nombre de classes ;

p = nombre de paramètres de la loi F(x). Si cette probabilité est supérieure à 0.05, l’ajustement est satisfaisant. Dans le cas contraire, il y a rejet de la loi.

b- TEST D'ADEQUATION DE KOLMOGOROV-SMIRNOV :

Le test de Kolmogorov-Smirnov est un test d'ajustement à une loi continue. Il consiste à mesurer la plus grande distance entre la distribution théorique $F_0(x)$ et la distribution expérimentale $F(x)$. Nous avons donc :

$H_0 : F(x) = F_0(x) \forall x$ et $H_1 : F(x) \neq F_0(x)$ pour au moins une valeur de x . La distribution empirique, ou observée, se calcule dans la théorie de Kolmogorov-Smirnov, par la relation classique:

$$F(x_i) = \frac{i}{n} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \dots\dots\dots(45)$$

On mesure l'adéquation de la fonction de répartition empirique à la fonction F_0 par la distance Kolmogorov-Smirnov, qui est la distance de la norme uniforme entre les fonctions de répartition. Pour la calculer il suffit d'évaluer la différence entre (F) et (F_0) aux points x_i . La statistique (D) est définie comme suit:

$$D^+ = \text{Max} \left\{ F_0(x_i) - \frac{i}{n} \right\} \forall i = 1, 2, \dots, n; \quad D^- = \text{Max} \left\{ F_0(x_i) - \frac{i-1}{n} \right\} \forall i = 1, 2, \dots, n$$

$$D = \text{Max} \{ D^+, D^- \} \dots\dots\dots(46)$$

Le logiciel Hyfran utilisé dans notre travail permet le choix de la meilleure loi statistique à partir de la comparaison graphique des ajustements.

Deux hypothèses sont formulées pour accepter ou rejeter les lois d'ajustement :

H_0 : l'échantillon provient de la loi testée.

H_1 : l'échantillon ne provient pas de la loi testée.

I-12-6 CRITERE DE SELECTION DES MODELES D'AJUSTEMENTS :

L'étape de choix d'un modèle probabiliste parmi un ensemble de modèles testés, revêt un grand intérêt pour toute étude prévisionnelle sur laquelle se base tout processus décisionnel (Sébastien Hélie 2004).

Disposant d'un n échantillon $X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ de variables aléatoires indépendantes de densité inconnue f qu'il s'agit d'estimer, on se donne un groupe fini de modèles de paramètres (M_1, M_2, \dots, M_3), un modèle M_i étant l'ensemble de densité g_M de paramètres θ_i appartenant à l'espace vectoriel :

$$M_i = \{ g_{M_i}, \theta_i ; \theta_i \in \varphi_t \}$$

Pour procéder au choix déterminant le modèle approprié à prendre en compte, il existe plusieurs critères. Parmi ces derniers, on note le critère d'Akaike (1970) AIC (criterium information Akaike) (A.Ciampi, J.Thuffault et U. Sagman 1988) et celui de BIC.

Selon une étude comparative faite sur la puissance de ces deux critères, il est apparu que le critère BIC (Critère d'information bayésien) est plus consistant.

Toutefois, il faut noter à ce propos que Lebarbier et Mary-Huard (2004) ont observé qu'il n'existe pas de critère universellement meilleur que l'autre et préconisent de s'appuyer sur la complexité du modèle et la taille de l'échantillon pour le choix du critère .

Dans le cadre de la sélection de la loi statistique qui convient au mieux pour chaque série des intensités pluviées maximales annuelles parmi les quatre lois statistiques testées, on s'est appuyé sur le critère de BIC (Aziz Kouider, 2003).

Principe du critère BIC (Critère d'information bayésien):

Le critère de BIC se place dans un contexte Bayésien, θ_i et M_i sont vus comme étant des variables aléatoires et sont munies d'une distribution a priori (Emilie Lebaebier, Tristan Mary-Huard 2005).

- ✓ $P(M_i)$ est la distribution a priori du modèle M_i correspondant au poids que l'on souhaite donner à ce modèle.
- ✓ $(P(\theta_i / M_i))$ est la distribution a priori de θ_i sachant le modèle M_i . L'ensemble de paramètres θ_i est en effet défini pour le modèle M_i considéré.

Le critère de BIC cherche à sélectionner le modèle M_i qui maximise la probabilité a posteriori $P(M_i / X)$ c'est-à-dire le modèle le plus vraisemblable au vu des données :

$$MBIC = \arg M_i \max (P(M_i/X)) \dots \dots \dots (47)$$

La probabilité a posteriori de M_i d'après la formule de Bayes, s'écrit :

$$P(M_i/X) = \frac{P(M_i) \times P(X/M_i)}{P(X)} \dots \dots \dots (48)$$

Une approximation de Laplace (Raftery 1994), permet de donner l'approximation suivante:

$$\text{Log } P(M/X) \approx l(\hat{\theta}) - \frac{K}{2} \text{Log}(N) \dots \dots \dots (49)$$

$\hat{\theta}$, K , N : Sont respectivement l'estimateur du maximum de vraisemblance, la dimension du paramètre θ et la taille de l'échantillon. Le critère est défini par la relation suivante :

$$BIC M = -2 l(\hat{\theta}) + K \text{Log}(N) \dots \dots \dots (50)$$

Dans le cadre de la sélection des modèles en question et comme on ne connaît pas le poids afférent à chacun d'eux, on départage également la probabilité a priori $P(M_i)$ entre ces modèles.

En fonction de la probabilité a posteriori $P(M/X)$, on arrive à avoir le classement des différents modèles suivant un ordre préférentiel. Le modèle convenable correspond à la plus forte valeur de la probabilité à posteriori qui correspond elle-même au minimum de BIC.

I-13 QQ-PLOT ET PP-PLOT :

Un graphe de probabilités (en anglais probability plot ou Q-Q plot) est un nuage de points tracés à partir de la fonction de répartition empirique, tel que les points doivent être approximativement alignés si les observations proviennent d'une loi de probabilité bien précise.

Les échantillons ne sont pas forcément de même taille. Il se peut également qu'un des ensembles de données soient générées à partir d'une loi de probabilité qui sert de référentiel.

Les points positionnés sur le qq-plot sont déterminés par, en ordonnées les quantiles observés (valeurs observées de la variable étudiée), en abscisses les quantiles théoriques (valeurs théoriques de la variable étudiée). La plausibilité de l'ajustement est ainsi fonction de la linéarité de la représentation obtenue. Il est possible de superposer au qq-plot une droite de référence, qui permettra d'apprécier plus facilement cette linéarité

Un graphique cousin du QQplot, est le PPplot ou graphique probabilité-probabilité, en ordonnées les probabilités cumulées observées, en abscisses les probabilités cumulées théoriques.

Les valeurs théoriques sont fixées par les fréquences cumulées des valeurs observées, ordonnées selon une échelle adaptée à la loi en question (par exemple l'échelle gaussienne pour la loi normale).

Pour le cas de notre travail, on va appliquer cette théorie pour comparer la linéarité des observations des pluies maximales annuelles et celle des pluies sup-seuil, ceci pour confirmer le choix du principe des séries de durées partielles.

I-14 GENERALISATION DES COURBES IDF :

Bell (1969) et Chen (1983) ont proposé la généralisation des courbes IDF en utilisant l'équation suivante :

$$\frac{I_d^T}{I_{d'}^{T'}} = f_1(T)f_2(d).....(51)$$

Où :

T est la période de retour (en années)

d la durée de précipitation

T' est une constante de période de retour utilisée comme base de calcul (en années)

d' est une constante de durée de précipitation utilisée comme base de calcul (en heures)

I_d^T est l'intensité pluviale recherchée suivant une durée *d* et une période de retour *T*

$I_{d'}^{T'}$ est la constante de l'intensité pluviale utilisée comme base de calcul suivant une durée de base [*d*] et une période de retour de base [*T*] (en mm/heure)

$f_1(T)$ est une fonction qui dépend de la période de retour *T*, elle présente le rapport entre I_d^T et $I_{d'}^{T'}$.

Ce rapport est défini d'après Bell (1969), Chen (1983), Koutsoyiannis et al (1998) par l'expression suivante :

$$f_1(T) = \frac{I_d^T}{I_{d'}^{T'}} = \frac{I_{d'}^{T'}}{I_{d'}^{T'}} = e + \lambda \ln T.....(52)$$

$f_2(T)$ est une fonction liée à la durée de pluie *d* et qui représente le rapport entre I_d^T et $I_{d'}^{T'}$.

Ce rapport dépend du modèle utilisé pour l'établissement des courbes IDF d'une zone d'études, à savoir : Talbo, Montana, Talbo amélioré ou le modèle de Kheifer Chu, d'où :

- Pour le modèle de Talbo : $f_2(T) = \frac{I_d^T}{I_{d'}^{T'}} = \frac{I_{d'}^{T'}}{I_{d'}^{T'}} = \frac{a}{(d+b)}(53)$

- Pour le modèle de Talbo amélioré : $f_2(T) = \frac{I_d^T}{I_{d'}^{T'}} = \frac{I_{d'}^{T'}}{I_{d'}^{T'}} = \frac{a}{(d+c)^b}.....(54)$

- Pour le modèle de Montana: $f_2(T) = \frac{I_d^T}{I_{d'}^{T'}} = \frac{I_{d'}^{T'}}{I_{d'}^{T'}} = \frac{a}{d^b}(55)$

- Pour le modèle de Kheifer Chu : $f_2(T) = \frac{I_d^T}{I_{d'}^{T'}} = \frac{I_{d'}^{T'}}{I_{d'}^{T'}} = \frac{a}{d^{c+b}}.....(56)$

Faisant combiner l'équation 52 avec l'une des équations 53, 54, 55 et 56, on arrive à avoir la formule généralisée caractérisant les courbes intensité-durée-fréquence (Le Minh Nhat, Yasuto Tachikawa et Kaoru Takara, 2006).

I-15 REVUE DE LITTÉRATURE :

La famille des courbes intensité-durée-fréquence est l'un des outils les plus utilisés généralement dans le domaine des ressources en eau, pour la planification, la conception ainsi pour le fonctionnement des ouvrages d'assainissement et de la protection contre des inondations.

L'établissement des courbes intensité-durée-fréquence date de 1928 (Meyer, 1928).

Après, Sherman (1931) a développé une formule empirique applicable au calcul de l'intensité pluviale sous la forme :

$$I = \frac{K \cdot T^a}{(t+c)^b} \dots \dots \dots (57)$$

Où, t est la durée en minutes, T est la période de retour, K, a, b, et c sont des constantes selon la situation géographique.

Cette forme d'équation est la plus commune pour l'élaboration des courbes IDF qui reste toujours applicable et largement utilisée.

Bernard (1932) a rendu disponible pour n'importe quelle localité dans les limites de l'étude la formules d'intensité des précipitations pour des fréquences de 5, 10, 15, 25, 50 et 100 ans, applicables pour une durée de précipitation de 120 min à 6000 min sous la forme :

$$I_t^T = \frac{a_0 \cdot T^{a_1}}{t^{a_2}} \dots \dots \dots (58)$$

Où : I_t^T est l'intensité pluviale suivant une durée t et une période de retour T

a_0 , a_1 , et a_2 sont des constantes qui dépendent de la situation géographique de la zone d'étude.

Bilham (1935) a édité son article bien connu sur les courbes IDF pour U.K et les fréquences ont été calculées à partir de la formule suivante :

$$n = 1,214 * 10^5 * t * (R + 2,54)^{-3,55} \dots \dots \dots (59)$$

Où, R est la hauteur des précipitations en millimètre, n est le numéro des occurrences en 10 ans et t est la durée de pluie en heures.

Yarnall (1935) a présenté de telles données sous forme de cartes d'une région avec des courbes isohyètes indiquant la hauteur totale des précipitations qui peut être prévue dans un moment « t », et suivant une fréquence d'une fois en N-années pour les Etats-Unis.

Depuis les années 60, la régionalisation des courbes IDF a été étudiée dans plusieurs pays, et des cartes ont été construites pour fournir les intensités ou les cumuls de précipitations pour différentes fréquences et durées. Ces études ont été la plupart du temps estimés par l'analyse statistique des précipitations pour différentes durées. Les courbes IDF ont suscité l'attention considérable en hydrologie de technologie pendant les décennies passées. Des approches basées sur l'analyse statistique des données ont été développées.

Hershfield (1961) a développé diverses cartes de précipitations pour fournir les hauteurs de pluie pour différentes périodes de retour et durées.

En 1967, Holland a modifié Le travail de Bilham (1935), où il a montré que l'équation de Bilham surestime les probabilités des précipitations de forte intensité (> 35 mm/h)

Bell (1969) a développé pour les Etats-Unis une formule généralisée caractérisant les courbes intensité-durée-fréquence comme suit

$$R_t^T = [0,21 \text{ Ln } T + 0,52][0,54 t^{0,25} - 0,50]R_1^{10} \dots\dots\dots(60)$$

Pour $2 \leq T(\text{en années}) \leq 100$ et $5 \leq t(\text{min}) \leq 100$

Baghirathan et Shaw (1978) ont effectué des études de hauteur-durée-fréquence de précipitations pour le Sri Lanka.

En 1979, Raudkivi a présenté une formule régionale des courbes IDF pour la nouvelle Zélande .

Tous ces auteurs ont employé l'équation de Bell dans leurs études.

Steel et McGhee (1979) ont donné la formule empirique pour les Etats-Unis suivant une durée moins de 2 heures et pour toute fréquence donnée comme suit :

$$I = \frac{A}{t + B}$$

Où : I est l'intensité pluviale des précipitations (inches/h)

t est la durée d'agrégation de pluie (min)

A et B : Constantes dépendant de la fréquence et des conditions climatiques.

Neimczynowicz (1982) a employé la distribution de Pearson III avec la méthode des moments pour la régionalisation des courbes IDF suivant des pluies de courte durée à Lund, Suède.

Chen (1983) a développé une méthode simple pour dériver des précipitations à partir de la formule généralisées des courbes intensité-durée-fréquence pour tout endroit aux Etats-Unis sur la base de trois durées et trois périodes de retour (P_1^{10} ; P_{24}^{10} ; et P_1^{100}) qui décrivent la variation géographique des précipitations en utilisant trois cartes iso-pluviales (de l'exposé technique N°40 du bureau de temps des États-Unis).

$$I_t^T = \frac{a I_1^{10} \log (10^{2-x} T^{x-1})}{(t+b)^c} \dots\dots\dots(61)$$

Où, I_t^T est l'intensité des précipitations en inches/heure suivant une durée t (min) et une période

de retour T (en années)

x est le rapport de fréquence (R_t^{100} / R_t^{10}), a, b et c sont des paramètres d'orage dépendant du rapport régional (R_t^{100} / R_t^{10})

Chen a montré aussi que les précipitations R_1^{10} de $d=1$ heure et $T=10$ ans utilisés dans l'équation de Bell (1969) ne peuvent pas mesurer les variations géographiques des précipitations

Rao et al (1983) a obtenu la relation entre les précipitations de courte durée et celles de 24 heures comme suit :

$$I(t) = a + bR_{24} + cR_{24}^2 \dots \dots \dots (62)$$

Où : a , b et c des constantes

Gert et al, (1987) ont obtenu la formule de l'intensité pluviale suivante pour la Pennsylvanie aux Etats-Unis

$$I(t) = (1 + 0,42 \log^t 24)R_{24} \dots \dots \dots (63)$$

Où, $I(t)$ est l'intensité pluviale pour une durée « t » en heures

R_{24} est la quantité de précipitations sur 24 heures

Suivant (Chow et al, 1988), quatre formes de base d'équations sont employées pour décrire l'intensité pluviale en fonction de la durée d'agréation de pluie t de la période de retour :

Modèle de Talbo : $I = \frac{a}{d+b}$

Modèle de Bernard (appelé aussi modèle de Montana) : $I = \frac{a}{d^b}$

Modèle de Kimijima (appelé aussi modèle de Kheifer Chu) : $I = \frac{a}{d^{b+c}}$

Modèle de scherman (appelé aussi modèle de Talbo amélioré) : $I = \frac{a}{(d+c)^b}$

Mc Cuen (1989) a donné la représentation mathématique des courbes IDF pour les utiliser dans la conception hydrologique au Baltimore "Maryland" qui s'écrit sous la forme :

$$I = \frac{A}{t + b} \text{ pour } t \leq 2 \text{ heures}$$

$$I = c t^d \text{ pour } t > 2 \text{ heures}$$

où I est intensité en inches/heure, t = durée en heures et a , b , c et d sont des coefficients qui varient avec la fréquence

Ferreri et Ferro (1990) ont vérifié l'applicabilité de l'équation de Bell pour la Sicile et la Sardaigne dans le méditerranéen.

La comparaison entre les différentes formules de courbes IDF établies par Chow (1964), Raudkivi (1979), Chen (1983), Gert et al (1987), indique que les valeurs des exposants des variables « t » et « T » dans l'équation de Bernard ne varient pas beaucoup d'un endroit à l'autre pour des précipitations de courte durée. L'exposant « T » varie entre 0.18 et 0.26. Pour « t » l'exposant varie de 0.7 à 0.85.

En outre, Koutsoyiannis (1994 ; 1996 ; 1998) a proposé une nouvelle approche qui est l'origine de la formulation et construction des courbes d'intensité-durée-fréquence en utilisant des données des stations d'enregistrement et de non-enregistrement. Plus particulièrement, il a discuté une formule rigoureuse générale pour le rapport d'Intensité-Durée-Fréquence dont les formes spécifiques avaient été explicitement dérivées de la fonction de répartition fondamentale de probabilité des intensités maximales. Et elle a également proposé deux méthodes pour une évaluation fiable des paramètres de courbes IDF. En conclusion, il a discuté le cas de la régionalisation des courbes IDF en incorporant également des données des stations de non-enregistrement.

$$i = \frac{\omega}{(d^{\nu} + \theta)^{\eta}}$$

où, ω , ν , θ et η sont des coefficients non négatifs dont $(\nu, \eta) \leq 1$.

Basé sur l'approche de la série des durées partielles (PDS) Madsen et al (1998) ont proposé une estimation régionale de précipitation extrême à partir d'un réseau de pluviomètres de haute résolution au Danemark. Pour une évaluation préliminaire de homogénéité régionale et l'identification d'une analyse régionale appropriée, la méthode des L-moments a été appliquée. Pour analyser la variabilité régionale avec plus de détails, ils ont effectué une régression non linéaire basée sur la méthode des moindres carrés qui rapporte les paramètres du modèle des séries de durées partielles à des caractéristiques climatiques et à physiographiques. Une distribution régionale de Pareto a été identifiée comme distribution généralisée de Pareto.

Plus récemment, Sivapalan et Bloeschl (1998) ont proposé une méthode de construction des courbes IDF basées sur la structure spatiale de corrélation des précipitations.

Yu et Cheng (1998) ont formulé un modèle régional généralisé des courbes IDF sur la base des séries de maximums annuelles des précipitations pour Taiwan méridional.

Naghetini (2000) a étudié les propriétés de l'invariance d'échelle de temps des précipitations appliquée aux courbes d'intensité-durée-fréquence pour les précipitations de courte-durée du sud-est du Brésil suivant une étude statistique.

Trefry et al (2000) a appliqué la méthode des moments ou la méthode du maximum de vraisemblance pour adapter une distribution de probabilité appropriée au maximums annuels ou des données de séries de durées partielles pour chaque mesure relative aux courbes IDF du Michigan afin d'arriver à une meilleure estimation pour l'emplacement de ces courbes. De plus, des cartes iso-pluviales ont été développées à partir de ces dernières suivant des procédures d'interpolation.

Davis et Naghetini (2000) ont visé à estimer les courbes IDF régionales sur la base des séries de durée partielles pour l'état brésilien de Rio De Janeiro, tandis que, l'application des L-Moments ont amélioré le paramètre et le quantile d'évaluation des intensités des précipitations extrêmes pour cette étude.

Plus récemment, Garcia-Bartual et Schneider (2001) ont employé la distribution statistique et ont trouvé que la distribution des valeurs extrêmes (GEV) de Gumbel s'adapte bien aux données.

Yu et al (2004) a développé des formules régionales (IDF) d'Intensité-Durée-Fréquence

pour des emplacements de non-enregistrement de Taiwan "nord" basés sur la théorie d'échelle sur la base des séries de maximums de précipitations pour différentes durées.

Mohyont et al (2004) a évalué des courbes intensité-durée-fréquence des précipitations pour trois stations en Afrique centrale et a proposé les modèles plus physiquement basés pour l'établissement de ces courbes.

Maurino (2004) a comparé la formule d'intensité-durée-fréquence généralisée de précipitations proposée par Bell 1969 avec les résultats obtenus à partir des données enregistrés dans différentes régions climatiques de l'Argentine.

Amin et Shaaban (2004) ont employé la distribution GEV et Gumbel avec la méthode des moindres carrées pour l'évaluation de la formule régionalisée des courbes IDF pour la Malaisie

Hadadin (2005) a construit la courbe IDF pour le bassin de Mujib - Jordon où il a comparé avec la distribution de Gumbel les résultats par rapport à ceux établis par l'autorité d'eaux de Jordon.

Trefry et al (2005) a appliqué une approche régionale d'analyse de fréquence basée sur les L-moments pour effectuer des plans de gestion de précipitation exceptionnelle pour l'état du Michigan, une distribution généralisée de Pareto s'est adaptée aux données de séries de durées partielles (PDS), et une distribution généralisée de valeur extrême s'est adaptée aux données maximum annuelles (AMS) de série.

Ghahraman et Hosseini (2005) ont effectué une étude pour examiner la performance du modèle des courbes IDF pour trois stations synoptiques en Iran.

Nhat et al (2006) ont construit des courbes IDF pour la région de mousson du Vietnam et ont proposé une formule généralisée utilisant la hauteur des précipitations, et la période de retour de référence pour le delta de fleuve rouge (RRD) du Vietnam.

Regalado et Yuste (2006) ont proposé une régionalisation de « intra-station » ou régionalisation dans la même station pour l'Espagne. En plus de ceci, ils incorporent l'application de SIG (système d'information géographique) pour améliorer ce rapport appelé le MAXIN.

Di Baldassarre et al (2006) a examiné les possibilités de sept modèles de courbes différentes de Hauteur-durée-fréquence caractérisées par deux ou trois paramètres pour fournir une évaluation des précipitations de conception pour des durées d'orage plus inférieures à 1 heure, quand leurs paramètres sont calculés sur la base de longues séries de données pluviométriques.

Raiford et al (2007) a mis à jour les courbes existantes d'intensité-durée-fréquence pour les stations de non enregistrement de la Caroline du Sud, de la Caroline du Nord, et de la Géorgie. La méthode des L-moment a été employée pour rechercher des régions homogènes dans le secteur d'étude.

Salas et al (2007) a effectué des études de régionalisation des courbes IDF pour l'Espagne,

Karahan et al (2007) a estimé les paramètres de la formule caractérisant les courbes IDF en se basant sur le principe mathématique présenté par Koutsoyiannis et al (1998) utilisant l'approche génétique d'algorithmes. Singh et Zhang (2007) ont dérivé des courbes (IDF) d'intensité-durée-fréquence suivant l'analyse fréquentielle à deux variables par la méthode de copule.

Minh Nhat et al (2007) a développé une étude régionale des courbes IDF pour des stations de non-enregistrement basés sur la théorie d'échelle (Minh Nhat, Y.Tachikawa, T.Sayama, K.Takara , 2006; Dr NK. Goel & Shibayan Sarkar, 2007 ; B. Mohymont, G. R. Demarée, and D. N. Faka, 2004).

CONCLUSION :

On peut conclure que les modèles les plus utilisés dans la littérature pour l'établissement des courbes IDF sont :

Modèle de Talbo (à deux paramètres)

Modèle de Montana (appelé aussi Bernard)

Modèle de Talbo (à trois paramètres appelé aussi Sherman)

Modèle de Kheifer Chu (appelé aussi Kmijima)

Donc, on va appliquer ces quatre modèles pour les trois stations pluviométriques : Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj, mais on doit d'abord déterminer les quantiles qui est l'objectif principal du chapitre suivant.

INTRODUCTION :

Dans ce chapitre, on va s'intéresser à la détermination de la meilleure loi d'ajustement statistique qui sera retenue pour la définition des quantiles de pluie maximale annuelle (mm) pour différentes périodes de retour et suivant des durées allant de 15 minutes jusqu'au 360 minutes pour les stations de MOUZAIA, SOUMAA et OUED ZEBOUDJ.

II-1 SITUATION GEOGRAPHIQUE :**II-1-1 MOUZAIA**

La Daïra de Mouzaïa fait partie de la Wilaya de Blida, elle est située dans la plaine de la Mitidja à 10Km à l'Ouest de Blida et à 50Km d'Alger sur l'axe routier Alger-Oran. La commune de Mouzaia est limitée :

- Au Nord –Ouest par la commune d'Attatba ;
- Au Nord-Est par la commune d'El Affroun ;
- Au Sud par la commune de Ain Romana et à l'Est par la commune de la Chiffa.

(voir figures 1 et 2)

II-1-2 SOUMAA

La commune de Soumaa dépend administrativement de la Daïra de Boufarik et de la Wilaya de Blida, distant d'environ 10Km du côté Nord Est du chef lieu de Blida, le territoire communal s'étale sur une superficie de 2775 Ha

La ville de Soumaa est située dans la partie Sud de la plaine de la Mitidja et à la limite inférieure du piémont de l'Atlas tellien. Elle est limitée :

- Au Nord par la commune de Boufarik ;
- Au Sud par la commune de Chréa ;
- A l'Est par la commune de Bouinan ;
- A l'Ouest par la commune de Guerouaou.

La plaine prédominante dans la commune représente plus de 60%. Cette vaste plaine alluvionnaire Sud/Ouest, Nord/Est se situe entre deux zones montagneuses :

- Le Sahel qui sépare du littoral vers le Nord et la chaîne de l'Atlas tellien au Sud ;
- La partie haute des piémonts située au sud s'étale sur une superficie de plus de 1000Ha.

(voir figure n°2)

II-1-3 OUED ZEBOUDJ

La commune de Soumaa dépend administrativement de la Daïra de Khemis Miliana et de la Wilaya de Ain Defla, distant d'environ 16 Km environ du côté Nord Est du chef lieu de Khemis Miliana, Elle est limitée :

- Au Nord Est par la commune de Boumedfaa ;
- Au Sud Ouest par la commune de Khemis Miliana ;
- A l'Est par la commune de Bouinan ;
- A l'Ouest par la commune de Miliana.



Figure 1 : Situation des villes de Soumaa, Mouzaia et oued Zeboudj « image satellitaire »



Echelle 1/25000

Figure 2: Situation des villes de Soumaa, Mouzaia et oued Zeboudj « relief et oueds »

II-2 CLIMAT :**II-2-1 MOUZAIA :**

Du fait de sa situation géographique, la ville de Mouzaia se caractérise par un climat méditerranéen ayant deux saisons principales, une saison chaude et sèche s'étalant du mois d'avril au mois de septembre et une saison froide et Humide s'étalant du mois d'octobre au mois de mars.

➤ **PLUVIOMETRIE :**

La ville de Mouzaia est située dans une zone où la pluviométrie annuelle est comprise entre 600 et 800mm .La répartition des précipitations est très irrégulière à l'échelle annuelle.

II-2-2 SOUMAA :

Le climat de la commune de Soumaa vu qu'elle est située au Sud de la plaine de Mitidja a été classé comme climat humide. Elle est caractérisée par une alternance de saison sèche et chaude et d'une saison humide et fraîche.

Par sa position géographique, la Mitidja subit une double influence de la mer et de la Montagne. Le climat est de type méditerranéen avec des particularités continentales, car elle bénéficie de la proximité de la mer méditerranée

➤ **PLUVIOMETRIE :**

Selon l'annuaire pluviométrique de l'Algérie établi par l'institut des ressources hydrologiques (ANRH), la hauteur pluviométrique annuelle de la commune de Soumaa se situe entre 700 et 800mm/an (en fonction de la période considérée).

Elle est répartie sur les mois pluvieux qui vont du mois d'octobre jusqu'au mois de mars, On note que pendant l'été, les pluies sont rares.

II-2-3 OUED ZEBOUDJ :

Le climat de la commune de Oued Zeboudj est de type méditerranéen caractérisé par un été chaud et sec et un hiver relativement froid et pluvieux.

➤ **PLUVIOMETRIE :**

La pluviométrie annuelle est comprise entre 700 et 800 mm/an.

II-3 RELIEF ET ALTITUDE :**II-3-1 MOUZAIA :**

La ville de Mouzaia se situe dans la partie occidentale de la Mitidja, le relief est assez plat, les terrains de la région présentent une très faible pente (de 2.10^{-3} à 25.10^{-3}) d'orientation Sud-Nord avec une variation entre 90m et 150m.

La ville de Mouzaia se trouve à mi-distance entre deux grands Oueds (Oued Bouroumi à l'Ouest et Oued Chiffa à l'Est).

II-3-2 SOUMAA :

L'ensemble du territoire de la commune de Soumaa est très peu varié et présente un relief très accidenté. Il est limité au Sud par les Montagnes de l'Atlas Blidéen, au Nord par la plaine de la Mitidja où les pentes sont généralement faibles. L'altitude qui s'accroît du Nord vers le Sud varie de 100m à 160m. La transition Montagne/plaine est matérialisée par des versants de pentes abruptes atteignant parfois 30%. Cette commune est traversée par Oued El-Khemis et Oued Bouchemla.

II-3-3 OUED ZEBOUDJ :

L'ensemble du territoire de la commune de Oued Zeboudj se trouve en altitude. Il est limité au Nord Ouest par Djbel Zaccar, et au Sud par Djbel Ganntas. L'altitude qui s'accroît du Nord vers le Sud varie de 380m à 430m.

II-4 PRESENTATION DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES:

L'étude des courbes IDF s'est portée sur trois stations pluviométriques : Station de MOUZAIA - code 021132 (ANRH), SOUMAA – code 021234 (ANRH) et la station de Oued Zeboudj – code 021014. Ces trois stations sont équipées d'un pluviographe type à auget basculeur.

Les caractéristiques des postes pluviométriques étudiés sont mentionnées dans le tableau suivant :

CODE DE LA STATION	NOM DE LA STATION	COORDONNEES		
		X (KM)	Y (KM)	Z(KM)
021132	MOUZAIA	500,30	351,20	144
021234	SOUMAA	517,45	355,90	154
021014	OUED ZEBOUDJ	468,05	334,80	400

Tableau 1 : Caractéristiques des stations pluviométriques

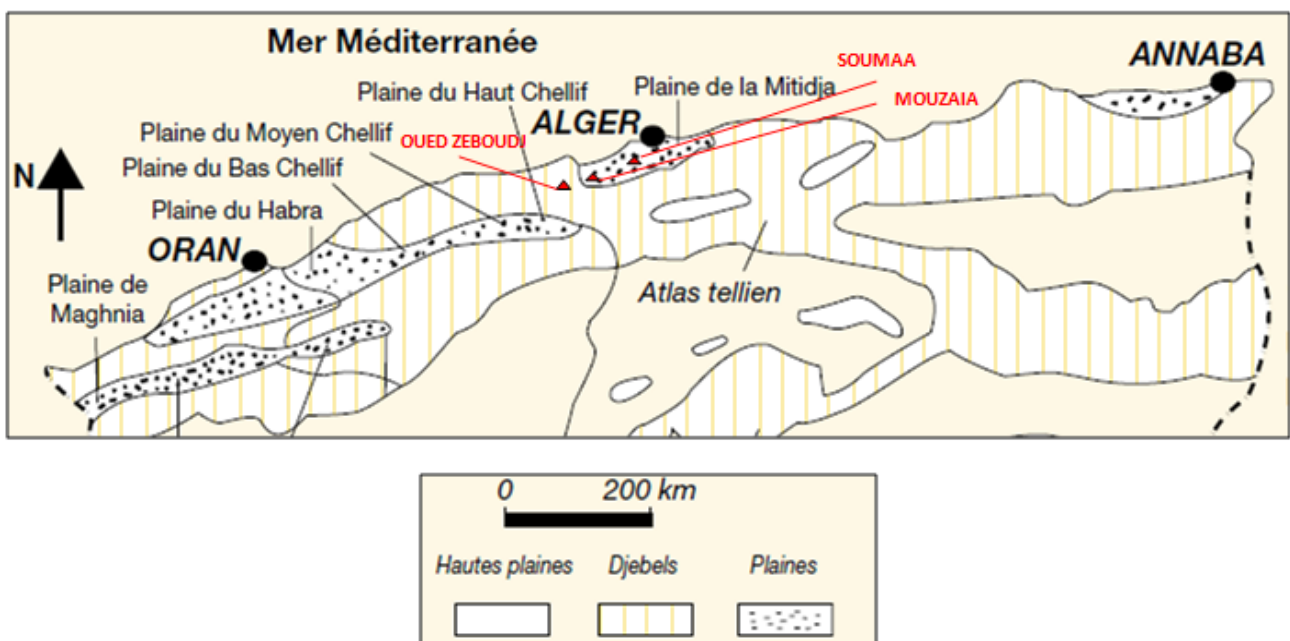


Figure 3: Situation des villes de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj par rapport aux grands ensembles du relief de l'Algérie du Nord. (Mohamed Meddi et Hind Meddi, 2009)

II-5 ANALYSE FREQUENTIELLE DES PLUIES MAXIMALES ANNUELLES**II-5-1 ESTIMATION DES PARAMETRES DES LOIS STATISTIQUES :**

Les résultats des paramètres des différentes lois statistiques obtenues par le logiciel Hyfran suivant la méthode de maximum de vraisemblance dont l'intervalle de confiance est de 95% sont présentés dans les tableaux suivants :

A- MOUZAIA

Durée(min)	Loi GEV			Loi GUMBEL		Loi LOG NORMAL		Loi PEARSON Type III		
	α	K	u	u	α	μ	σ	α	λ	m
15	<u>NE CONVERGE PAS</u>			31.475	11.94	2.19	0.37	1.76	31.43	-8.32
30	3.59	-0.055	10.71	10.71	3.87	2.50	0.37	0.33	2.61	4.97
60	4.32	-0.276	13.10	13.64	5.28	2.75	0.41	-	-	-
120	4.44	-0.41	15.49	16.46	6.53	2.94	0.44	0.072	1.134	10.64
180	5.27	-0.36	16.68	17.66	7.38	3.01	0.46	0.064	1.19	10.68
360	6.78	-0.216	19.73	20.39	8.09	3.15	0.44	0.078	1.69	10.83

Tableau 2 : Paramètres des lois statistiques pour la ville de Mouzaia

B- SOUMAA

Durée (min)	Loi GEV			Loi GUMBEL		Loi LOG NORMAL		Loi PEARSON Type III		
	α	k	u	u	α	μ	σ	α	λ	m
15	3.088	-0.054	9.77	9.75	3.36	2.40	0.36	0.44	3.455	3.93
30	5.33	0.12	15.13	14.64	5.63	2.81	0.38	0.58	12.31	-3.57
60	7.59	0.24	20.82	19.64	7.84	3.104	0.39	0.95	56.02	-35.24
120	<u>NE CONVERGE PAS</u>			26.10	8.69	3.37	0.30	-	-	-
180	8.06	0.616	32.76	29.94	8.94	3.50	0.266	-0.25	3.48	47.94
360	8.07	0.072	37.05	36.48	8.48	3.69	0.24	0.26	6.33	16.99

Tableau 3 : Paramètres des lois statistiques pour la ville de Soumaa

C- OUED ZBOUDJ :

Durée (min)	Loi GEV			Loi GUMBEL		Loi LOG NORMAL		Loi PEARSON Type III		
	α	K	u	u	α	μ	σ	α	λ	m
15	3.257	-0.536	6.200	7.291	5.038	2.131	0.666	0.111	1.096	2.68
30	3.602	-0.564	8.948	10.212	5.641	2.471	0.562	0.098	1.031	5.36
60	3.974	-0.612	12.065	13.597	6.355	2.753	0.496	0.087	1.006	8.25
120	5.130	-0.472	15.886	17.294	7.155	2.989	0.447	--	--	--
180	5.584	-0.386	20.087	21.292	7.162	3.184	0.373	--	--	--
360	8.631	-0.170	28.885	29.612	9.576	3.509	0.341	--	--	--

Tableau 4 : Paramètres des lois statistiques pour la ville de Oued Zeboudj

En comparant les valeurs des paramètres obtenus pour les trois stations ; on arrive à élaborer le tableau récapitulatif suivant :

PARAMETRES DES LOIS STATISTIQUES	MOUZAIA		SOUMAA		OUED ZBOUDJ	
	MINIMUM valeur absolue	MAXIMUM valeur absolue	MINIMUM valeur absolue	MAXIMUM valeur absolue	MINIMUM valeur absolue	MAXIMUM valeur absolue
LOI GEV						
α	3.59 (30 minutes)	6.78 (360 min)	3.088 (15 min)	8.07 (360 min)	3.257 (15 minutes)	8.631 (15 minutes)
K	0.055 (30 minutes)	0.41 (120 min)	0.054 (15 min)	0.616 (180 minutes)	0.170 (360 minutes)	0.536 (15 minutes)
u	10.71 (30 minutes)	19.73 (360 min)	9.77 (15 min)	37.05 (360 min)	6.200 (15 minutes)	28.885 (360 minutes)
LOI GUMBEL						
α	3.87 (30 min)	11.94 (15 minutes)	3.36 (15 min)	8.94 (180 min)	5.038 (15 minutes)	9.576 (360 minutes)
u	10.71 (30 min)	31.475 (15 min)	9.75 (15 min)	36.48 (360 min)	7.291 (15 minutes)	29.612 (360 minutes)
LOI LOG NORMAL						
μ	2.19 (15 min)	3.15 (360 min)	2.4 (15 min)	3.69 (360 min)	2.131 (15 minutes)	3.509 (360 minutes)
σ	0.37 (15 min)	0.46 (180 min)	0.24 (360 min)	0.39 (60 min)	0.666 (15 minutes)	0.341 (360 minutes)
LOI PEARSON III						
α	0.064 (180 min)	1.76 (15 minutes)	0.25 (180 min)	0.95 (60 min)	0.087 (60 minutes)	0.111 (15 minutes)
λ	1.134 (120 min)	31.43 (15 minutes)	3.48 (180 min)	56.02 (60 min)	1.006 (60 minutes)	1.096 (15 minutes)
m	4.97 (30 min)	10.83 (360 min)	3.57 (30 min)	47.94 (180 min)	2.68 (15 minutes)	8.25 (60 minutes)

Tableau 5 : Comparaison des paramètres des lois statistiques pour les stations de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj

A partir de ce tableau, on peut constater qu'il ya une légère variation des paramètres de la loi log normale entre les trois stations « Mouzaia, Soumaa et oued Zeboudj », une légère variation entre les valeurs pour le cas de Gev et Gumbel, et pour Pearson III, un certain écart entre les valeurs minimales des paramètres alors que les valeurs maximales sont généralement incomparables.

II-5-2 RESULTATS DES TESTS STATISTIQUES :

A- SOUMAA :

D'après le test de Khi-deux, on remarque que dans la plupart des cas, les lois de GEV, Gumbel et Log normale s'ajustent aux diverses séries pluviales maximales annuelles à pas de temps différent. Alors que pour la loi de Pearson, l'hypothèse H_0 a été rejetée au seuil de 1% pour des durées de 30min, 60min, et 180min, alors que pour 15min et 360min, Hyfran a signalé que nous devons rejeter H_0 au niveau de signification de 5% mais on l'accepte au niveau de 1%.

Ainsi, pour la loi GEV, l'hypothèse H_0 a été rejetée au seuil de 1% pour le cas des précipitations maximales annuelles à pas de temps de 30min alors que pour les autres durées, H_0 a été acceptée au niveau de signification de 5 %.

Pour Gumbel et suivant Hyfran, H_0 a été acceptée au niveau de signification de 5 % pour la majorité des séries pluviales maximales annuelles suivant 15min, 60min, 120min, 180min et 360min sauf pour 30min où l'hypothèse H_0 a été rejetée à un seuil de 5% mais acceptée au niveau de signification de 1%.

Concernant la loi Log normal, l'hypothèse H_0 a été acceptée à un niveau de signification de 5% pour toutes les séries pluviométriques suivant : 15,30,60,120,180 et 360minutes

Le calcul de χ^2 donne pour les lois de GEV, Gumbel et Log-normale une probabilité comprise entre 0,3 % et 85,95%. On note pour la loi Log-Normale une probabilité allant jusqu'à 85,95 %. Elle varie entre 0,3% à 24,82% pour la loi GEV, tandis que pour la loi de Gumbel, elle varie entre 4,2% et 33,85%.

De ce qui précède, on constate que :

La loi GEV peut s'appliquer aux diverses séries pluviométriques étudiées à l'exception de la série pluviométrique de 30min où l'ajustement a été rejeté ($P(\chi^2) < 1\%$)

La loi Gumbel peut s'appliquer aux diverses séries pluviométriques étudiées.

La loi Log-normal peut s'appliquer à toutes les séries de pluie maximale annuelle.

La loi de Pearson type III peut s'appliquer à toutes les séries pluviométriques étudiées à l'exception de celles de 30min et 180min où l'ajustement est rejeté ($P(\chi^2) < 1\%$).

B- MOUZAIA :

D'après le test de Khi-deux, On remarque que dans la plupart des cas, les lois de GEV, Gumbel et Log normale s'ajustent aux diverses séries pluviales maximales annuelles à pas de temps différents, tandis que pour la loi de Pearson, l'hypothèse H_0 a été rejetée à un seuil de 1% pour le cas des séries de pluie maximale annuelle à pas de temps de 120min, 180min et 360min.

Pour la loi GEV, l'hypothèse H_0 a été rejetée à un seuil de 1% pour la série de pluie maximale annuelle relative à 360min.

Le calcul de χ^2 donne pour les lois de GEV, Gumbel et Log-normale une probabilité comprise entre 0,98% et 88,10%. On note pour la loi Log-Normale une probabilité fixée à 88,10%. Elle varie entre 0,98% à 15,73% pour la loi GEV, entre 18,89% et 36,79% pour la loi de Gumbel tandis que pour Pearson, elle varie entre 0% et 15,73%.

A partir de ces constatations, on peut dire que :

La loi GEV peut s'appliquer aux diverses séries pluviométriques étudiées sauf pour la série de 360min où l'ajustement a été rejeté ($P(\chi^2) < 1\%$),

Les lois de Gumbel et de log normal peuvent s'appliquer à toutes les séries de pluie.

La loi de Pearson type III peut s'appliquer juste pour les séries pluviométriques de 15min et 30min, mais rejetée pour le reste. ($P(\chi^2) < 1\%$).

C- OUED ZEBOUJ :

D'après le test de Khi-deux, on remarque que dans la plupart des cas, les lois de GEV, Gumbel et Log normale s'ajustent aux diverses séries pluviales maximales annuelles à pas de temps différent ce qui est le contraire que pour la loi de Pearson qui ne s'adapte pas aux divers séries pluviométriques.

Ainsi, pour la loi GEV, l'hypothèse H_0 a été acceptée au niveau de signification de 5% pour toutes les séries pluviales maximales annuelles.

Pour Gumbel et suivant Hyfran, H_0 a été acceptée au niveau de signification de 5 % pour les séries pluviales maximales annuelles suivant 120min et 360min mais pour 15min, 60min et 180min l'hypothèse H_0 a été rejetée à un seuil de 5% mais acceptée au niveau de signification de 1%.

Alors que pour 30min, hyfran a signalé que H_0 doit être rejetée au niveau de signification de 1%.

Concernant la loi Log normal, l'hypothèse H_0 a été acceptée à un niveau de signification de 5% pour toutes les séries pluviométriques suivant : 15,30,60,120,180 et 360minutes

Le calcul de χ^2 donne pour les lois de GEV, Gumbel et Log-normale une probabilité comprise entre 0,5 % et 93,90%. On note pour la loi Log-Normale une probabilité allant jusqu'à 93,90 %. Elle varie entre 13,3% à 65,9% pour la loi GEV, tandis que pour la loi de Gumbel, elle varie entre 0,5% et 31,38%.

De ce qui précède, on peut dire que :

La loi GEV peut s'appliquer à toutes les séries pluviométriques étudiées.

La loi Gumbel peut s'appliquer à la majorité des séries pluviométriques étudiées à l'exception de celle de 30 min où l'ajustement est rejeté ($P(\chi^2) < 1\%$).

La loi Log-normal peut s'appliquer à toutes les séries de pluie maximale annuelle.

La loi de Pearson ne s'adapte pas à la station d'Oued Zeboudj.

II-5-3 COMPARAISON ET SELECTION DES MODELES D'AJUSTEMENT :**II-5-3-1 CRITERE BIC :**

Durée (minutes)	P(Mi)	P(Mi/X)	BIC	Ordre des modèles
15min	25,00	38,90	70,85	Gumbel
	25,00	37,96	70,90	Log-normale
	25,00	12,53	73,12	GEV
	25,00	10,61	73,45	Pearson type III
30min	25,00	38,22	81,94	Gumbel
	25,00	34,40	82,15	Log-normale
	25,00	14,08	83,94	GEV
	25,00	13,30	84,05	Pearson type III
60min	25,00	34,09	89,522	Gumbel
	25,00	30,71	89,731	Log-normale
	25,00	18,13	90,785	GEV
	25,00	17,08	90,904	Pearson type III
120min	50,00	57,39	90,158	Log-normale
	50,00	42,61	90,753	Gumbel
180min	25,00	76,58	86,954	GEV
	25,00	15	90,215	Log-normale
	25,00	8,42	91,369	Gumbel
	25,00	N/D	N/D	Pearson type III
360min	25,00	39,25	92,162	Log-normale
	25,00	36,83	92,289	Gumbel
	25,00	11,97	94,537	Pearson type III
	25,00	11,95	94,540	GEV

Tableau 6 : Sélection des modèles d'ajustement statistique par le critère BIC pour la station de SOUMAA

Durée (minutes)	P(Mi)	P(Mi/X)	BIC	Ordre des modèles
15min	33,33	43,83	83,065	Log-normale
	33,33	40,09	83,243	Gumbel
	33,33	16,09	85,069	Pearson type III
30min	25,00	39,94	92,188	Log-normale
	25,00	37,28	92,327	Gumbel
	25,00	12,34	94,537	Pearson type III
	25,00	10,44	94,872	GEV
60min	33,33	43,99	102,550	Log-normale
	33,33	35,54	102,976	Gumbel
	33,33	20,47	104,080	GEV
120min	25,00	76,69	107,508	GEV
	25,00	15,21	110,744	Log-normale
	25,00	8,11	112,003	Gumbel
	25,00	N/D	N/D	Pearson type III
180min	25,00	70,32	111,676	GEV
	25,00	20,92	114,101	Log-normale
	25,00	8,76	115,842	Gumbel
	25,00	N/D	N/D	Pearson type III
360min	25,00	37,74	116,520	Log-normale
	25,00	37,48	116,534	GEV
	25,00	24,78	117,362	Gumbel
	25,00	N/D	N/D	Pearson type III

Tableau 7 : Sélection des modèles d'ajustement statistique par le critère BIC
Pour la ville de MOUZAIA

<i>Durée (min)</i>	<i>P(Mi)</i>	<i>P(Mi/X)</i>	<i>BIC</i>	<i>Ordre des modèles</i>
<i>15min</i>	25,00	66,25	243,843	GEV
	25,00	33,70	245,195	<i>Log-normale</i>
	25,00	0,05	258,222	<i>Gumbel</i>
	25,00	--	--	<i>Pearson type III</i>
<i>30min</i>	25,00	94,20	252,507	GEV
	25,00	5,73	258,107	<i>Log-normale</i>
	25,00	0,07	266,948	<i>Gumbel</i>
	25,00	--	--	<i>Pearson type III</i>
<i>60min</i>	25,00	98,41	261,646	GEV
	25,00	1,5	270,012	<i>Log-normale</i>
	25,00	0,09	275,624	<i>Gumbel</i>
	25,00	--	--	<i>Pearson type III</i>
<i>120min</i>	33,33	89,21	275,396	GEV
	33,33	8,73	280,045	<i>Log-normale</i>
	33,33	2,06	282,928	<i>Gumbel</i>
<i>180min</i>	33,33	70,01	278,123	GEV
	33,33	15,69	281,114	<i>Log-normale</i>
	33,33	14,30	281,300	<i>Gumbel</i>
<i>360min</i>	33,33	48,54	306,789	Log-normale
	33,33	41,92	307,083	<i>Gumbel</i>
	33,33	9,54	310,043	<i>GEV</i>

*Tableau 8 : Sélection des modèles d'ajustement statistique par le critère BIC
Pour la station d'Oued Zeboudj*

A travers ces résultats ; on remarque que :

Pour la station de Mouzaia ; la loi Log normale est la meilleure loi pour la majorité des listes pluviométriques maximales annuelles sauf pour les durées de 120 minutes et de 180 minutes où la loi sélectionnée est GEV.

Pour la station de Soumaa ; 03 séries suivent la loi de Gumbel (15, 30, et 60 minutes), deux séries suivent préférentiellement la loi Log normale (120 et 360 minutes) mais pour une durée de 180 minutes, la loi retenue est GEV.

La loi de GEV est la meilleure loi pour la majorité des listes pluviométriques maximales annuelles sauf pour la durée de 360 minutes où la loi sélectionnée est celle de Log normale

II-5-3-2 COMPARAISON GRAPHIQUE :

A- STATION DE SOUMAA :

15 minutes :

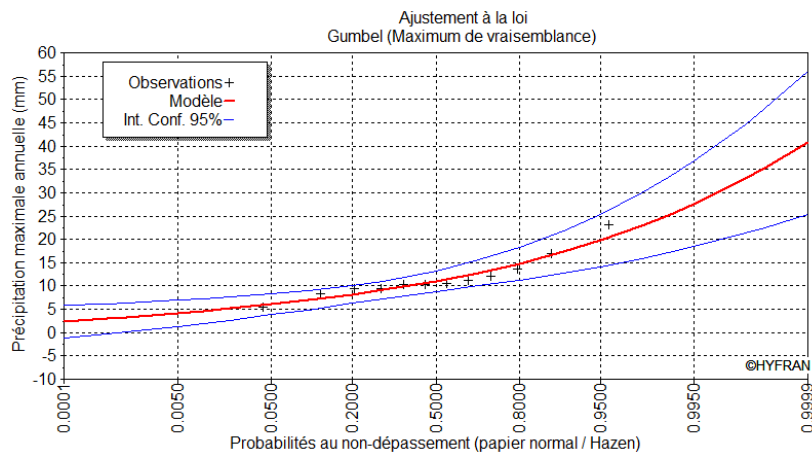


Figure 4 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 15 min suivant la loi de Gumbel «station de Soumaa »

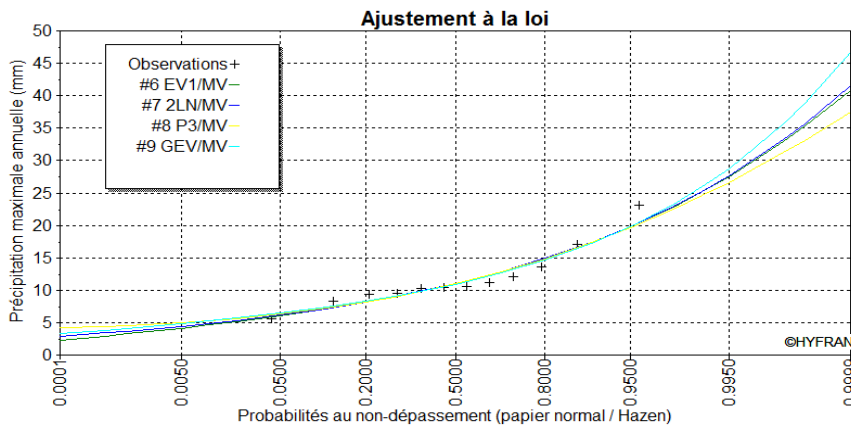


Figure 5 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 15 min «station de Soumaa»

30 minutes :

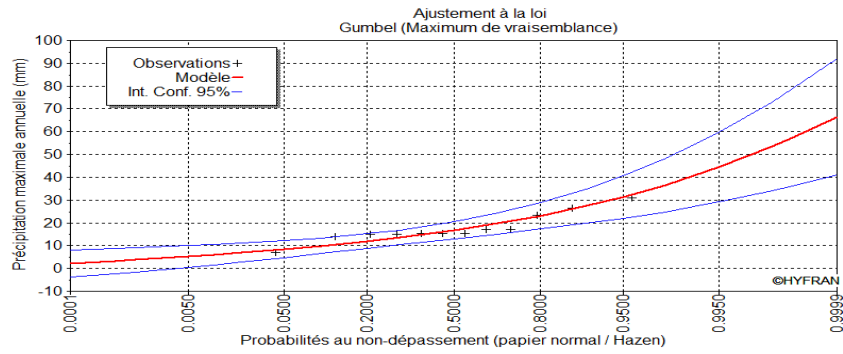


Figure 6 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 30 min suivant la loi de Gumbel «station de Soumaa »

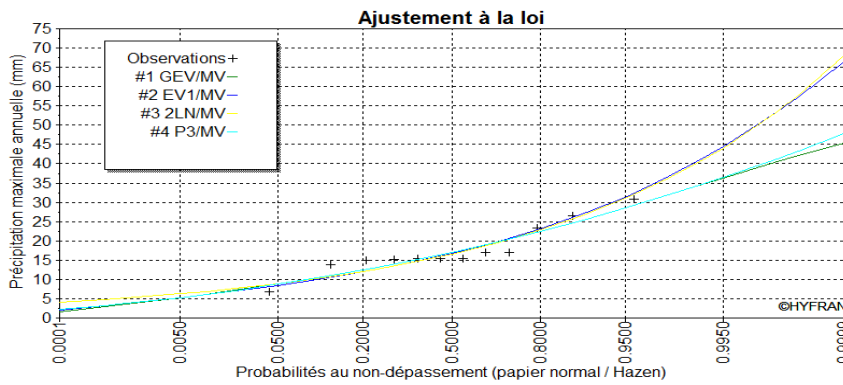


Figure 7 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 30 min «station de Soumaa»

60 minutes :

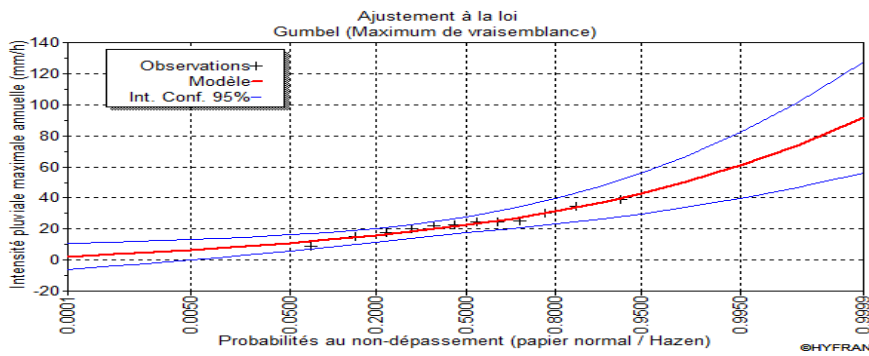


Figure 8 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 60 min suivant la loi de Gumbel «station de Soumaa »

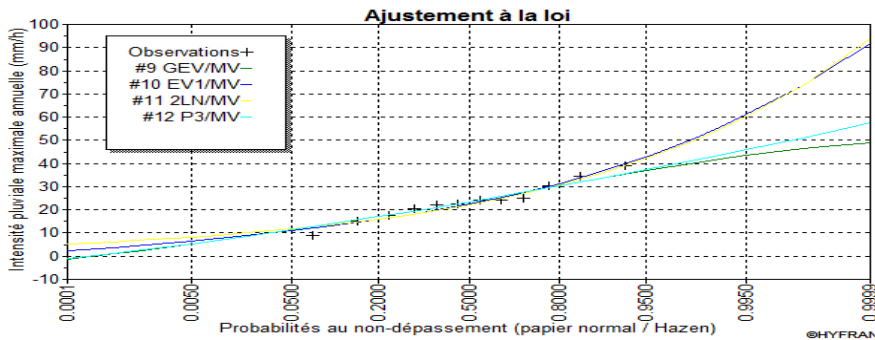


Figure 9 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 60 min «station de Soumaa»

120 minutes :

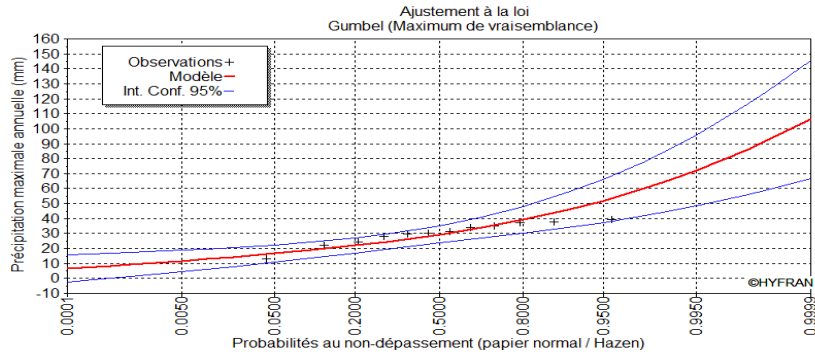


Figure 10 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 120 min suivant la loi de Gumbel «station de Soumaa »

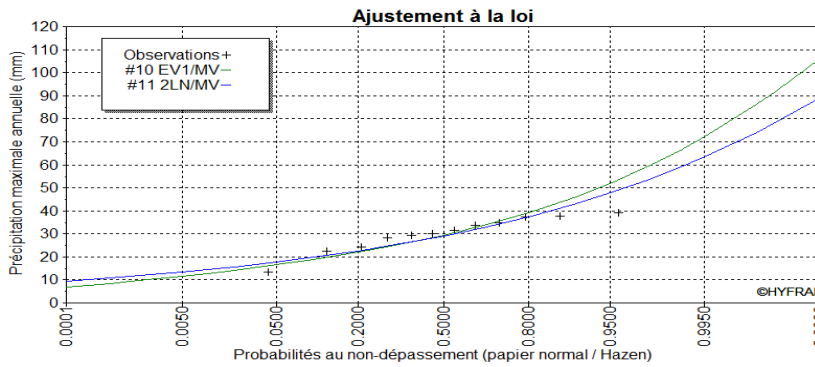


Figure 11 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 120 min «station de Soumaa»

180 minutes :

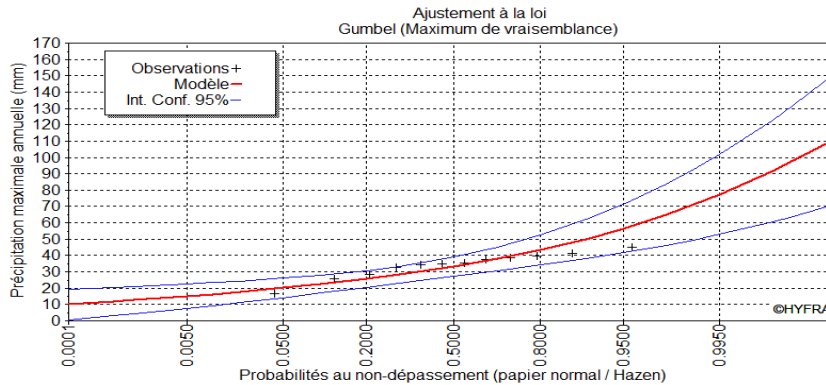


Figure 12 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 180 min suivant la loi de Gumbel «station de Soumaa »

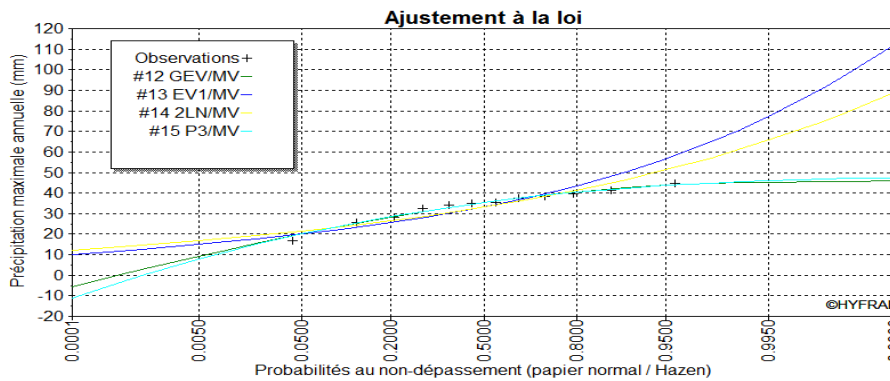


Figure 13 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 180 min «station de Soumaa»

360 minutes :

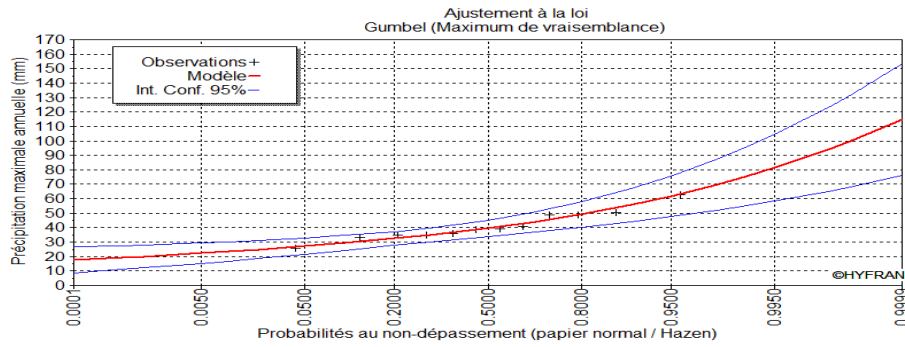


Figure 14 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 360 min suivant la loi de Gumbel «station de Soumaa »

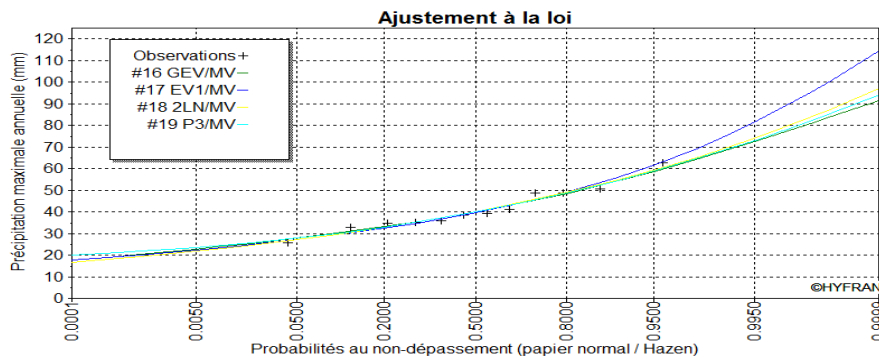


Figure 15 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 360 min «station de Soumaa»

N.B : Le reste des graphiques d’ajustement statistique suivant les lois de Log normale, GEV et Pearson III sont présentés en annexe.

B- STATION DE MOUZAIA

15 minutes

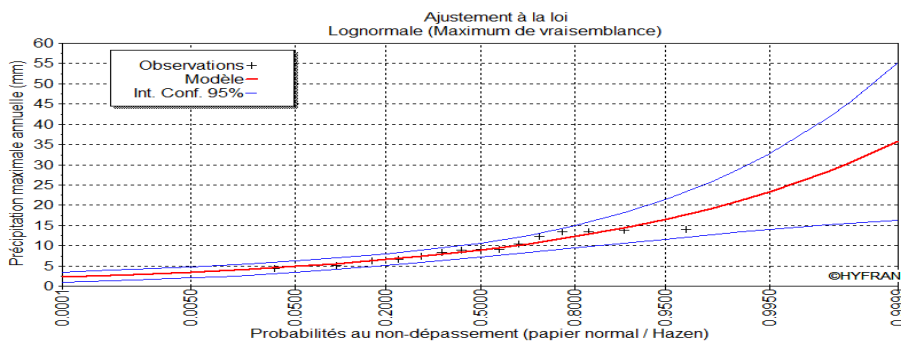


Figure 16 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 15 min suivant la loi de Log normale «station de Mouzaia »

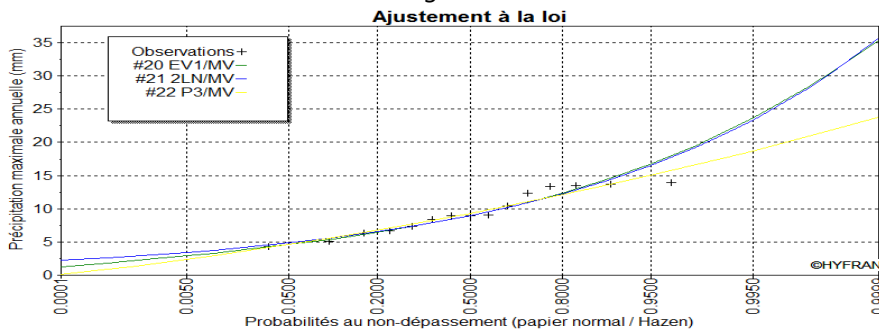


Figure 17 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 15 min «station de Mouzaia»

30 minutes

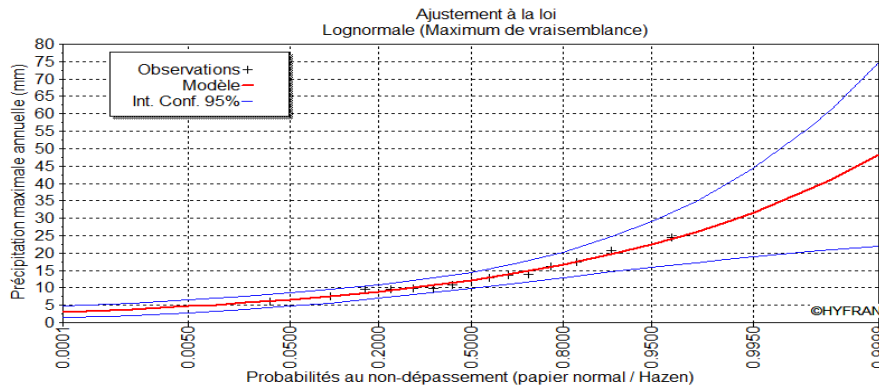


Figure 18 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 30 min suivant la loi de Log normale «station de Mouzaia »

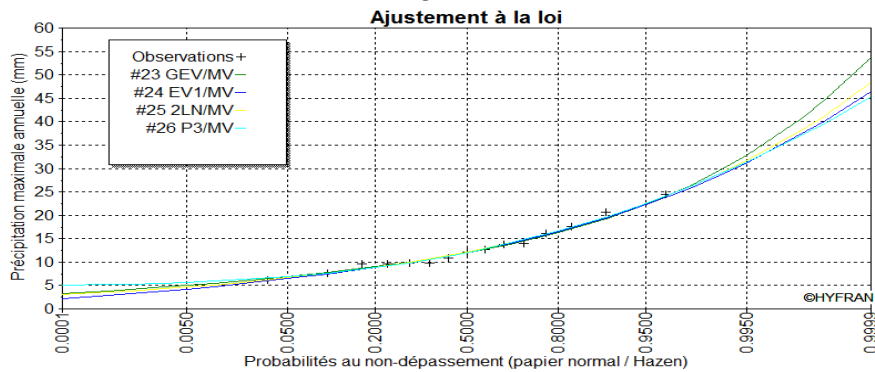


Figure 19 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 30 min «station de Mouzaia»

60 minutes :

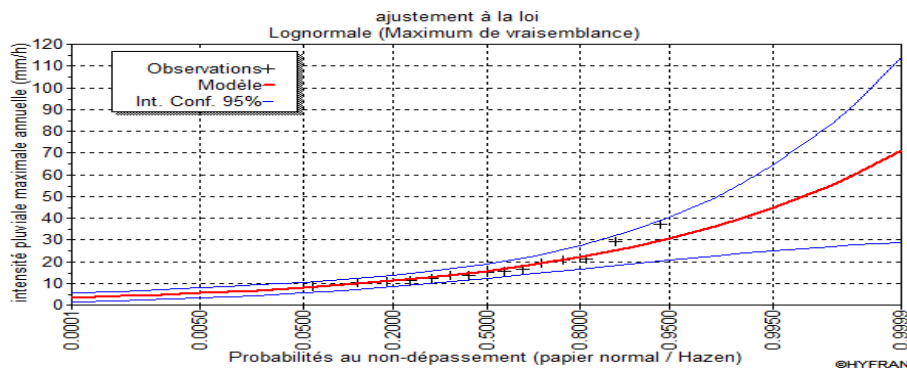


Figure 20 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 60 min suivant la loi de Log normale «station de Mouzaia »

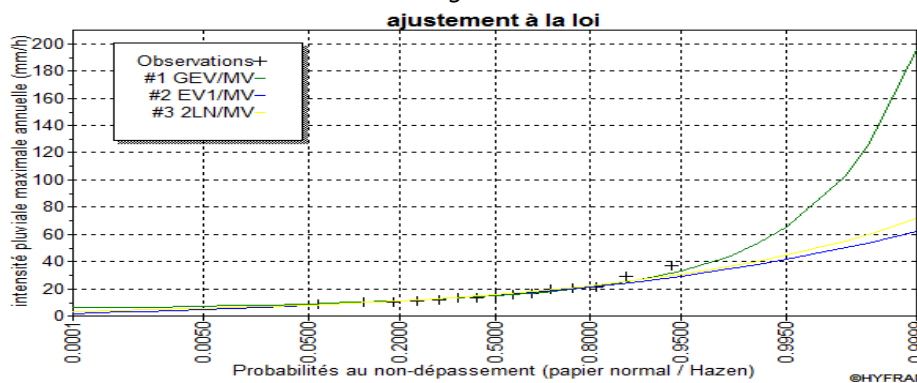


Figure 21 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 60 min «station de Mouzaia»

120 minutes :

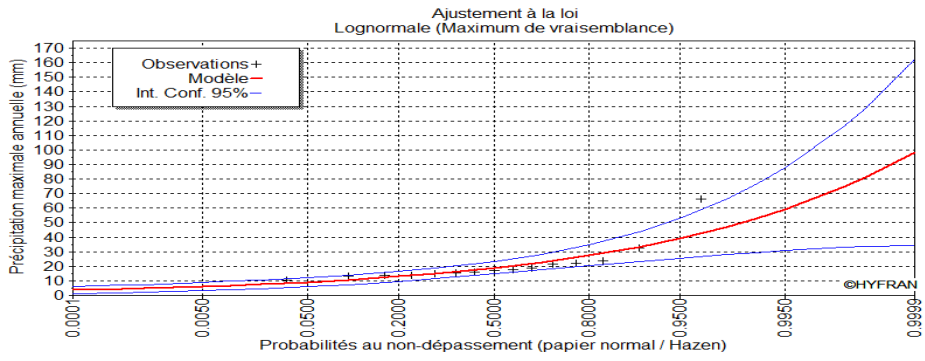


Figure 22 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 120 min suivant la loi de Log normale «station de Mouzaia »

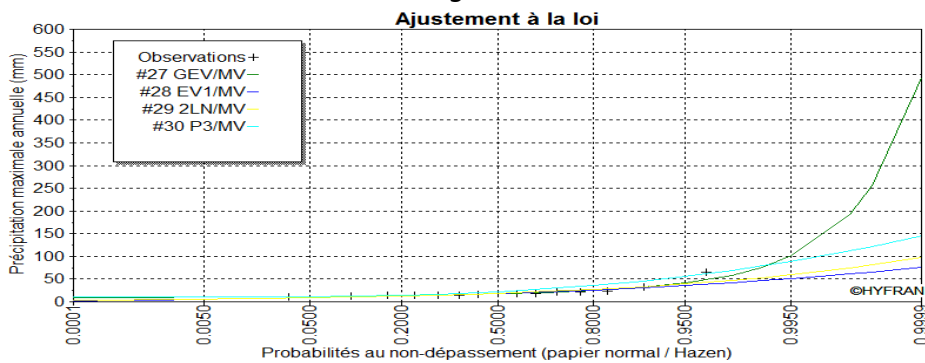


Figure 23 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 120 min «station de Mouzaia»

180 minutes

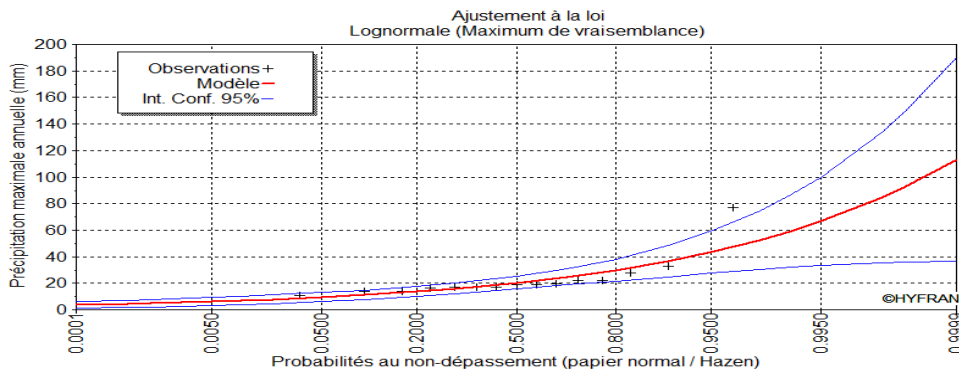


Figure 24 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 180 min suivant la loi de Log normale «station de Mouzaia »

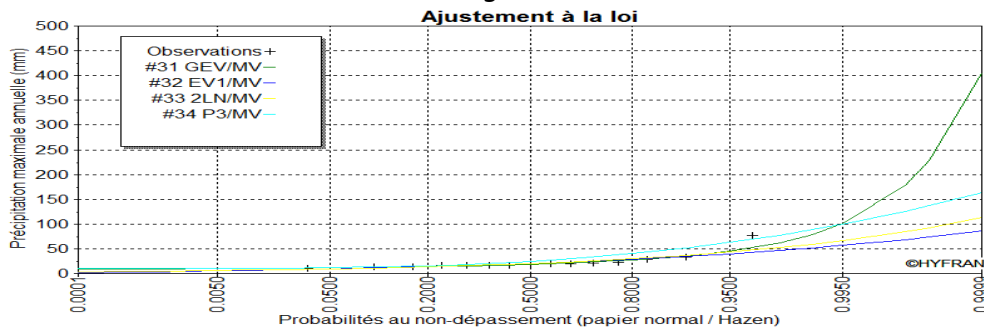


Figure 25 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 180 min «station de Mouzaia»

360 minutes :

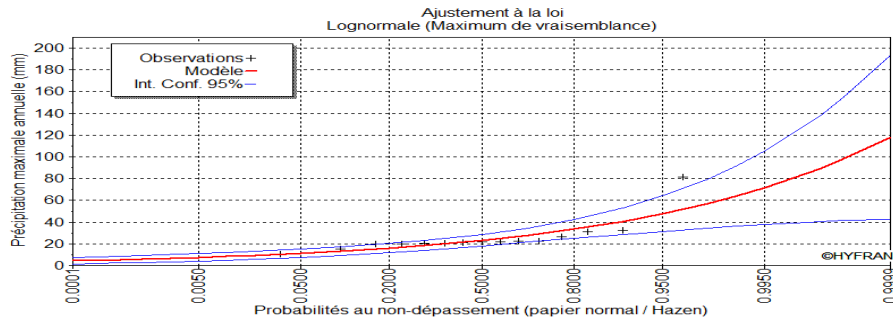


Figure 26 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 15 min suivant la loi de Log normale «station de Mouzaia »

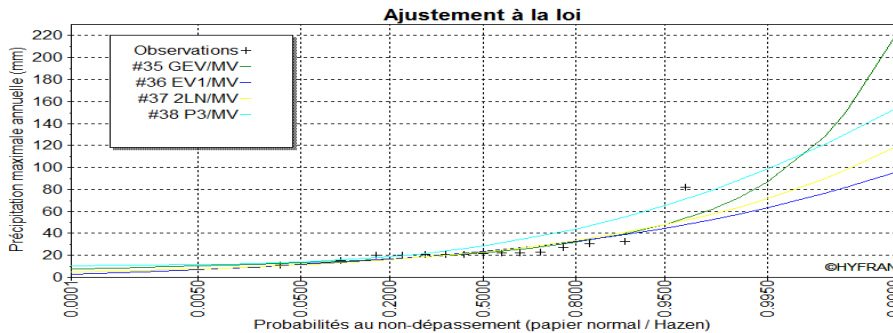


Figure 27 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 360 min «station de Mouzaia»

N.B : Le reste des graphiques d’ajustement statistique suivant les lois de Gumbel, GEV et Pearson III sont présentés en annexe.

C- OUED ZBOUDJ

15 MINUTES :

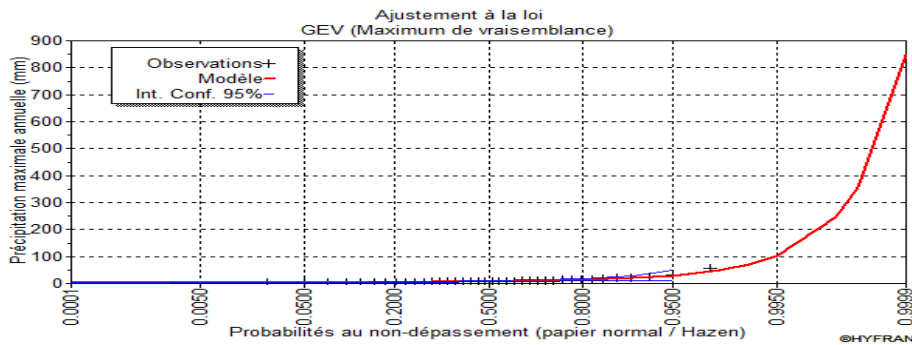


Figure 28: Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 15 min suivant la loi de GEV «station de Oued Zeboudj »

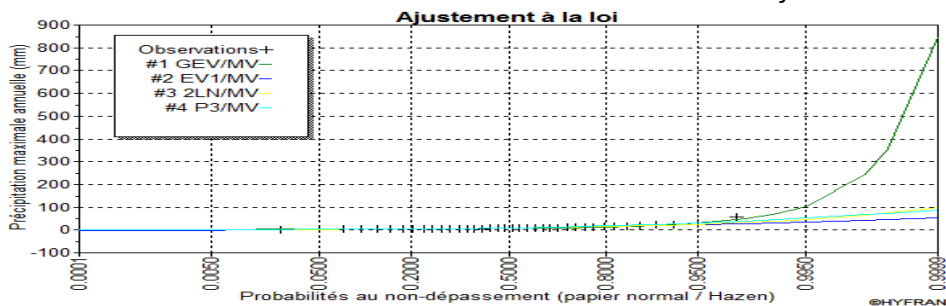


Figure 29 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 15 min «station de Oued Zeboudj»

30 minutes :

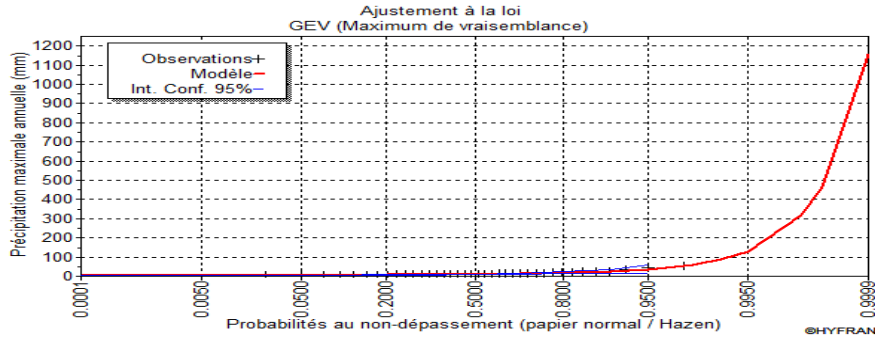


Figure 30: Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 30 min suivant la loi de GEV «station de Oued Zeboudj »

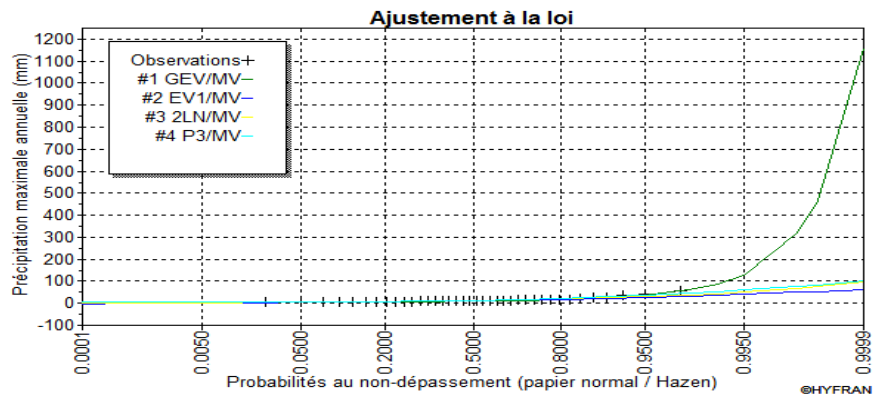


Figure 31 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 30 min «station de Oued Zeboudj»

60 minutes :

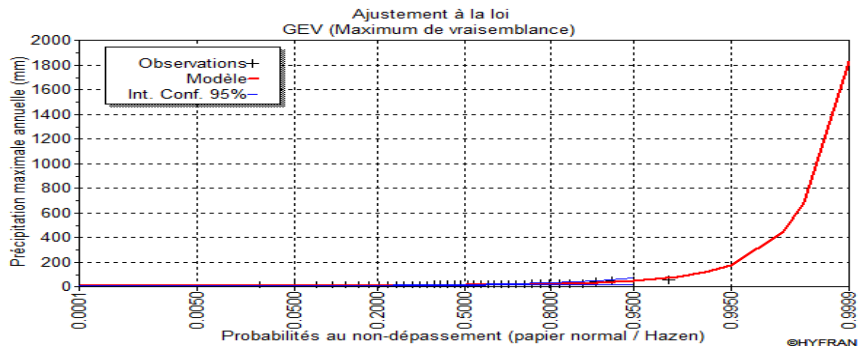


Figure 32: Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 60 min suivant la loi de GEV «station de Oued Zeboudj »

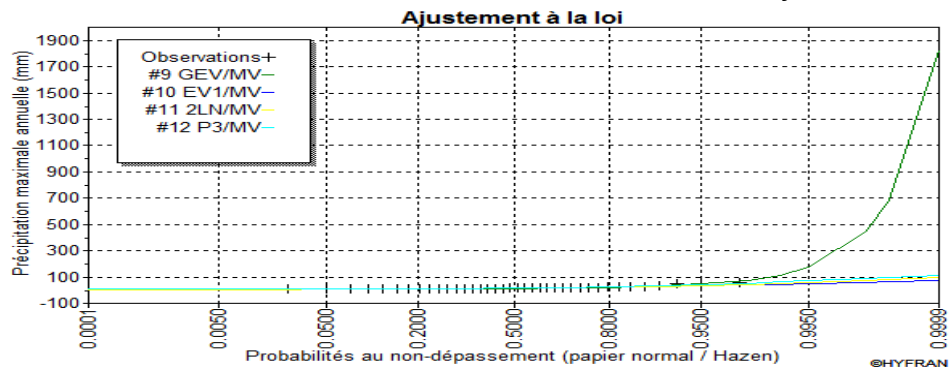


Figure 33 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 60 min «station de Oued Zeboudj»

120 minutes :

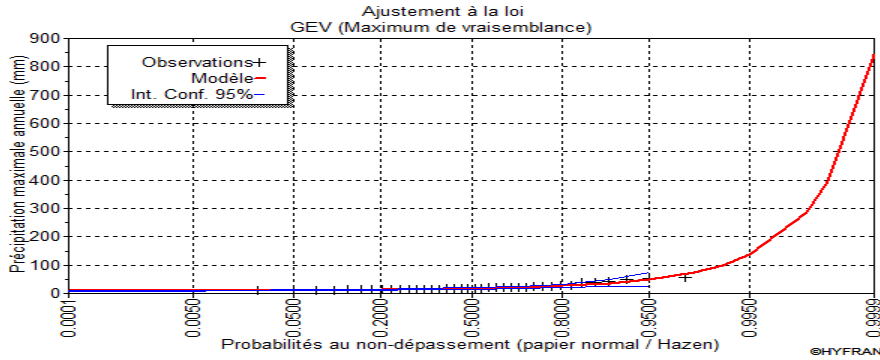


Figure 34: Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 120 min suivant la loi de GEV «station de Oued Zeboudj »

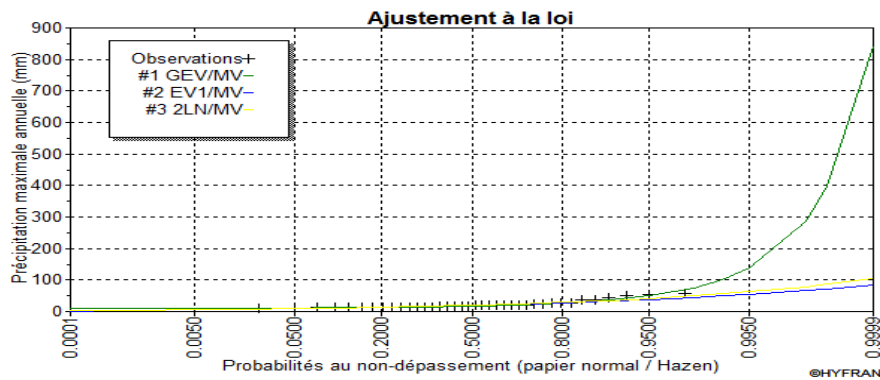


Figure 35 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 120 min «station de Oued Zeboudj »

180 minutes :

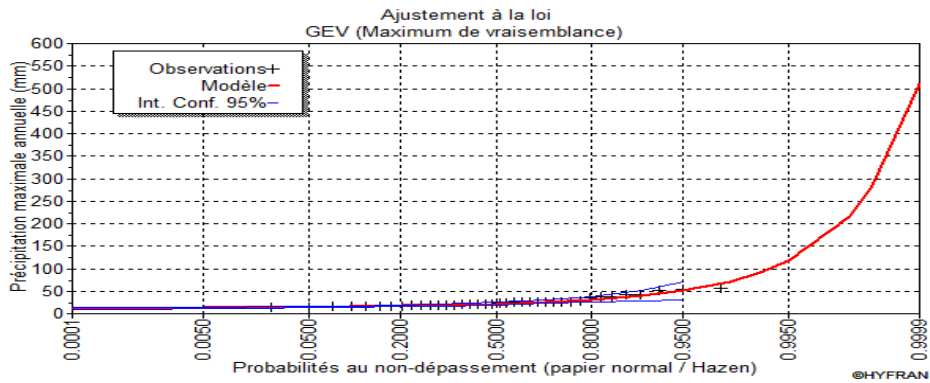


Figure 36: Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 180 min suivant la loi de GEV «station de Oued Zeboudj »

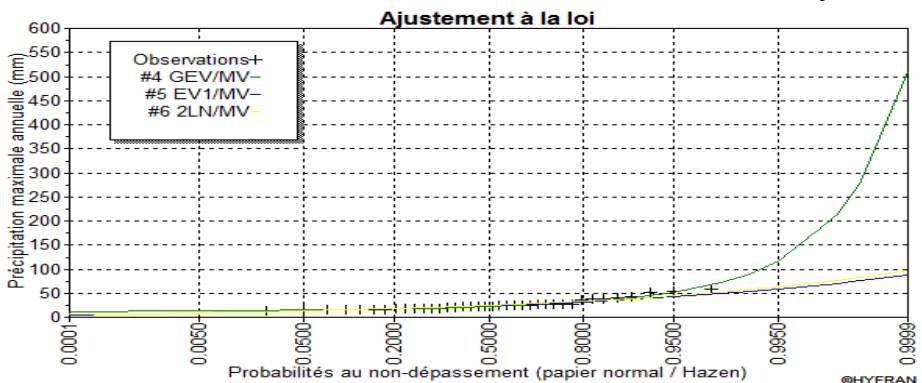


Figure 37 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 180 min «station de Oued Zeboudj »

360 MINUTES :

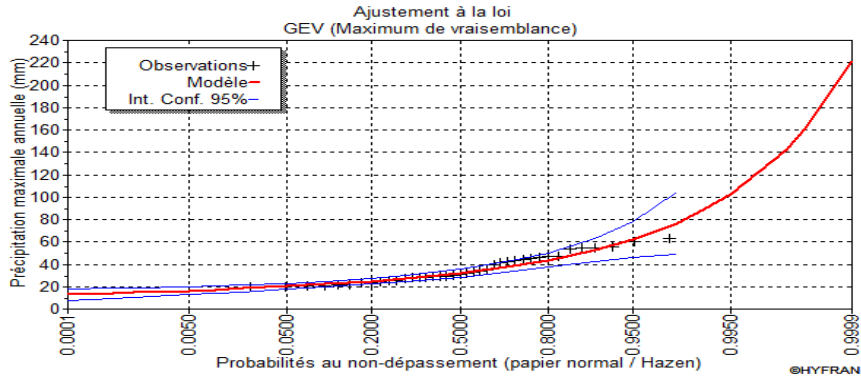


Figure 38: Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 360 min suivant la loi de GEV «station de Oued Zeboudj »

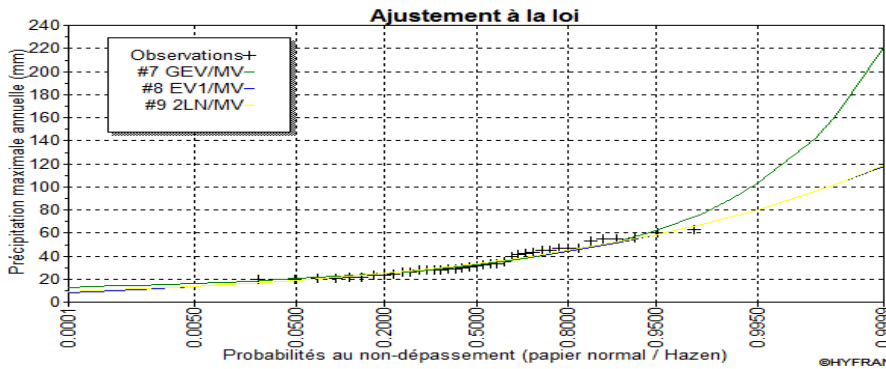


Figure 39 : Comparaison graphique des ajustements statistiques des pluies maximales annuelles pour une durée de 360 min «station de Oued Zeboudj»

N.B : Le reste des graphiques d’ajustement statistique suivant les lois de Log normale, Gumbel et Pearson III sont présentés en annexe.

INTERPRETATION DES GRAPHIQUES D’AJUSTEMENT :

Tenant compte du classement préférentiel des modèles d’ajustement suivant leur probabilité à posteriori, et en comparant les tracés d’ajustement suivant les quatre lois utilisées ainsi que la comparaison graphique établie par le logiciel Hyfran sur papier normal/Hazen, on arrive à établir les constatations suivantes :

A- POUR LA STATION DE SOUMAA :

L’étude comparative du graphique des tests d’ajustements indique que la série des pluies maximales annuelles pour une durée de 15min s’ajuste préférentiellement suivant le modèle Gumbel par rapport aux autres modèles (figure 5).

Pour une durée de 30min, et tenant compte de la représentation graphique des ajustements, on remarque que la série s’ajuste mieux suivant les lois de Gumbel et de Log normale que les autres lois, mais certain écart « pour les faibles hauteurs de pluies » nous conduit à retenir la loi de Gumbel (figure 7).

Pour une durée de 60min ; on remarque les mêmes observations que celles établies pour le cas de 30min où les faibles hauteurs de pluies maximales annuelles s’ajustent mieux suivant la loi de Gumbel que les autres lois (figure 9).

L'ajustement appliqué à la série des pluies maximales annuelles pour une durée de 120min montre que les observations se distribuent relativement bien et de la même façon pour les modèles de Gumbel et Log normale alors que pour les modèles de GEV et Pearson type III, l'ajustement a été éliminé (GEV : la méthode d'estimation ne converge pas, Pearson type III : Dans l'estimation des paramètres, la dérivée (dR / dM) est négative).

De la comparaison graphique, il ressort que le modèle retenu est celui de la loi Log-Normale (figure 11).

Pour une durée de 180min, les graphes d'ajustements des pluies montrent que GEV et PEARSON III sont plus proches aux observations, néanmoins que GEV est la meilleure loi à retenir (figure 13).

Suivant la représentation de la distribution des pluies maximales annuelles pour une durée de 360min les modèles GEV, LOG NORMALE et PEARSON III sont proches aux observations de pluies. L'observation du graphique des tests d'ajustement conduit à retenir le modèle Gumbel comme modèle privilégié (figure 15).

B- POUR LA STATION DE MOUZAIA :

Pour une durée de 15min, et tenant compte de la représentation graphique des ajustements, on remarque que les pluies maximales annuelles s'ajuste mieux suivant les lois de Gumbel et de Log normale que les autres lois, mais la distribution des valeurs est plus proche du modèle Log normale par rapport à Gumbel, ce qui nous a conduit à retenir la loi Log normale.

L'ajustement suivant le modèle GEV a été éliminé dans ce cas vu que la méthode d'estimation ne converge pas (figure 17).

L'étude comparative du graphique des tests d'ajustements pour une durée de 30min indique que la série pluviale maximale annuelle peut s'ajuster par toutes les lois, mais préférentiellement suivant le modèle Log normale (figure 19).

Pour les modèles Gumbel et GEV, on remarque que l'écart par rapport à la queue supérieure de ces deux modèle est supérieur à celui de Log normale Pour le modèle Pearson type III, l'ajustement n'a pas pu être appliqué (la dérivée (dR / dM) est négative).

les courbes d'ajustements des quatre modèles utilisées pour les pluies maximales annuelles suivant une durée de 60min montrent que :

Pour le cas de Gumbel, on remarque que la valeur maximale de pluie se trouve à l'extérieur de l'intervalle de confiance.

Pour Pearson type III, l'ajustement n'a pas pu être appliqué (la dérivée (dR / dM) est négative)

L'étude comparative du graphique des tests d'ajustements permet de retenir la loi Log-Normale comme modèle adéquat (figure 21).

La comparaison graphique des ajustements suivant les quatre modèles pour une durée de 120min a conduit à retenir la loi GEV (figure 23).

Pour Gumbel, Log normale et GEV, la valeur maximale de pluie se trouve à l'extérieur de l'intervalle de confiance.

Pour une durée de 180min, on trouve les mêmes observations que précédemment où la valeur maximale de pluie se place à l'extérieur de l'intervalle de confiance pour tous les modèles à l'exception de Pearson type III

La comparaison graphique des ajustements permet de retenir GEV comme modèle adéquat (figure 25).

L'étude comparative du graphique d'ajustements indique que la série des pluies maximales annuelles pour une durée de 360min s'ajuste préférentiellement suivant le modèle GEV par rapport aux autres modèles (figure 27).

C- POUR LA STATION D'OUED ZBOUDJ :

D'après les graphiques de comparaison des ajustements, on constate que les résultats établis suivant des périodes de retour ≤ à 50 ans se rapprochent pour les quatre modèles utilisés, mais au dessus, la loi GEV donne des valeurs trop élevées par rapport aux autres modèles, ce qui rend le choix du meilleur modèle difficile et nécessitant le calcul des erreurs relative pour assurer le choix définitif du meilleur modèle caractérisant la station d'oued Zeboudj.

II-5-4 ESTIMATION DES QUANTILES ET CALCUL DES ERREURS RELATIVES (ou biais relatives) :

Pour estimer l'erreur relative engendrée par les modèles choisis par rapport aux modèles non retenus :

$$ER = \frac{\text{quantile du modèle choisi} - \text{quantile du modèle non retenu}}{\text{quantile du modèle choisi}}$$

On doit d'abord déterminer les quantiles pour des périodes de retour de : 2, 5, 10 50 et 100 ans en utilisant le logiciel HYFRAN puis, on calcul les erreurs relatives pour chaque paire de modèles.

Les erreurs près de zéro indiquent que les écarts absolus entre les quantiles des deux modèles sont faibles (aucun biais) tandis que de grandes valeurs de |BR(A/B)| indiquent que les quantiles de l'un des modèles sont supérieurs à ceux de l'autre modèle

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

A- SOUMAA :

A-1 Durée de 15 minutes :

GEV			GUMBEL		LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	25,9118	-0,0276	100.0	25,2155	100.0	25,3012	-0,0034	100.0	24,6220	0,0235
50.0	23,1944	-0,0143	50.0	22,8682	50.0	22,9600	-0,0040	50.0	22,5374	0,0145
20.0	19,7252	0,0005	20.0	19,7357	20.0	19,8474	-0,0057	20.0	19,6636	0,0037
10.0	17,1628	0,0088	10.0	17,3157	10.0	17,4371	-0,0070	10.0	17,3590	-0,0025
5.0	14,5961	0,0133	5.0	14,7928	5.0	14,9061	-0,0077	5.0	14,8718	-0,0053
2.0	10,9128	0,0063	2.0	10,9823	2.0	11,0457	-0,0058	2.0	10,9912	-0,0008

Tableau 9 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Gumbel pour la station de Soumaa suivant une durée de 15 minutes

A-2 Durée de 30 minutes :

GEV			GUMBEL		LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	34,1661	0,1562	100.0	40,4911	100.0	40,0349	0,0113	100.0	34,2153	0,1550
50.0	31,8772	0,1282	50.0	36,5659	50.0	36,1076	0,0125	50.0	31,8510	0,1289
20.0	28,5245	0,0895	20.0	31,3278	20.0	30,9262	0,0128	20.0	28,4864	0,0907
10.0	25,6788	0,0587	10.0	27,2810	10.0	26,9487	0,0122	10.0	25,6771	0,0588
5.0	22,4524	0,0264	5.0	23,0623	5.0	22,8096	0,0110	5.0	22,4973	0,0245
2.0	17,0243	-0,0200	2.0	16,6903	2.0	16,5847	0,0063	2.0	17,0704	-0,0228

Tableau 10 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Gumbel pour la station de Soumaa suivant une durée de 30 minutes

A-3 Durée de 60 minutes :

GEV			GUMBEL		LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	41,9257	0,2472	100.0	55,6902	100.0	54,8317	0,0154	100.0	43,5838	0,2174
50.0	40,0200	0,2031	50.0	50,2188	50.0	49,3437	0,0174	50.0	41,0097	0,1834
20.0	36,9222	0,1397	20.0	42,9175	20.0	42,1230	0,0185	20.0	37,2530	0,1320
10.0	34,0046	0,0878	10.0	37,2767	10.0	36,5974	0,0182	10.0	34,0190	0,0874
5.0	30,3732	0,0326	5.0	31,3961	5.0	30,8659	0,0169	5.0	30,2324	0,0371
2.0	23,4790	-0,0428	2.0	22,5143	2.0	22,2897	0,0100	2.0	23,3770	-0,0383

Tableau 11 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Gumbel pour la station de Soumaa suivant une durée de 60 minutes

A-4 Durée de 120 minutes :

GUMBEL			LOG NORMALE	
T	XT	ERREUR	T	XT
100.0	66,1018	-0,1259	100.0	58,7106
50.0	60,0310	-0,1101	50.0	54,0769
20.0	51,9300	-0,0864	20.0	47,8013
10.0	45,6709	-0,0661	10.0	42,8378
5.0	39,1461	-0,0436	5.0	37,5108
2.0	29,2912	-0,0065	2.0	29,1027

Tableau 12 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Gumbel pour la station de Soumaa suivant une durée de 120 minutes

A-5 Durée de 180 minutes :

GUMBEL		GEV			LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	71,0800	100.0	45,0702	0,3659	100.0	61,4662	0,1353	100.0	45,4913	0,3600
50.0	64,8342	50.0	44,6575	0,3112	50.0	57,1747	0,1181	50.0	44,8456	0,3083
20.0	56,5007	20.0	43,7419	0,2258	20.0	51,2914	0,0922	20.0	43,6580	0,2273
10.0	50,0625	10.0	42,5716	0,1496	10.0	46,5727	0,0697	10.0	42,3489	0,1541
5.0	43,3507	5.0	40,6510	0,0623	5.0	41,4347	0,0442	5.0	40,3984	0,0681
2.0	33,2134	2.0	35,4080	-0,0661	2.0	33,1388	0,0022	2.0	35,4018	-0,0659

Tableau 13 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Gumbel pour la station de Soumaa suivant une durée de 180 minutes

A-6 Durée de 360 minutes :

GEV			LOG NORMALE			GUMBEL		PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR
100.0	68,6561	0,0906	100.0	69,7989	0,07545	100.0	75,4950	100.0	68,9990	0,0860
50.0	64,5047	0,0729	50.0	65,4202	0,0597	50.0	69,5740	50.0	64,7942	0,0687
20.0	58,6304	0,0493	20.0	59,3606	0,03749	20.0	61,6725	20.0	58,9001	0,0450
10.0	53,8152	0,0315	10.0	54,4478	0,02016	10.0	55,5682	10.0	54,0704	0,0270
5.0	48,5232	0,0138	5.0	49,0385	0,00337	5.0	49,2044	5.0	48,7215	0,0098
2.0	39,9695	-0,0095	2.0	40,1499	-0,0141	2.0	39,5926	2.0	39,9501	-0,0090

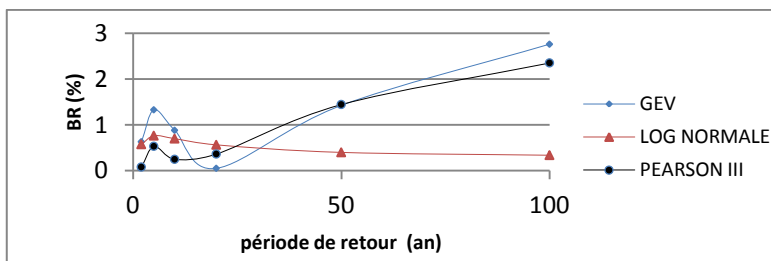
Tableau 14 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Gumbel pour la station de Soumaa suivant une durée de 360 minutes

N.B. : Les tableaux de Calcul des erreurs relatives par rapport aux autres lois (GEV, Log normale et Pearson III) pour la station de Soumaa sont présentés en annexe.

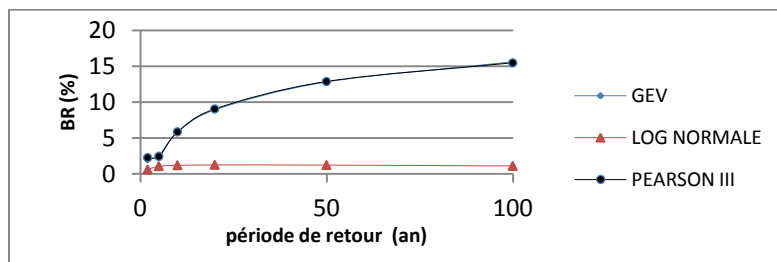
On constate que pour la majorité des durées, la loi de Gumbel est la meilleure loi qui assure le minimum d'erreurs relatives par rapport aux autres modèles sauf pour le cas de 360min où la loi GEV a été sélectionnée mais on peut appliquer la loi de Gumbel vu que les erreurs reste faibles (maximum 9%).

A cet effet la loi de Gumbel sera retenue pour modéliser les pluies maximales annuelles de la station de SOUMAA

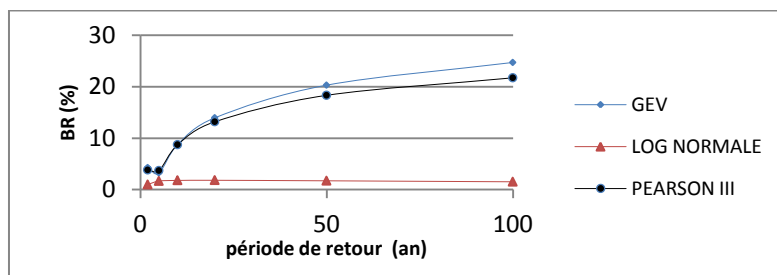
Les graphiques des biais relatifs (BR %) en fonction du temps de retour (T) pour les meilleures lois sont présentés ci dessous:



15 MINUTES



30 MINUTES



60 MINUTES

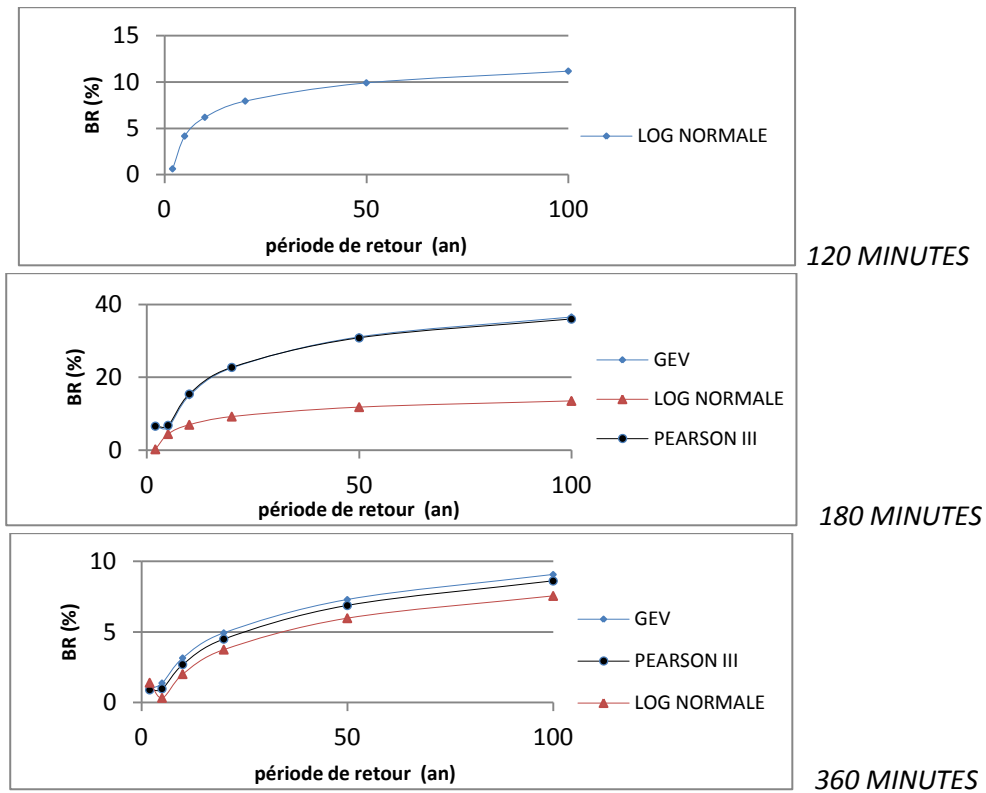


Figure 40 : Courbes des erreurs relatives (ou biais relatifs |BR|) pour la station de Soumaa

COMPARAISON DES BIAIS RELATIFS PAR RAPPORT A LA LOI GUMBEL :

Pour le modèle Log-normale, la courbe correspondante aux biais relatifs en valeurs absolues est stable sauf pour 180 minutes où elle est croissante. Le minimum est de 0.34% alors que le maximum est de 13.53%

Donc pour la majorité des durées, L'Erreur est insignifiante

Pour GEV, la courbe est généralement croissante avec un minimum d'erreur de 0,05% et un maximum de 36,59%

L'erreur est généralement assez significative

Comparativement à Pearson III, la courbe est généralement croissante avec un minimum d'erreur de 0,08% et un maximum de 36%

L'erreur est généralement assez significative

B – MOUZAIA :

B-1 Durée de 15 minutes :

LOG NORMALE		GUMBEL			PEARSON III		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	21,5970	100.0	21,2624	0,0155	100.0	17,7169	0,1797
50.0	19,5133	50.0	19,2096	0,0156	50.0	16,6196	0,1483
20.0	16,7326	20.0	16,4954	0,0142	20.0	15,0306	0,1017
10.0	14,5844	10.0	14,4068	0,0122	10.0	13,6757	0,0623
5.0	12,3449	5.0	12,2279	0,0095	5.0	12,1055	0,0194
2.0	8,9623	2.0	8,9380	0,0027	2.0	9,3125	-0,0391

Tableau 15 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Mouzaia suivant une durée de 15 minutes

B-2 Durée de 30 minutes :

GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	29,4810	-0,0222	100.0	28,8404	100.0	28,5279	0,0108	100.0	28,7335	0,0037
50.0	26,3187	-0,0095	50.0	26,0698	50.0	25,8239	0,0094	50.0	26,0984	-0,0011
20.0	22,2824	0,0054	20.0	22,4043	20.0	22,2154	0,0084	20.0	22,4966	-0,0041
10.0	19,3020	0,0143	10.0	19,5815	10.0	19,4276	0,0079	10.0	19,6407	-0,0030
5.0	16,3173	0,0191	5.0	16,6342	5.0	16,5214	0,0068	5.0	16,6016	0,0020
2.0	12,0351	0,0118	2.0	12,1789	2.0	12,1318	0,0039	2.0	11,9927	0,0153

Tableau 16 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Mouzaia suivant une durée de 30 minutes

B-3 Durée de 60 minutes :

GEV			LOG NORMALE		GUMBEL		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR
100.0	53,1217	-0,3159	100.0	40,3681	100.0	37,9374	0,0602
50.0	43,3654	-0,2005	50.0	36,1227	50.0	34,2495	0,0519
20.0	32,9563	-0,0779	20.0	30,5759	20.0	29,3281	0,0408
10.0	26,5609	-0,0074	10.0	26,3652	10.0	25,5260	0,0318
5.0	21,1173	0,0416	5.0	22,0338	5.0	21,5622	0,0214
2.0	14,7634	0,0558	2.0	15,6360	2.0	15,5755	0,0039

Tableau 17 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Mouzaia suivant une durée de 60 minutes

B-4 Durée de 120 minutes :

LOG NORMALE		GUMBEL			GEV			PEARSON III		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	53,0018	100.0	46,4832	0,1230	100.0	76,9272	-0,4514	100.0	79,0752	-0,4919
50.0	46,9641	50.0	41,9264	0,1073	50.0	58,7948	-0,2519	50.0	69,1603	-0,4726
20.0	39,1708	20.0	35,8454	0,0849	20.0	41,4866	-0,0591	20.0	55,9907	-0,4294
10.0	33,3369	10.0	31,1475	0,0657	10.0	32,0141	0,0397	10.0	45,9585	-0,3786
5.0	27,4215	5.0	26,2498	0,0427	5.0	24,7302	0,0981	5.0	35,8284	-0,3066
2.0	18,8780	2.0	18,8526	0,0013	2.0	17,2460	0,0864	2.0	22,1294	-0,1722

Tableau 18 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Mouzaia suivant une durée de 120 minutes

II-5 Durée de 180 minutes :

LOG NORMALE		GUMBEL			GEV			PEARSON III		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	59,4055	100.0	51,6214	0,1310	100.0	78,6894	-0,3246	100.0	88,9625	-0,4975
50.0	52,3748	50.0	46,4667	0,1128	50.0	61,6617	-0,1773	50.0	77,7864	-0,4852
20.0	43,3560	20.0	39,5879	0,0869	20.0	44,6786	-0,0305	20.0	62,9149	-0,4511
10.0	36,6526	10.0	34,2737	0,0649	10.0	34,9488	0,0465	10.0	51,5567	-0,4066
5.0	29,9055	5.0	28,7335	0,0392	5.0	27,1607	0,0918	5.0	40,0470	-0,3391
2.0	20,2716	2.0	20,3657	-0,0046	2.0	18,7463	0,0752	2.0	24,3539	-0,2014

Tableau 19 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Mouzaia suivant une durée de 180 minutes

B-6 Durée de 360 minutes :

GEV			GUMBEL			LOG NORMALE		PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR
100.0	73,1929	-0,1395	100.0	57,5894	0,1034	100.0	64,2308	100.0	88,5985	-0,3794
50.0	61,3015	-0,0751	50.0	51,9430	0,0891	50.0	57,0212	50.0	78,6510	-0,3793
20.0	47,9888	-0,0062	20.0	44,4080	0,0689	20.0	47,6935	20.0	65,2470	-0,3680
10.0	39,3929	0,0319	10.0	38,5867	0,0517	10.0	40,6922	10.0	54,8256	-0,3473
5.0	31,7489	0,0543	5.0	32,5180	0,0314	5.0	33,5736	5.0	44,0104	-0,3109
2.0	22,3194	0,0399	2.0	23,3520	-0,0045	2.0	23,2480	2.0	28,4563	-0,2240

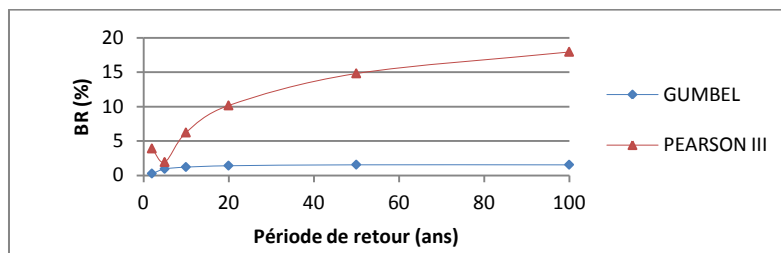
Tableau 20 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Mouzaia suivant une durée de 360 minutes

N.B : Les tableaux de Calcul des erreurs relatives par rapport aux autres lois (GEV, Gumbel et Pearson III) pour la station de Mouzaia sont présentés en annexe.

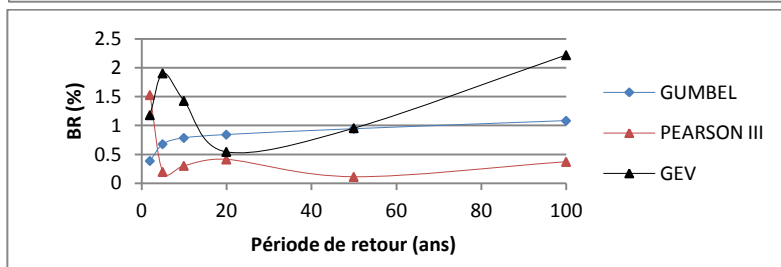
On constate que pour toutes les durées, la loi de log normale est la meilleure loi qui assure le minimum d'erreurs relatives par rapport aux autres modèles.

A cet effet la loi de log normale sera retenue pour modéliser les pluies maximales annuelles de la station de MOUZAIA

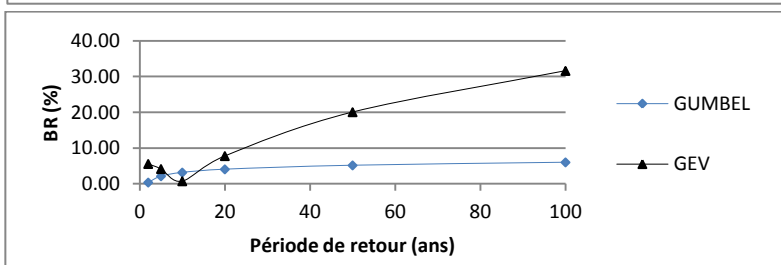
Les graphiques des biais relatifs (BR %) en fonction du temps de retour (T) pour les meilleures lois sont présentés ci dessous:



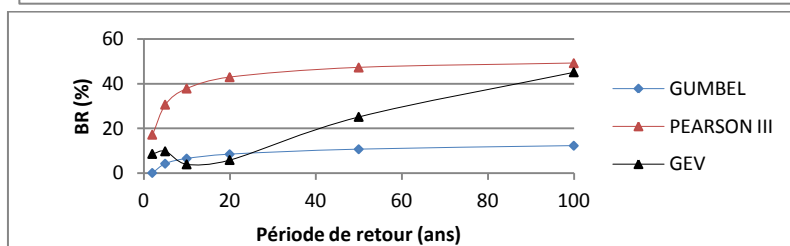
15 MINUTES



30 MINUTES



60 MINUTES



120 MINUTES

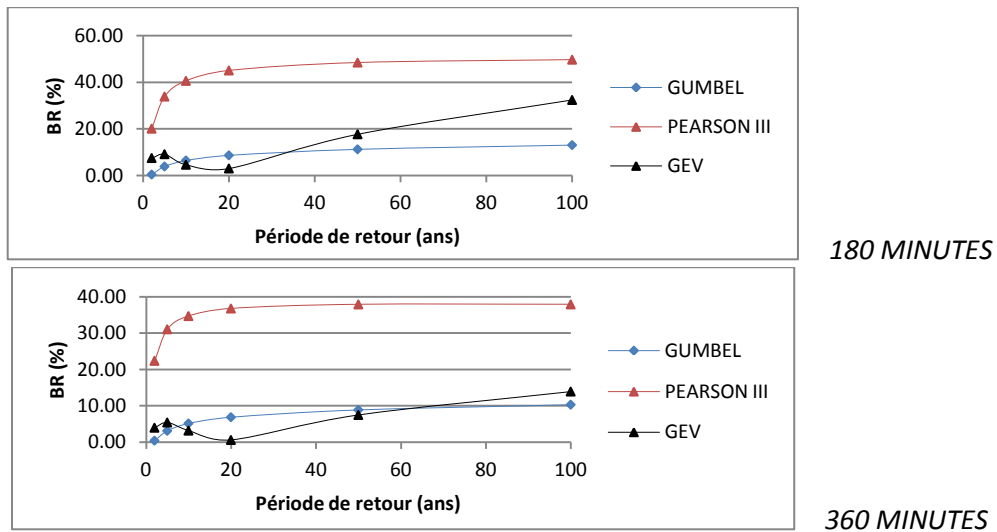


Figure 41 : Courbes des erreurs relatives (ou biais relatifs |BR|) Pour le centre ville de Mouzaia

COMPARAISON DES BIAIS RELATIFS PAR RAPPORT A LA LOI LOG NORMALE :

Pour GUMBEL, les biais relatifs sont généralement stables avec un minimum de 0,05% et un maximum de 13,1%
L'erreur est généralement insignifiante.

Pour le modèle GEV, la courbe correspondante aux biais relatifs en valeurs absolues est stable, à l'exception des durées de 60 min, 120 min et 180min (pour les périodes de retour de 100 ans et 50 ans) où les erreurs sont peu élevées avec un maximum de 45,14 %.
 Le minimum est de 0.54% .

Sur la base des graphiques cités ci-dessus, on peut dire que l'erreur est assez significative.

Comparativement à Pearson III, la courbe est généralement croissante avec un minimum d'erreur de 0,3% et un maximum de 49,75%
L'erreur est significative

C- OUED ZBOUDJ

C.1- Durée de 15 minutes :

GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	71,6491	-0,8052	100.0	39,6904	100.0	30,4642	0,2325	100.0	46,0059	-0,1591
50.0	49,3210	-0,4902	50.0	33,0980	50.0	26,9469	0,1858	50.0	39,6627	-0,1983
20.0	29,9817	-0,1896	20.0	25,2030	20.0	22,2531	0,1170	20.0	31,2481	-0,2399
10.0	20,4241	-0,0325	10.0	19,7818	10.0	18,6269	0,0584	10.0	24,8501	-0,2562
5.0	13,7012	0,0712	5.0	14,7523	5.0	14,8466	-0,0064	5.0	18,4065	-0,2477
2.0	7,5192	0,1071	2.0	8,4209	2.0	9,1368	-0,0850	2.0	9,7454	-0,1573

Tableau 21 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 15 minutes

C.2- Durée de 30 minutes :

GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100	88,1645	-0,3781	100.0	43,7478	100.0	36,1611	0,1734	100.0	53,2792	-0,2179
50	60,2883	0,0227	50.0	37,5357	50.0	32,2225	0,1416	50.0	46,1317	-0,2290
20	36,6838	0,1521	20.0	29,8302	20.0	26,9666	0,0960	20.0	36,6723	-0,2294
10	25,2935	0,2826	10.0	24,3202	10.0	22,9061	0,0581	10.0	29,5045	-0,2132
5	17,4465	0,4516	5.0	18,9908	5.0	18,6730	0,0167	5.0	22,3196	-0,1753
2	10,4145	#REF!	2.0	11,8367	2.0	12,2793	-0,0374	2.0	12,7689	-0,0788

Tableau 22 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 30 minutes

C.3- Durée de 60 minutes :

GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100	114,0167	-0,5345	100.0	49,7239	100.0	42,8323	0,1386	100.0	61,3361	-0,2335
50	76,3027	-0,0489	50.0	43,4378	50.0	38,3950	0,1161	50.0	53,3612	-0,2285
20	45,5601	0,1171	20.0	35,4653	20.0	32,4736	0,0844	20.0	42,8164	-0,2073
10	31,3107	0,2629	10.0	29,6166	10.0	27,8989	0,0580	10.0	34,8367	-0,1763
5	21,8317	0,4247	5.0	23,8085	5.0	23,1298	0,0285	5.0	26,8530	-0,1279
2	13,6974	#REF!	2.0	15,6872	2.0	15,9266	-0,0153	2.0	16,2870	-0,0382

Tableau 23 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 60 minutes

C.4- Durée de 120 minutes :

LOG NORMALE		GUMBEL			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	56,1798	100.0	50,2063	0,1063	100.0	100,2036	-0,7836
50.0	49,7359	50.0	45,2109	0,0910	50.0	73,4987	-0,4778
20.0	41,4274	20.0	38,5445	0,0696	20.0	49,1468	-0,1863
10.0	35,2157	10.0	33,3944	0,0517	10.0	36,4425	-0,0348
5.0	28,9254	5.0	28,0253	0,0311	5.0	27,0740	0,0640
2.0	19,8588	2.0	19,9160	-0,0029	2.0	17,9381	0,0967

Tableau 24 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 120 minutes

C.5- Durée de 180 minutes :

LOG NORMALE		GUMBEL			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	57,4806	100.0	54,2404	0,0564	100.0	90,9440	-0,5822
50.0	51,9241	50.0	49,2395	0,0517	50.0	70,8016	-0,3636
20.0	44,5787	20.0	42,5660	0,0451	20.0	51,1245	-0,1468
10.0	38,9273	10.0	37,4103	0,0390	10.0	40,0922	-0,0299
5.0	33,0327	5.0	32,0355	0,0302	5.0	31,4274	0,0486
2.0	24,1354	2.0	23,9174	0,0090	2.0	22,2854	0,0767

Tableau 25 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 180 minutes

C.6- Durée de 360 minutes :

GEV			GUMBEL			LOG NORMALE	
T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT
100.0	89,1011	-0,2061	100.0	73,6649	0,0028	100.0	73,8737
50.0	76,6772	-0,1391	50.0	66,9785	0,0050	50.0	67,3136
20.0	62,2369	-0,0630	20.0	58,0556	0,0084	20.0	58,5476
10.0	52,5467	-0,0160	10.0	51,1622	0,0108	10.0	51,7197
5.0	43,6312	0,0197	5.0	43,9757	0,0119	5.0	44,5068
2.0	32,1487	0,0375	2.0	33,1215	0,0084	2.0	33,4009

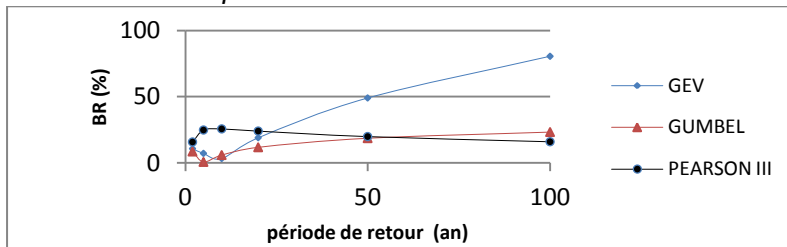
Tableau 26 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi de Log normale pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 360 minutes

N.B : Les tableaux de Calcul des erreurs relatives par rapport aux autres lois (GEV, Gumbel et Pearson III) pour la station de Oued Zeboudj sont présentés en annexe.

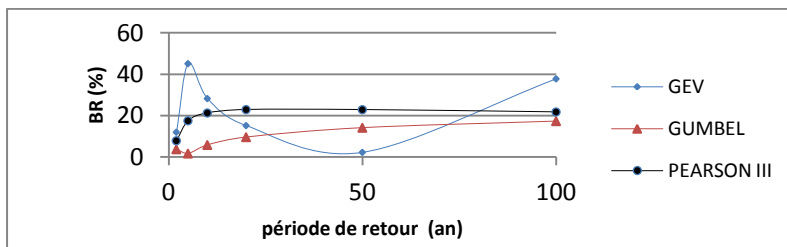
On constate que pour toutes les durées, la loi de Log normale est la meilleure loi qui assure le minimum d'erreurs relatives par rapport aux autres modèles.

A cet effet, cette loi sera retenue pour modéliser les pluies maximales annuelles de la station de oued Zeboudj

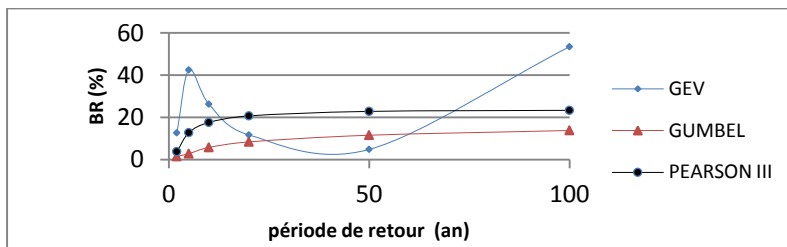
Les graphiques des biais relatifs (BR %) en valeurs absolues en fonction du temps de retour (T) par rapport à la loi choisi sont présentés ci dessous:



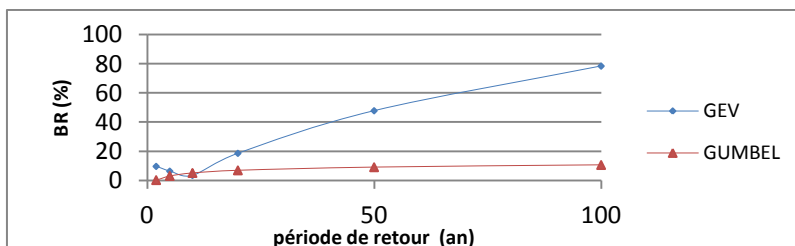
15 MINUTES



30 MINUTES



60 MINUTES



120 MINUTES

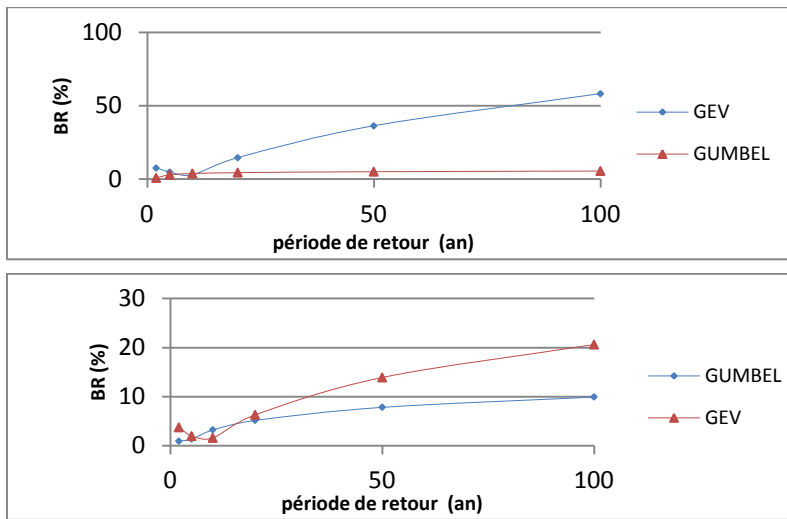


Figure 42 : Courbes des erreurs relatives (ou biais relatifs |BR|) pour la station de Oued Zeboudj

180 MINUTES

360 MINUTES

COMPARAISON DES BIAIS RELATIFS PAR RAPPORT A LA LOI LOG NORMALE :

Pour GUMBEL, les biais relatifs sont généralement stables avec un minimum de 0,0028% et un maximum de 23,25%
L'erreur est généralement insignifiante.

Pour le modèle GEV, la courbe correspondante aux biais relatifs en valeurs absolues est généralement ascendante avec un maximum de 80,52 % .
 Les erreurs sont élevées et la loi de GEV est loin d'être sélectionnée.

Le modèle de Pearson III ne peut pas être comme meilleure vu qu'il s'adaptent pas aux durées de 120 min, 180 min et 360 min.

II-5-5 VALIDITE DES LOIS STATISTIQUES SELECTIONNEES :

Suite à la comparaison des modèles d'ajustement statistiques à travers les séries de pluies maximales annuelles étudiées, on constate :

- Pour la station de Mouzaia : La loi de Log normale est sélectionnée pour avoir un meilleur ajustement statistiques avec le minimum d'erreurs.
- Pour la ville de Soumaa : La loi de Gumbel est la meilleure loi utilisée.
- Pour la station d'oued Zeboudj : La loi de Log normale est retenue pour un choix définitif.

En comparant les courbes des erreurs relatives avec les graphiques de comparaison des modèles d'ajustement statistique; on remarque qu'au niveau de la queue supérieure, l'écart est considérable entre le modèle sélectionné et certains modèles, ce qui engendre des erreurs relatives assez significatives ou peu importantes dans la plupart des cas. Cela pourrait être dû à la surestimation des quantiles de pluies maximales annuelles suivant les lois non retenues.

A la fin ; on arrive à déterminer les quantiles de pluies maximales annuelles pour les centres villes de Mouzaia et de Soumaa suivant les modèles d'ajustement retenus ; cela va nous permettre de tracer les courbes réelles d'Intensité-Durée-Fréquence:

Durée (minutes)	Quantiles St MOUZAIA (mm) Suivant la loi de Log Normale		Quantiles St SOUMAA (mm) Suivant la loi de Gumbel		Quantiles St Oued Zeboudj (mm) Suivant la loi de Log normale	
	100	50	100	50	100	50
15	21,5970	19,5133	25,2155	22,8682	39,6904	33,0980
	16,7326	16,7326	19,7357	19,7357	25,2030	25,2030
	14,5844	14,5844	17,3157	17,3157	19,7818	19,7818
	12,3449	12,3449	14,7928	14,7928	14,7523	14,7523
	8,9623	8,9623	10,9823	10,9823	8,4209	8,4209
	2,3449	2,3449	2,3449	2,3449	2,3449	2,3449
30	28,8404	26,0698	40,4911	36,5659	43,7478	37,5357
	22,4043	22,4043	31,3278	31,3278	29,8302	29,8302
	19,5815	19,5815	27,2810	27,2810	24,3202	24,3202
	16,6342	16,6342	23,0623	23,0623	18,9908	18,9908
	12,1789	12,1789	16,6903	16,6903	11,8367	11,8367
	2,1789	2,1789	2,1789	2,1789	2,1789	2,1789
60	40,3681	36,1227	55,6902	50,2188	49,7239	43,4378
	30,5759	30,5759	42,9175	42,9175	35,4653	35,4653
	26,3652	26,3652	37,2767	37,2767	29,6166	29,6166
	22,0338	22,0338	31,3961	31,3961	23,8085	23,8085
	15,6360	15,6360	22,5143	22,5143	15,6872	15,6872
	2,6360	2,6360	2,6360	2,6360	2,6360	2,6360
120	53,0018	46,9641	66,1018	60,0310	56,1798	49,7359
	39,1708	39,1708	51,9300	51,9300	41,4274	41,4274
	33,3369	33,3369	45,6709	45,6709	35,2157	35,2157
	27,4215	27,4215	39,1461	39,1461	28,9254	28,9254
	18,8780	18,8780	29,2912	29,2912	19,8588	19,8588
	2,8780	2,8780	2,8780	2,8780	2,8780	2,8780
180	59,4055	52,3748	71,0800	64,8342	57,4806	51,9241
	43,3560	43,3560	56,5007	56,5007	44,5787	44,5787
	36,6526	36,6526	50,0625	50,0625	38,9273	38,9273
	29,9055	29,9055	43,3507	43,3507	33,0327	33,0327
	20,2716	20,2716	33,2134	33,2134	24,1354	24,1354
	2,9055	2,9055	2,9055	2,9055	2,9055	2,9055
360	64,2308	57,0212	75,4950	69,5740	73,8737	67,3136
	47,6935	47,6935	61,6725	61,6725	58,5476	58,5476
	40,6922	40,6922	55,5682	55,5682	51,7197	51,7197
	33,5736	33,5736	49,2044	49,2044	44,5068	44,5068
	23,2480	23,2480	39,5926	39,5926	33,4009	33,4009
	2,5736	2,5736	2,5736	2,5736	2,5736	2,5736

Tableau 27 : Quantiles des pluies maximales annuelles Pour Mouzaia, Soumaa et Oued Zeboudj

II-6 ANALYSE FREQUENTIELLE DES PLUIES SUP-SEUIL :

Chaque méthode de détermination du seuil peut donner des résultats différents par rapport à l'autre. Pour le cas de notre étude, on va appliquer trois méthodes parmi les cinq citées suivant le premier chapitre : Mean residual life plot (ou Mean Excess plot), la méthode proposée par Madsen et al (1994) (avec un facteur fréquentiel $\rho = 3$ pour que la taille de l'échantillon soit assez longue), ainsi celle de Lang (1999), et ce pour les raisons suivantes :

- ✓ La deuxième méthode « revoir chapitre I » nécessite que les échantillons de données pluviométriques « sup-seuil » doivent être modélisés par la loi de GPD, ce qui n'est pas le cas pour Mouzaia et Soumaa ;
- ✓ L'estimateur de Hill se base aussi sur la loi de Pareto qui n'est pas la meilleure loi d'ajustement pour nos données (voir les graphiques d'ajustement suivant la loi de Pareto en annexe)
- ✓ La méthode « bootstrap » est peut compliquée et nécessite un calcul assez long

II-6-1 DETERMINATION DES SEUILS DE PLUIES RELATIFS A CHAQUE DUREE :

A- STATION DE MOUZAIA :

15 minutes :

1)-Méthode de Lang 1999

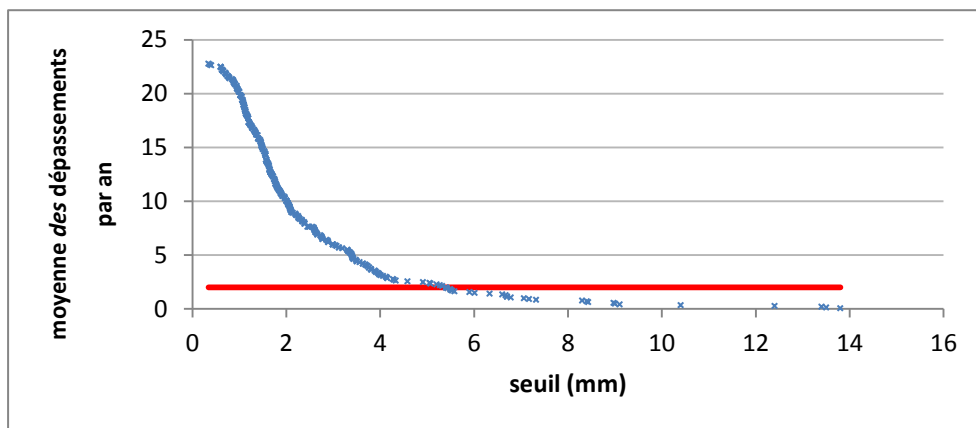


Figure 43 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Mouzaia (15minutes)

Seuil = 5,4 mm ⇒ le nombre de dépassement = 27

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

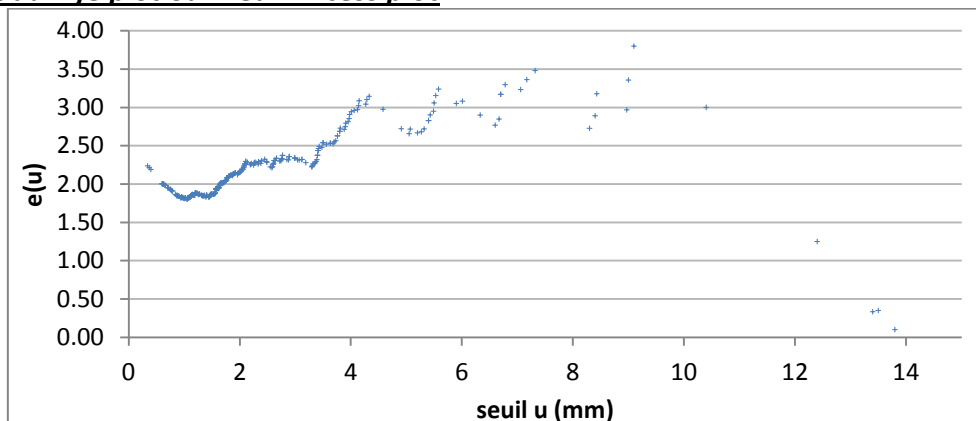


Figure 44 : Mean Excess plot de la station de Mouzaia (15min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

- ✓ 9mm ⇒ le nombre de dépassement = 7 qui est le seuil optimal mais le nombre de dépassement est minime
- ✓ 5,2mm ⇒ le nombre de dépassement = 32
- ✓ 3,2 mm ⇒ le nombre de dépassement = 78 (pour un échantillon d'excès de taille importante)

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 9,14 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 6

30 minutes :

-1)-Méthode de Lang 1999

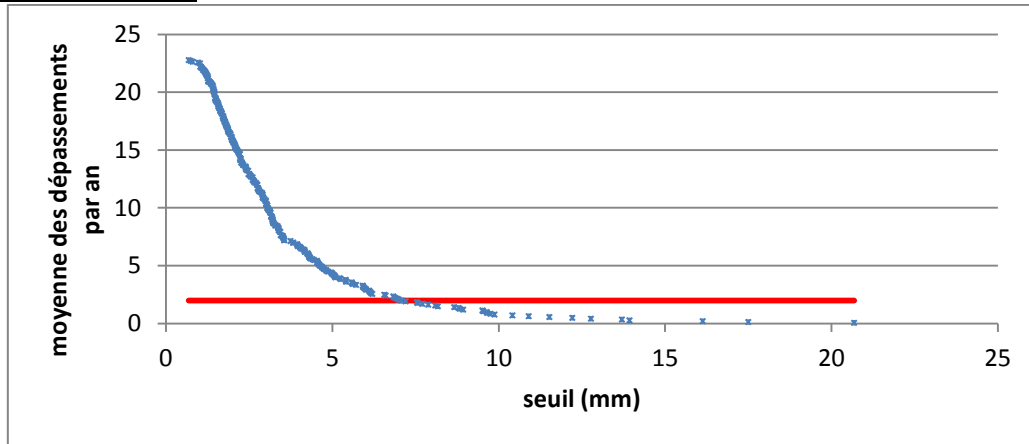


Figure 45 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Mouzaia (30 minutes)

Seuil = 7,08 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 28

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

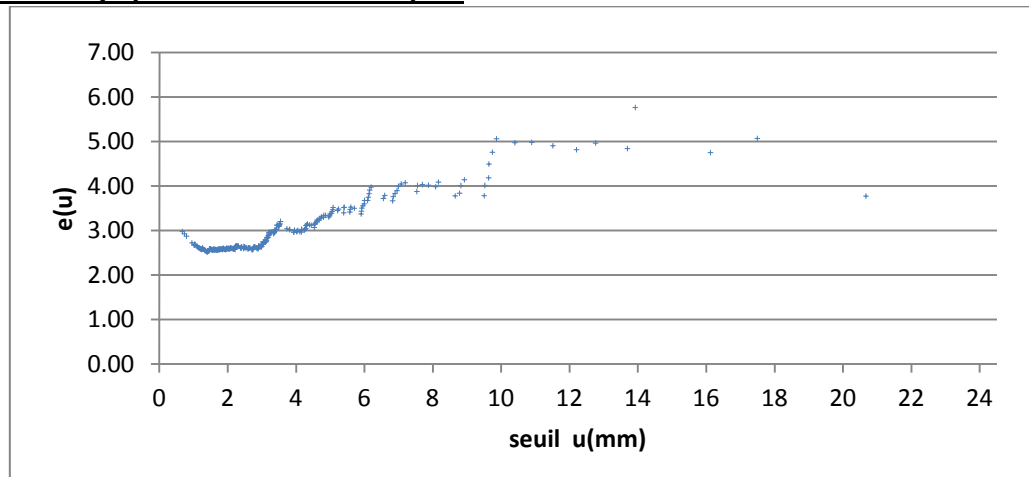


Figure 46 : Mean Excess plot de la station de Mouzaia (30min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

- ✓ 9,87mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 11 qui est le seuil optimal mais le nombre de dépassement est minime
- ✓ 9,53mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 15
- ✓ 6,85 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 32

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 12,55 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 7

✓ **60 minutes :**

1)-Méthode de Lang 1999

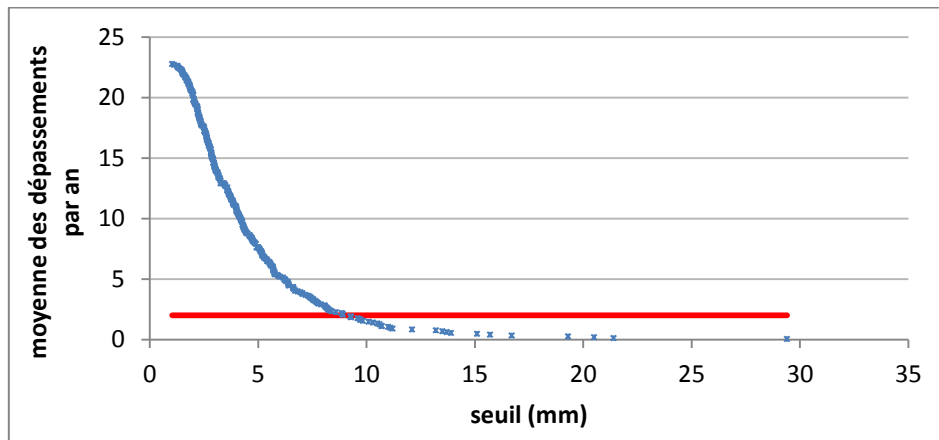


Figure 47 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Mouzaia (60 minutes)

Seuil = 8,91 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 29

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

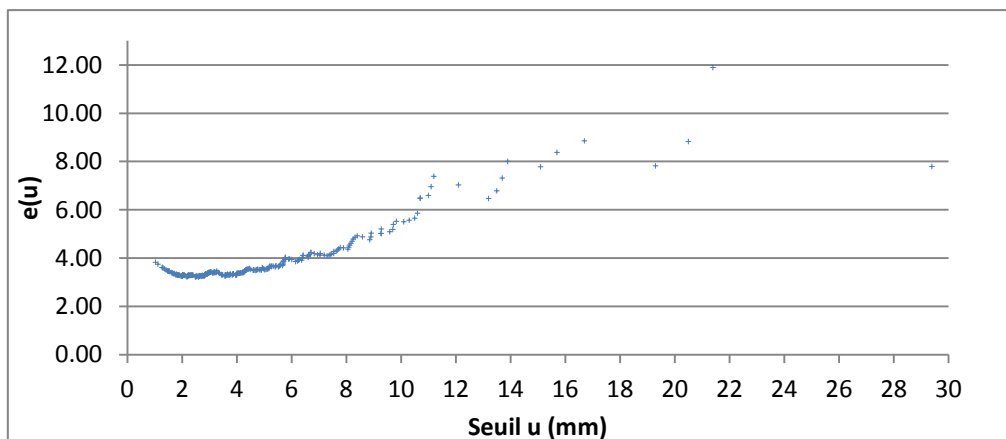


Figure 48 : Mean Excess plot pour la station de Mouzaia (60min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

✓ 13.2 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 11

✓ 8,8 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 31

✓ 7,2 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 51

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 16,49 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 7

✓ **120 minutes :**

1)-Méthode de Lang 1999

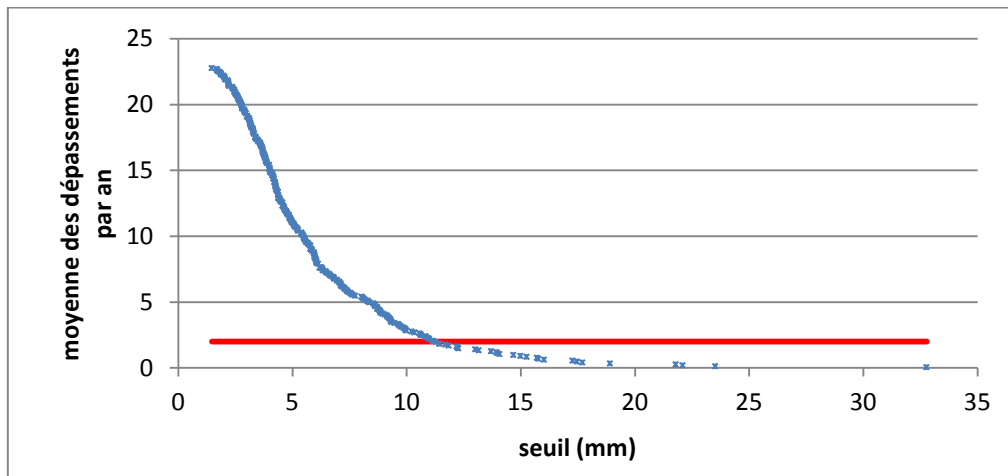


Figure 49 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Mouzaia (120 minutes)

Seuil = 11,30 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 28

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

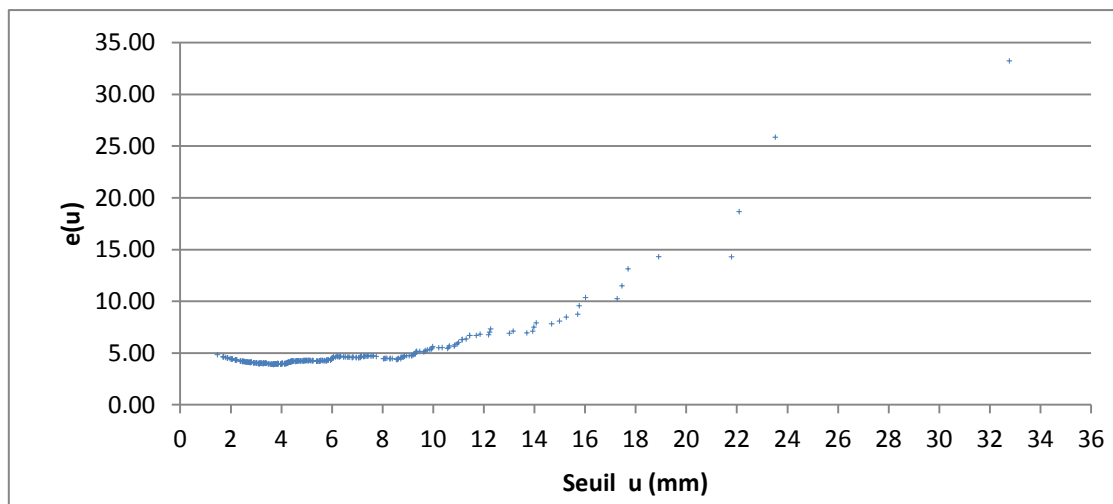


Figure 50 : Mean Excess plot de la station de Mouzaia (120min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

- ✓ 21.79 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 4
- ✓ 14,68 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 14
- ✓ 10,57 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 37

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 21,91 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 7

✓ **180 minutes :**

1)-Méthode de Lang 1999

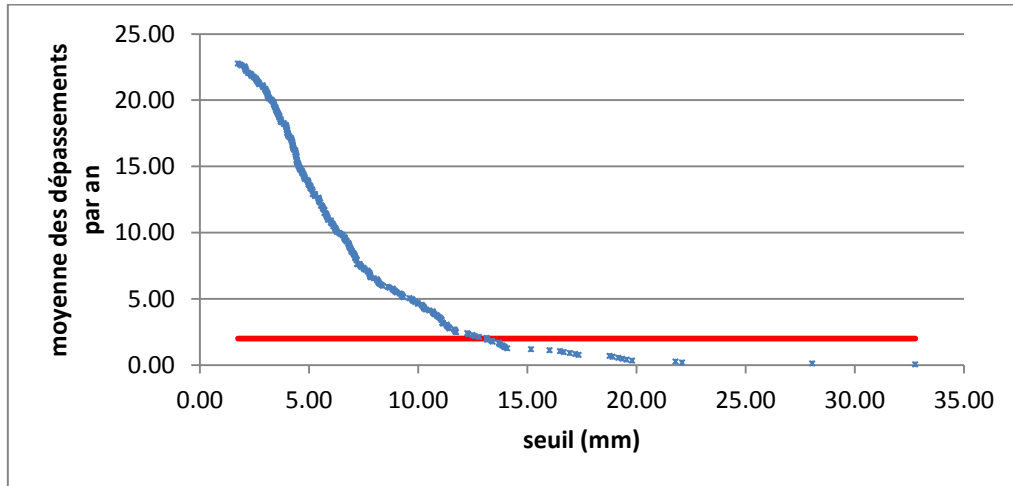


Figure 51 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Mouzaia (180 minutes)

Seuil = 13,15 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 28

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

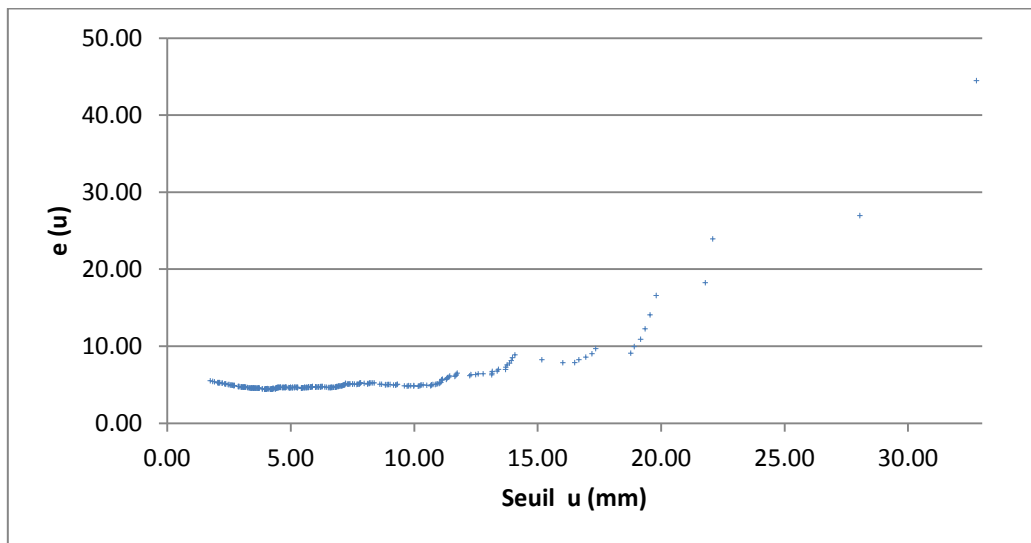


Figure 52 : Mean Excess plot de la station de Mouzaia (180min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

- ✓ 18,77 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 10
- ✓ 16,02 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 16
- ✓ 12,25 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 34

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 24,77 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 3

✓ **360 minutes :**

1)-Méthode de Lang 1999

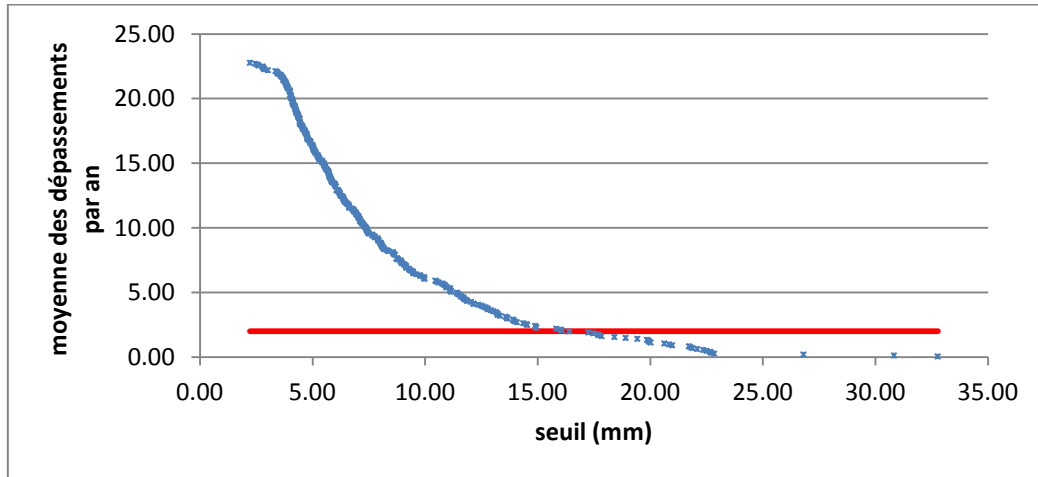


Figure 53 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Mouzaia (360 minutes)

Seuil = 16,41 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 28

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

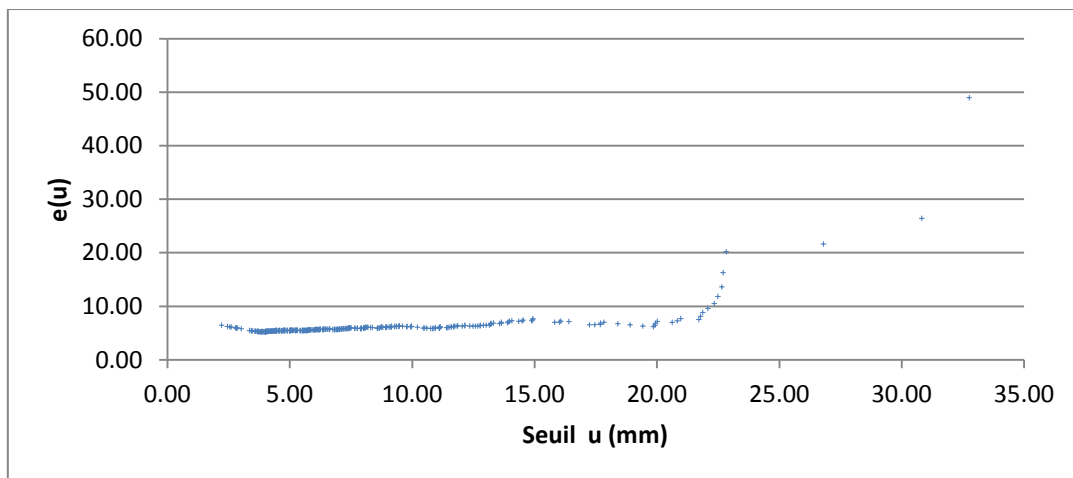


Figure 54 : Mean Excess plot de la station de Mouzaia (360min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

- ✓ 22,66 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 6
- ✓ 21,72 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 12
- ✓ 15,83 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 31

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 28,33 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 3

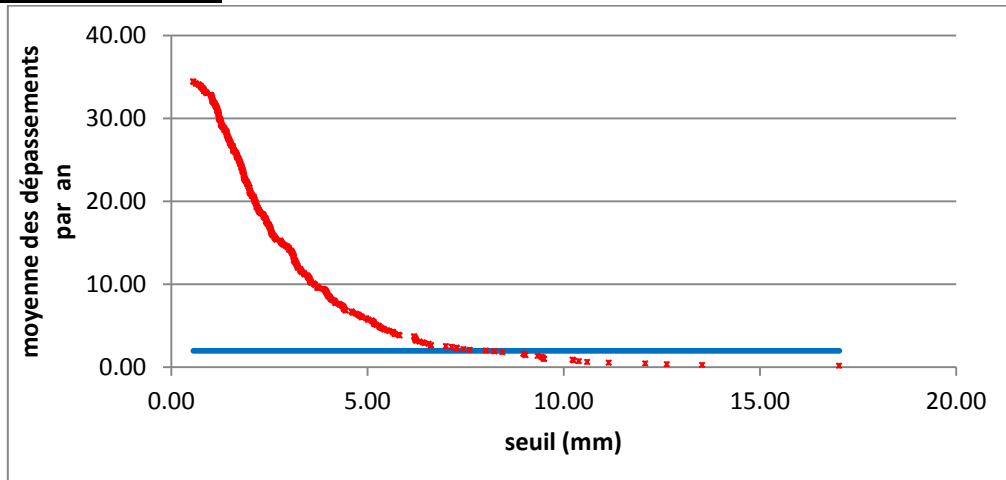
B- STATION DE SOUMAA :**15 minutes :****1)-Méthode de Lang 1999**

Figure 55 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Soumaa (15 minutes)

Seuil = 8,02 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 22

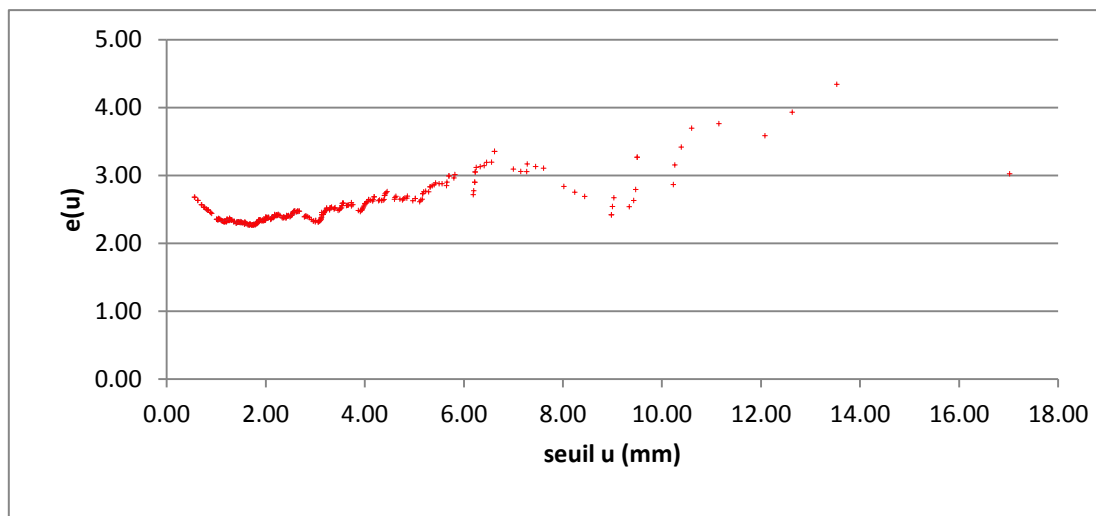
2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

Figure 56 : Mean Excess plot de la station de Soumaa (15min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

- ✓ 12,08 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 5
- ✓ 6,62 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 28
- ✓ 5,19 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 57 (pour un échantillon d'excès de taille importante)

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 10,9 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 5

30 minutes :

1)-Méthode de Lang 1999

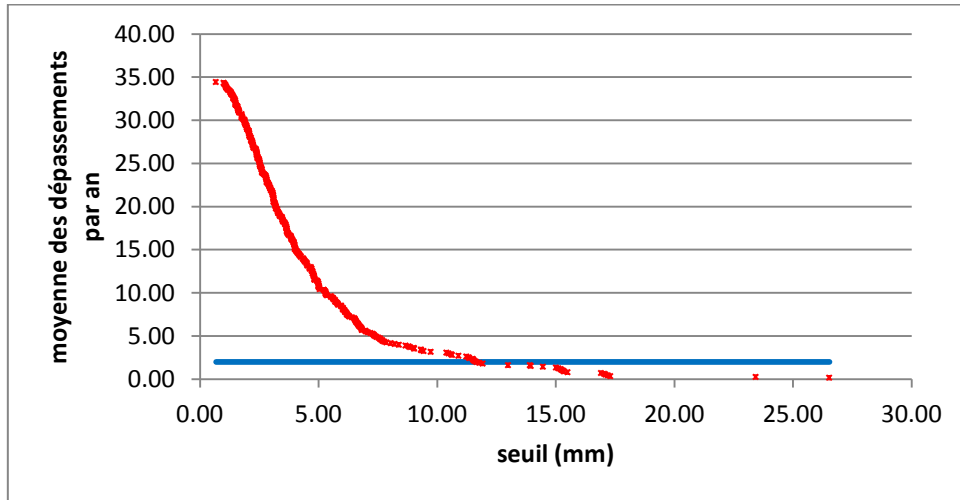


Figure 57 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Soumaa (30 minutes)

Seuil = 11,66 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 22

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

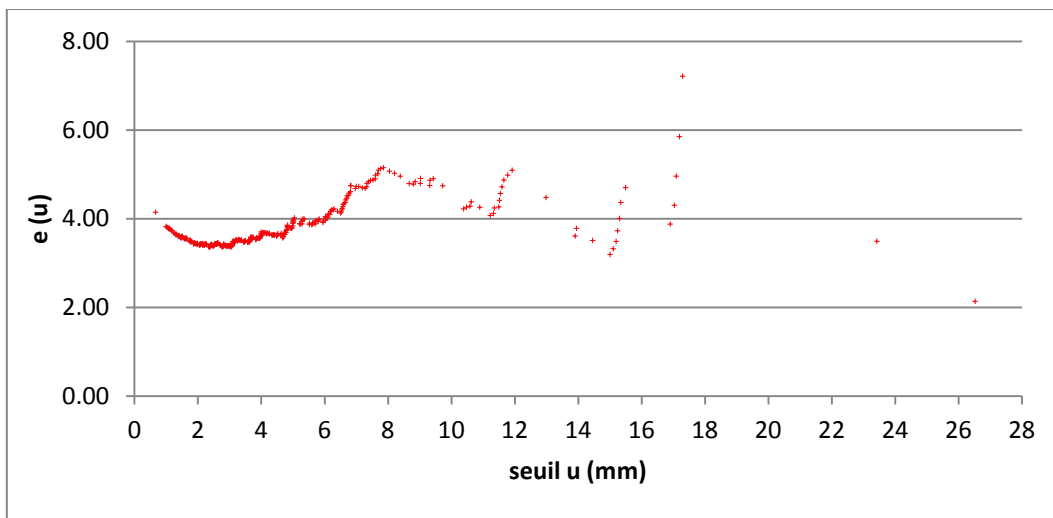


Figure 58 : Mean Excess plot de la station de Soumaa (30min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

- ✓ 16,91 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 8
- ✓ 15,01 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 15
- ✓ 11,23 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 29

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 16,36 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 8

✓ **60 minutes :**

1)-Méthode de Lang 1999

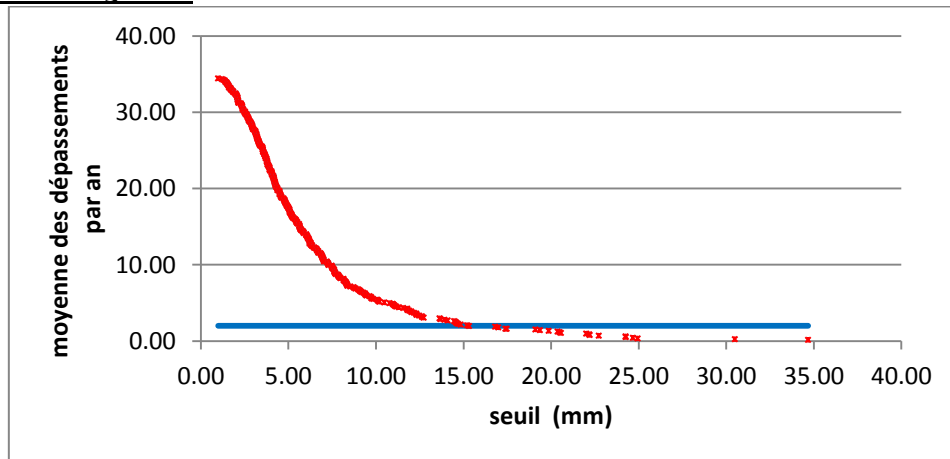


Figure 59 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Soumaa (60 minutes)

Seuil = 15,31 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 22

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

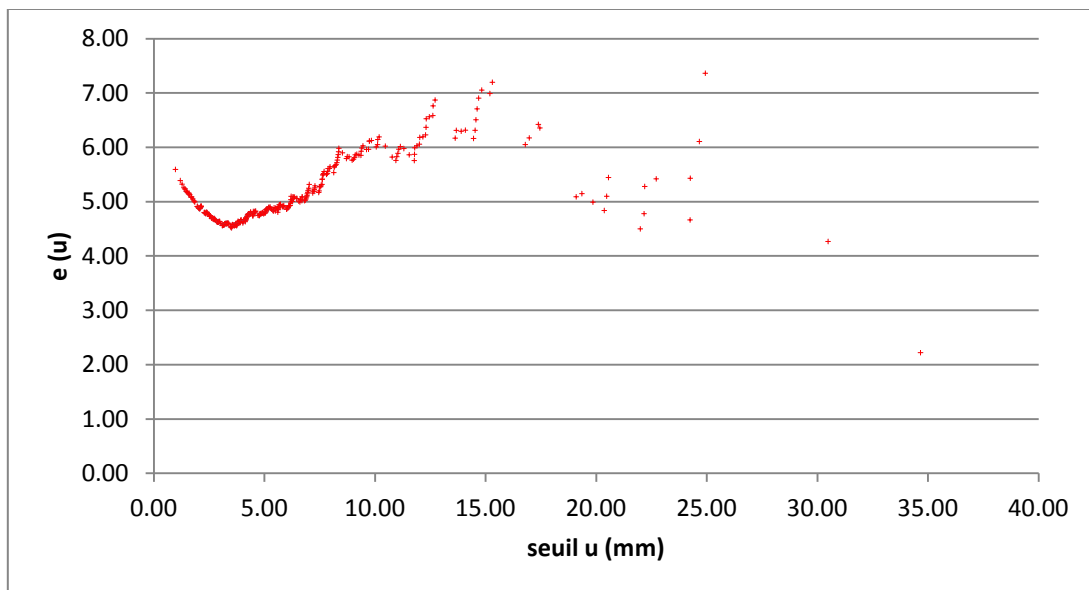


Figure 60 : Mean Excess plot de la station de Soumaa (60min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

- ✓ 24,25 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 7
- ✓ 14,09 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 30
- ✓ 11,90 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 44

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 22,11 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 10

✓ **120 minutes :**

1)-Méthode de Lang 1999

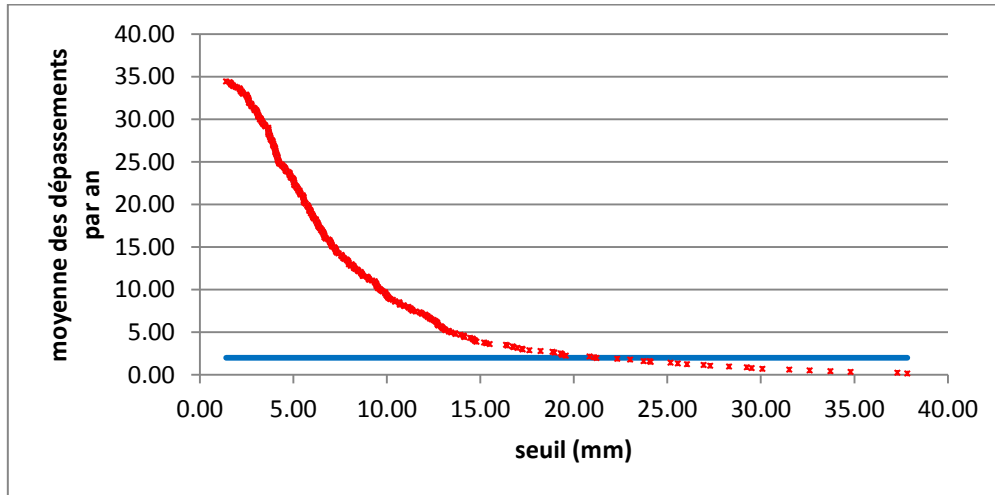


Figure 61 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Soumaa (120 minutes)

Seuil = 21,21 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 22

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

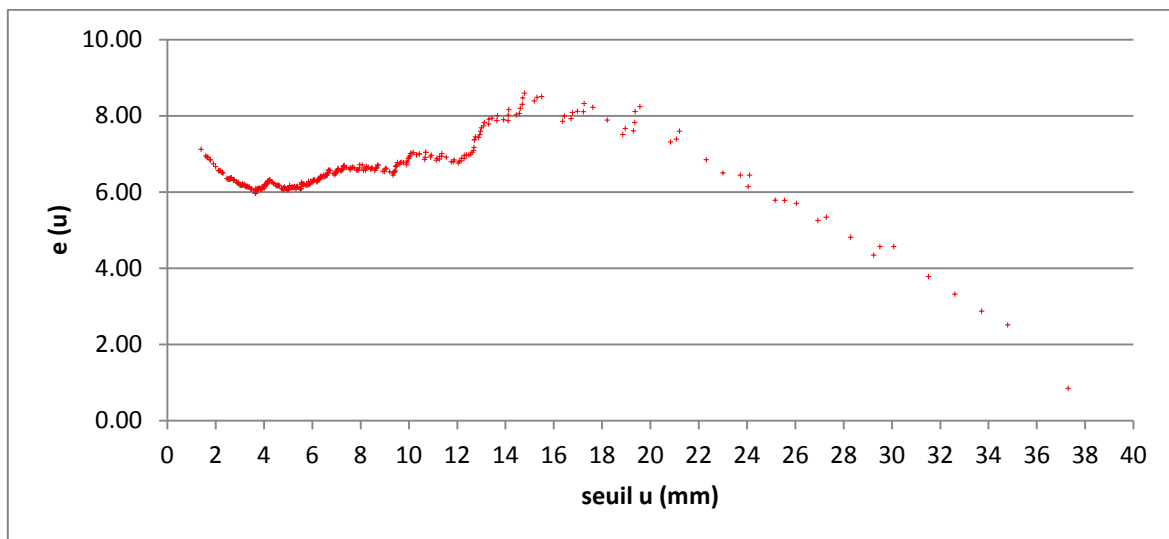


Figure 62 : Mean Excess plot de la station de Soumaa (120min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

✓ 17.62 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 32

✓ 16,78 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 36

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 28,27 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 11

✓ **180 minutes :**

1)-Méthode de Lang 1999

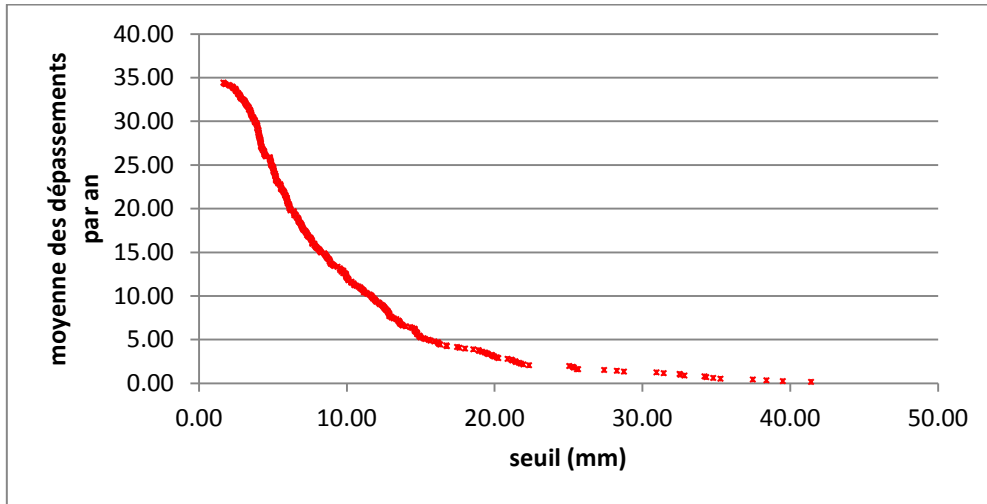


Figure 63 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Soumaa (180 minutes)

Seuil = 25,06 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 22

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

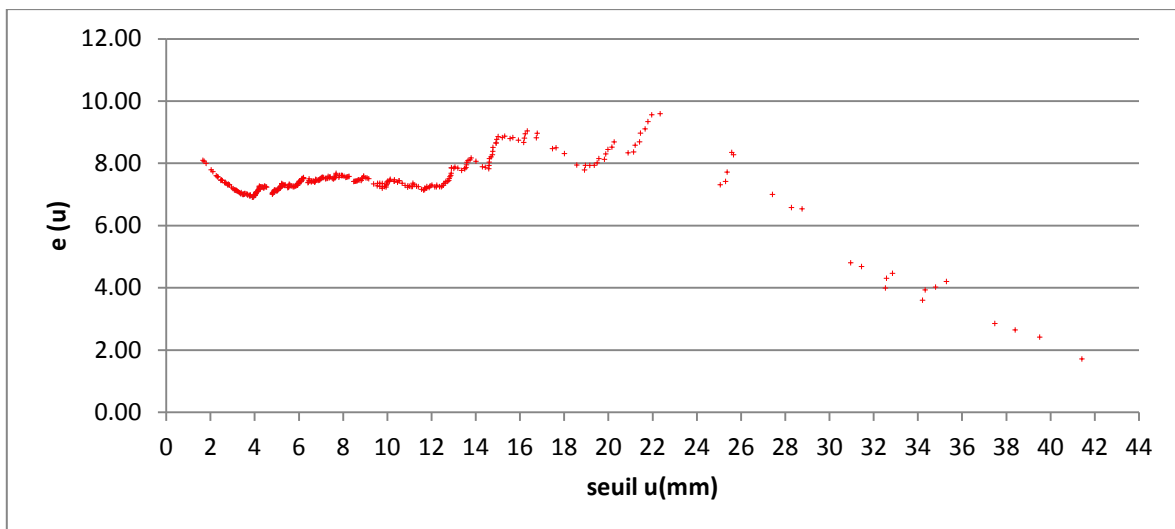


Figure 64 : Mean Excess plot de la station de Soumaa (180min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

✓ 25,66 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 18

✓ 20,89 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 31

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 32,13 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 12

✓ **360 minutes :**

1)-Méthode de Lang 1999

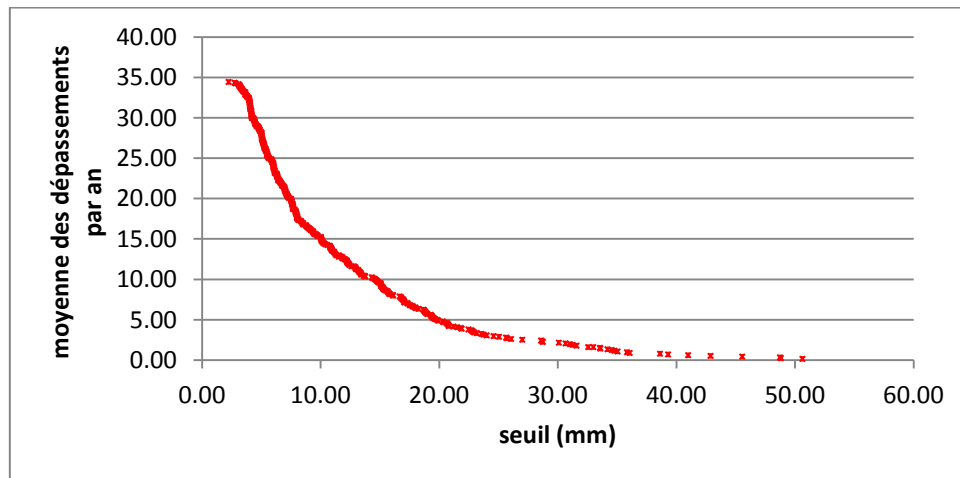


Figure 65 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Soumaa (360 minutes)

Seuil = 31,04 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 22

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

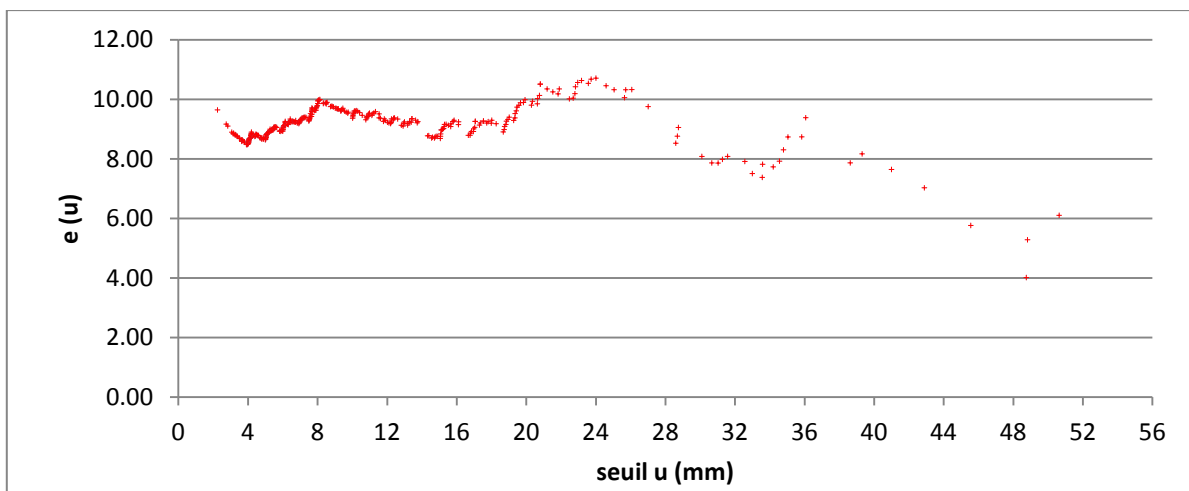


Figure 66 : Mean Excess plot de la station de Soumaa (360min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

- ✓ 36,08 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 10
- ✓ 33,01 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 18
- ✓ 25,73 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 30

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 39,54 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 6

C- STATION D'OUED ZEBOUDJ :

15 minutes :

1)-Méthode de Lang 1999

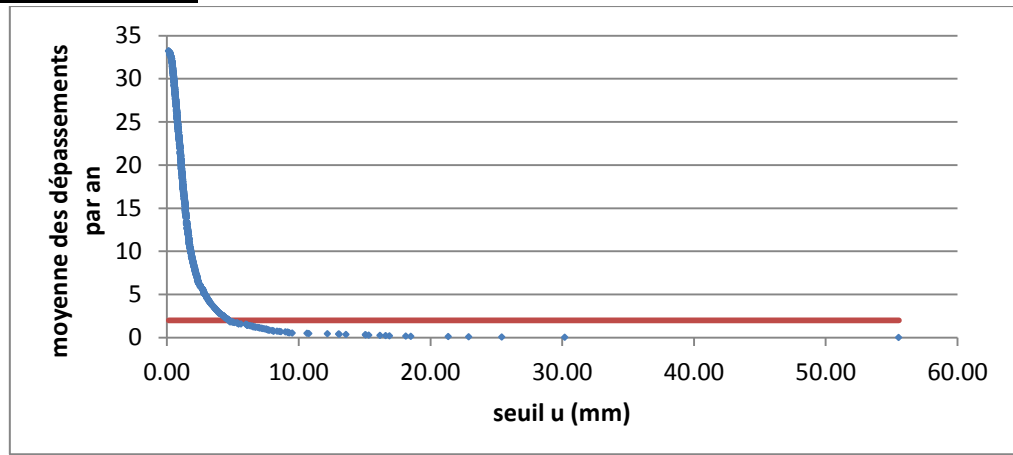


Figure 67 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Oued Zeboudj (15 minutes)

Seuil = 4,74 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 74

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

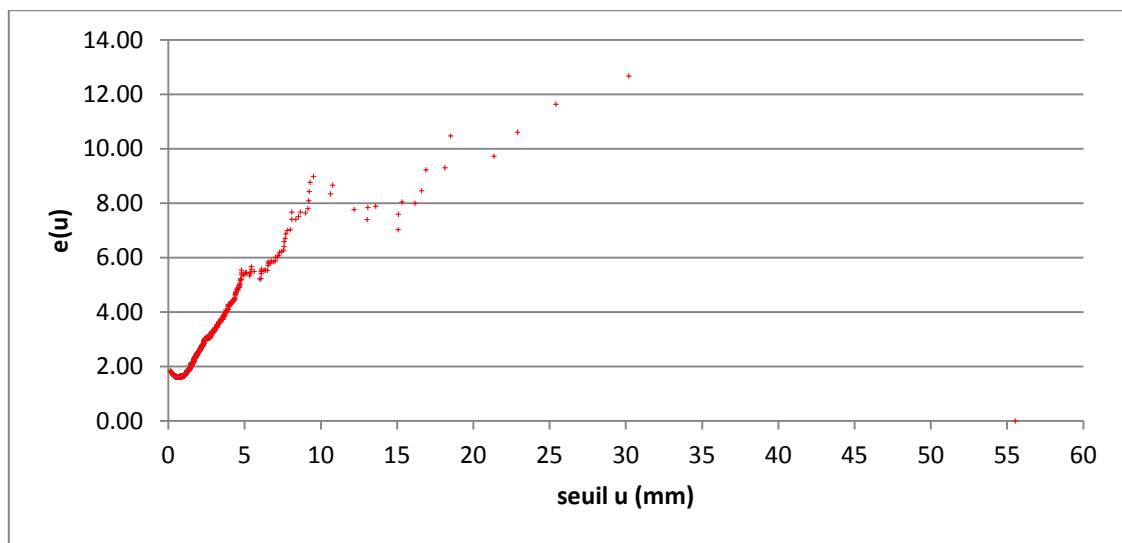


Figure 68 : Mean Excess plot de la station de Oued Zeboudj (15min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

- ✓ 4,24 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 95
- ✓ 7,17 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 40
- ✓ 9,16 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 23

✓ **)- Méthode de Madsen et al 1994**

Seuil = 10,56 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 19

31 minutes :

1)-Méthode de Lang 1999

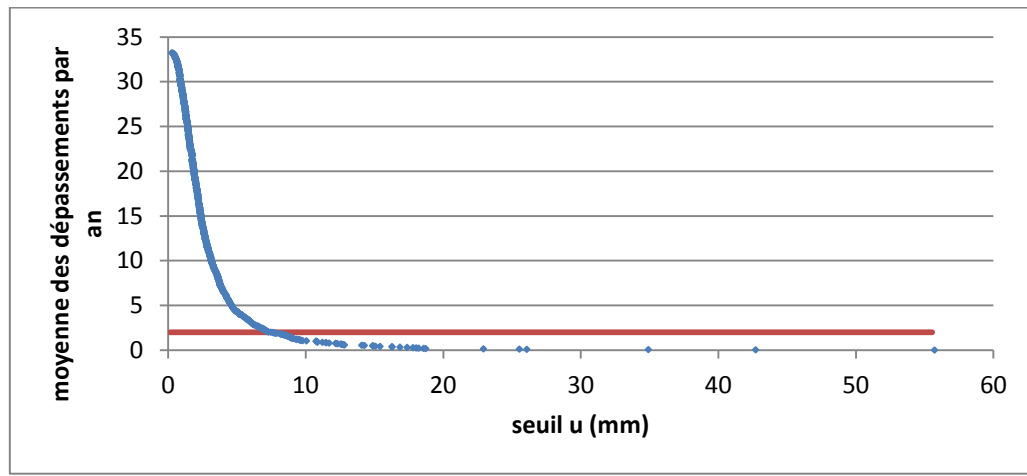


Figure 69 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Oued Zeboudj (30 minutes)

Seuil = 7,60 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 73

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

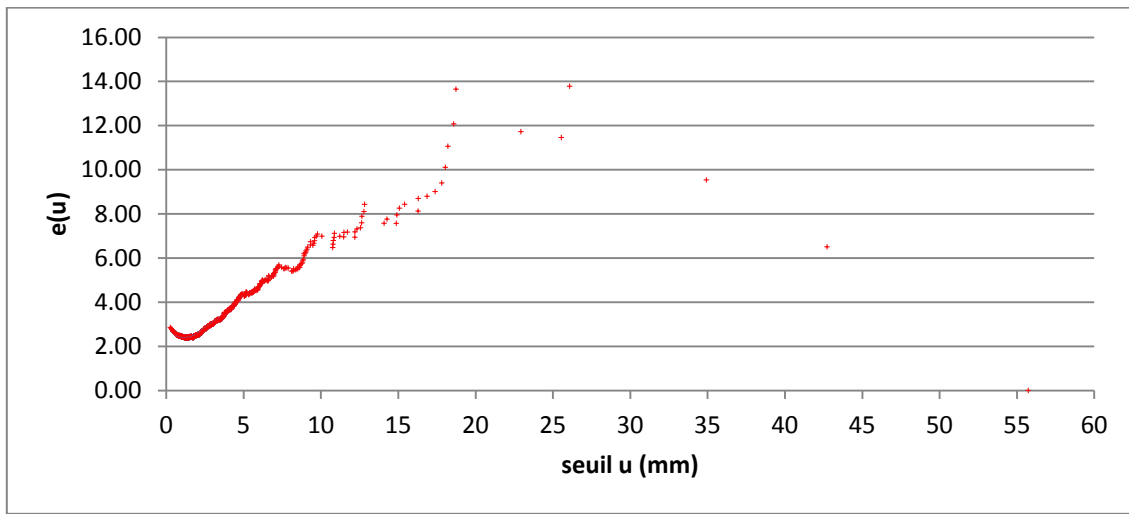


Figure 70 : Mean Excess plot de la station de Oued Zeboudj (30min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

- ✓ 6,61 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 96
- ✓ 9,48 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 44
- ✓ 12,33 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 26

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 13,56 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 21

✓ **60 minutes :**

1)-Méthode de Lang 1999

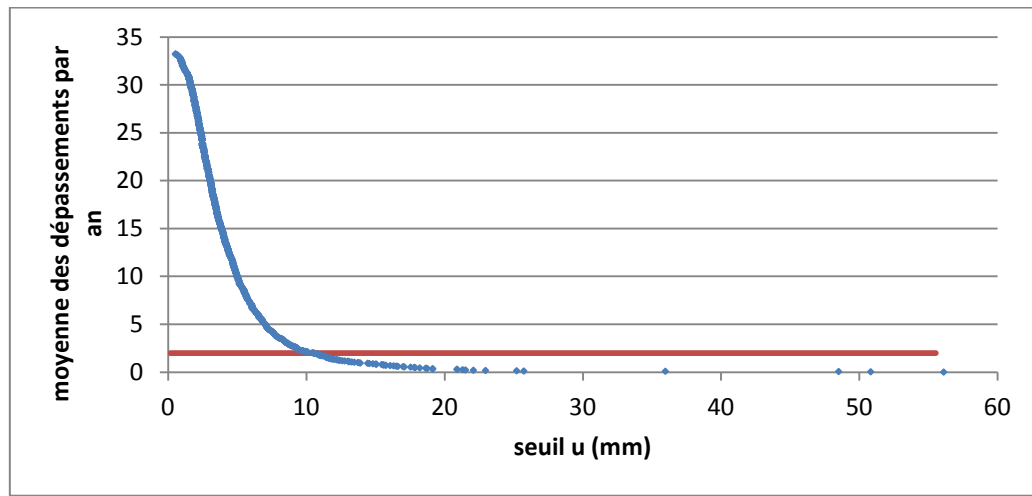


Figure 71 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Soumaa (60 minutes)

Seuil = 10,55 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 73

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

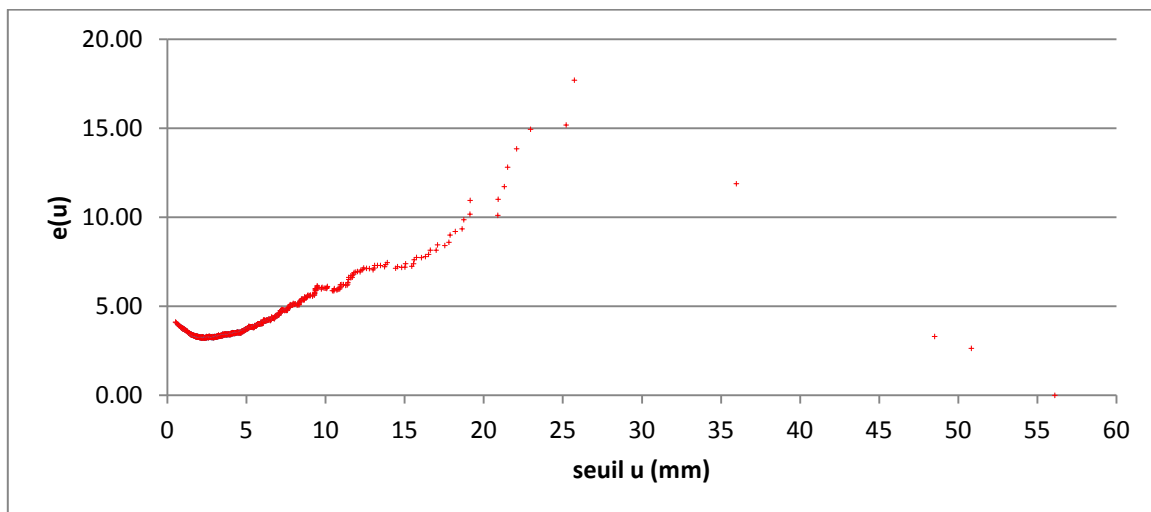


Figure 72 : Mean Excess plot de la station de Oued Zeboudj (60min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

- ✓ 10,44 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 75
- ✓ 12,36 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 46
- ✓ 16,07 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 25

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 17,14 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 20

✓ **120 minutes :**

1)-Méthode de Lang 1999

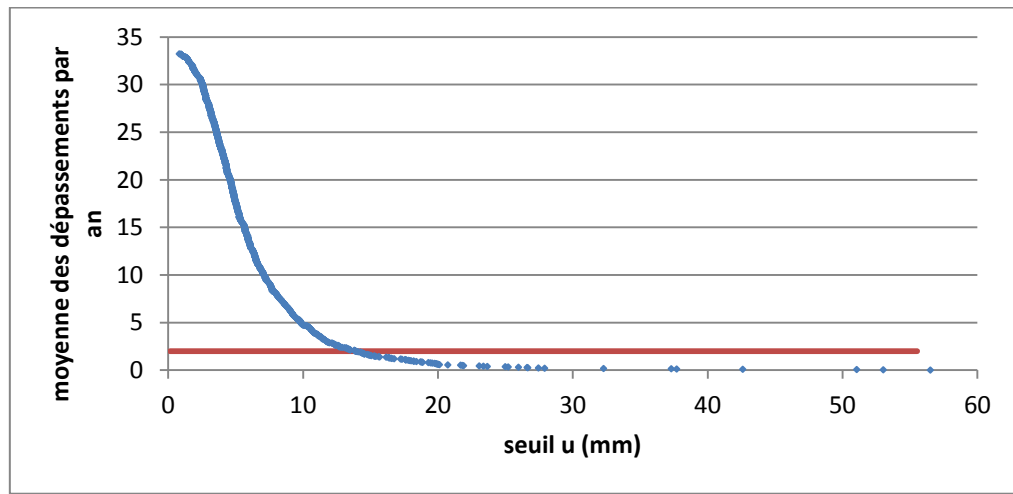


Figure 73 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Oued Zeboudj (120 minutes)

Seuil = 13,91 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 73

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

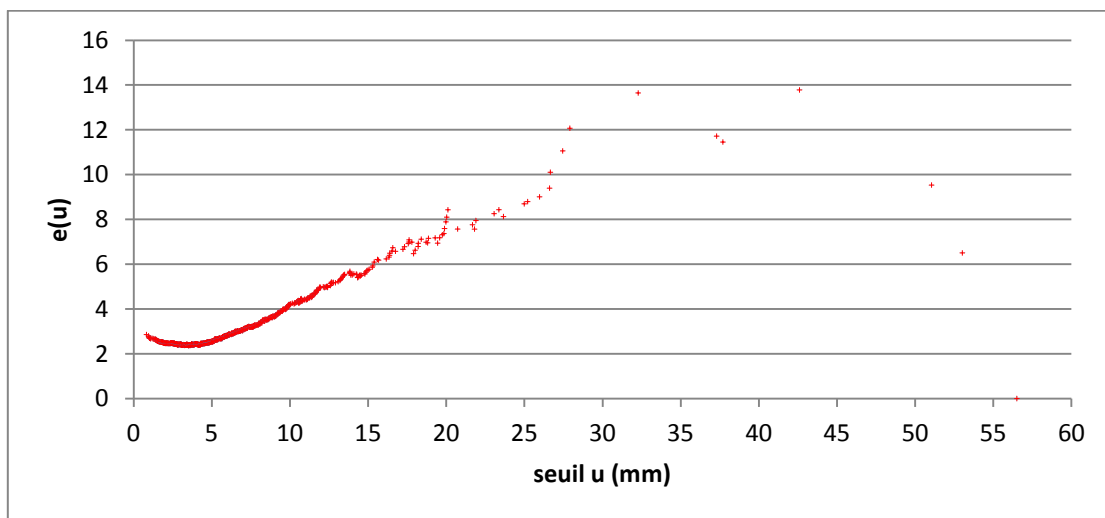


Figure 74 : Mean Excess plot de la station de Oued Zeboudj (120min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

- ✓ 12,60 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 96
- ✓ 17,24 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 43
- ✓ 19,46 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 28

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 21,51 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 20

✓ **180 minutes :**

1)-Méthode de Lang 1999

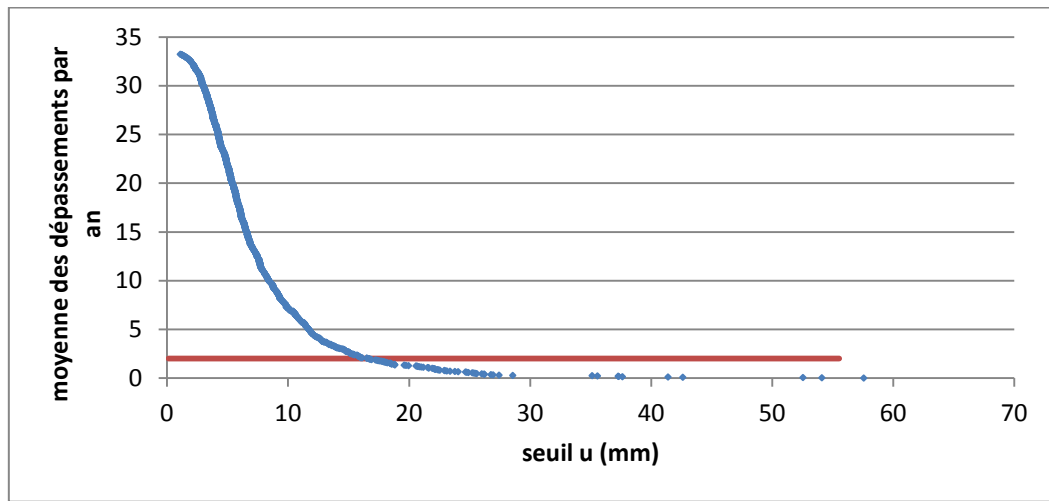


Figure 75 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Oued Zeboudj (180 minutes)

Seuil = 16,72 mm \Rightarrow le nombre de dépassement = 73

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

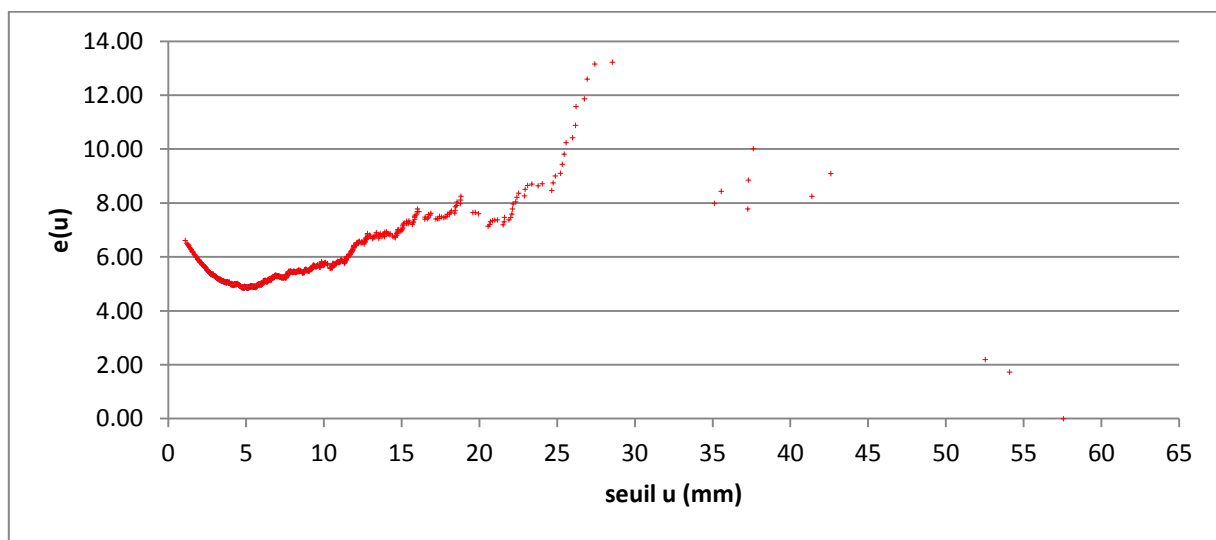


Figure 76 : Mean Excess plot de la station de Oued Zeboudj (180min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

✓ 15,69 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 87

✓ 18,42 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 57

✓ 24,66 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 23

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 24,72 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 22

✓ **360 minutes :**

1)-Méthode de Lang 1999

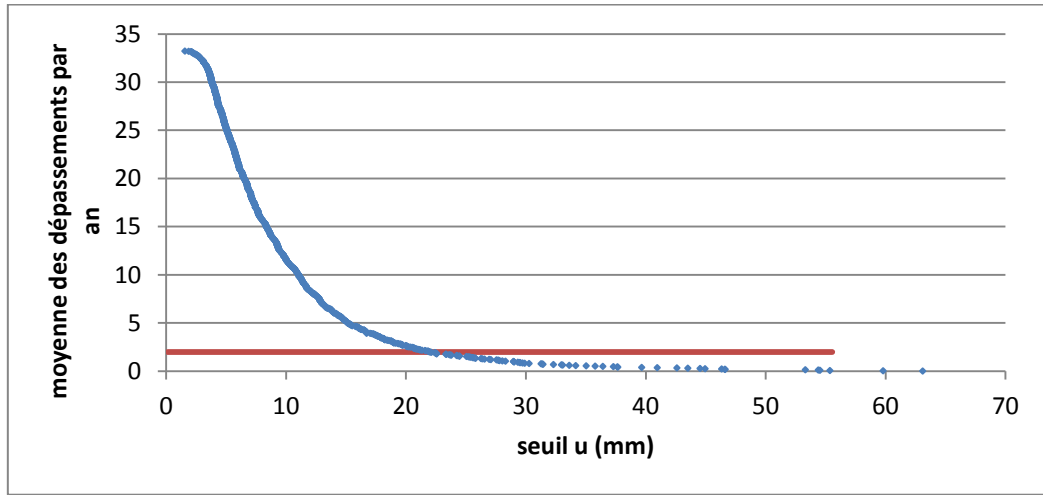


Figure 77 : Moyenne des dépassements en fonction des seuils pour la station de Oued Zeboudj (360 minutes)

Seuil = 22,04 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 73

2)- Mean residual life plot ou Mean Excess plot

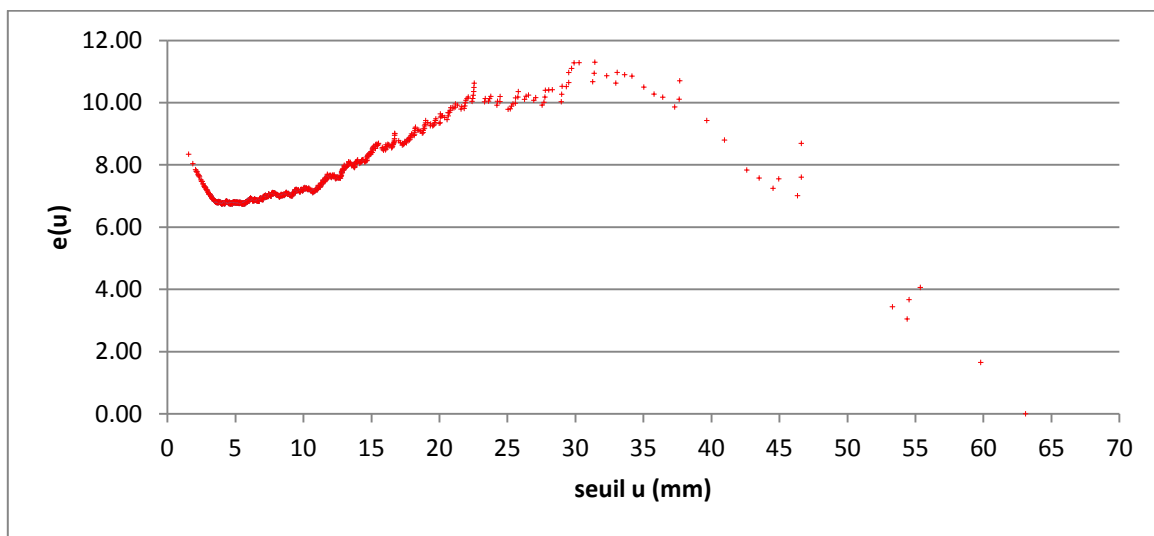


Figure 78 : Mean Excess plot de la station de Oued Zeboudj (360min)

Plusieurs seuils peuvent être envisagés, on cite quelques valeurs :

✓ 22,41 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 71

✓ 25,06 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 56

✓ 28,97 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 37

3)- Méthode de Madsen et al 1994

Seuil = 32,40 mm \Rightarrow le nombre de dépassements = 25

Choix des seuils définitifs :

Suite à ce qui précède, on peut conclure que parmi les seuils établis suivant la fonction de *Mean Excess plot*, on trouve toujours une valeur proche de celle calculée suivant *Lang (1999)* alors que les seuils établis suivant la méthode de *Madsen et al (1994)* donnent des seuils élevés où le nombre de dépassements est minime

Donc ; pour arrêter le choix définitif du seuil pour chaque zone d'étude, on doit faire un judicieux arbitrage entre le souhait d'avoir un seuil élevé et celui d'obtenir un échantillon d'excès de taille importante, d'une part,

D'autre part, on essaye de choisir un seuil par la fonction *Mean Excess plot* de telle sorte qu'il soit proche du résultat établi suivant *Lang (1999)*

A cet effet, les seuils définitifs retenus sont les suivants :

Durées (minutes)	Seuils définitifs pour la station de Mouzaia	Seuils définitifs pour la station de Soumaa	Seuils définitifs pour la station de Oued Zeboudj
15	5,2	6,62	7,17
30	6,85	11,23	9,48
60	8,8	14,09	12,36
120	10,57	16,78	17,24
180	12,25	20,89	18,42
360	15,83	25,73	25,06

Tableau 28 : Seuils définitifs pour les stations de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj

II-6-2 ANALYSE FREQUENTIELLE :

Pour le cas des pluies sup-seuils ; on a constaté que la loi de Pareto n'est pas applicables pour les trois zones d'études ; comme c'est indiqué suivant les graphiques d'ajustement « en annexe »

A cet effet, on a pensé à faire les ajustements nécessaires suivant la loi exponentielle à la place de la loi GPD vu que c'est un cas particulier de la loi de Pareto.

Les autres lois seront les mêmes « Gumbel, GEV, et log normale » à l'exception de la loi de Pearson III qui n'a pas été appliquée vu que les résultats sont toujours loin des valeurs observées.

II-6-2-1 ESTIMATION DES PARAMETRES DES LOIS STATISTIQUES :

Les résultats des paramètres des différents lois statistiques obtenus par le logiciel Hyfran suivant la méthode de maximum de vraisemblance dont l'intervalle de confiance est de 95% sont présentés dans les tableaux suivants :

A- STATION DE MOUZAIA :

Durée (min)	Loi GEV			Loi GUMBEL		Loi LOG NORMAL		Exponentielle	
	α	k	u	u	α	μ	σ	α	m
15	1.040	-0.886	6.062	6.667	1.829	2.011	0.315	2.679	5.186
30	1.679	-0.557	8.382	8.943	2.470	2.304	0.325	3.824	6.780
60	1.677	-0.823	10.195	11.136	3.291	2.528	0.357	4.767	8.711
120	1.790	-0.888	12.011	13.187	3.843	2.688	0.364	5.578	10.459
180	2.045	-0.768	14.084	15.243	4.243	2.228	0.356	6.320	12.114
360	2.805	-0.397	18.978	19.719	4.176	3.069	0.299	7.050	15.79

Tableau 29 : Paramètres des lois statistiques pour la station de Mouzaia

B- STATION DE SOUMAA :

Durée (min)	Loi GEV			Loi GUMBEL		Loi LOG NORMAL		Exponentielle	
	α	k	u	u	α	μ	σ	α	m
15	1.503	-0.348	8.533	8.825	1.911	2.273	0.268	3.209	6.885
30	1.929	-0.635	12.827	13.581	2.858	2.703	0.256	4.271	11.177
60	3.384	-0.354	17.336	17.997	4.210	2.990	0.266	6.382	14.240
120	4.587	-0.153	21.732	22.070	5.060	3.192	0.250	8.354	16.741
180	5.506	0.018	26.353	26.231	5.61	3.359	0.229	8.650	20.582
360	5.031	-0.208	32.305	32.817	5.732	3.572	0.208	10.694	25.711

Tableau 30 : Paramètres des lois statistiques pour la station de Soumaa

C- STATION DE OUED ZBOUDJ :

Durée (min)	Loi GEV			Loi GUMBEL		Loi LOG NORMAL		Exponentielle	
	α	k	u	u	α	μ	σ	α	m
15	1.915	-1.086	8.634	10.218	4.462	2.461	0.469	6.249	7.094
30	2.750	-0.606	11.962	13.041	4.440	2.691	0.397	6.821	9.385
60	2.828	-0.595	15.115	16.209	4.616	2.898	0.355	7.314	12.261
120	2.528	-0.896	19.393	20.991	5.258	3.152	0.318	7.601	17.163
180	2.492	-0.930	23.534	25.165	5.272	3.323	0.273	7.490	21.413
360	4.389	-0.617	29.075	30.756	6.534	3.522	0.254	9.977	25.042

Tableau 31: Paramètres des lois statistiques pour la station de Oued Zeboudj

En comparant les valeurs des paramètres obtenus pour les trois stations, on arrive à élaborer le tableau récapitulatif N°32.

A partir de ce tableau , on peut constater qu’il ya une légère variation des paramètres de la loi log normale entre les trois stations « Mouzaia, Soumaa et Oued Zeboudj ».

Pour la loi de GEV et la loi exponentielle les paramètres caractérisant les stations de Soumaa et Oued Zeboudj se rapprochent, ce qui est le contraire pour la station de Mouzaia.

Un écart assez significatif entre la majorité des paramètres relatifs à la loi de Gumbel pour les stations de Soumaa et Mouzaia, ce qui est le contraire pour la station de Oued Zeboudj.

En comparant ces paramètres statistiques par rapport à ceux élaborés suivant la série des pluies maximales annuelles, on trouve qu’il ya une certaine stabilité pour le cas de la loi de Log normale, alors que pour le reste, les paramètres relatifs aux séries des max annuels de pluie pour les stations de Soumaa et Mouzaia sont supérieurs à ceux caractérisant les séries de durées partielles.

Les paramètres caractérisant la station de Oued Zeboudj se chevauchent entre la stabilité de certains, caractérisant les séries maximales annuelles par rapport aux séries de durées partielles , et l’écartement des uns par rapport aux autres.

PARAMETRES DES LOIS STATISTIQUES	STATION DE MOUZAIA		STATION DE SOUMAA		STATION D'OUED ZBOUDJ	
	MINIMUM (valeur absolue)	MAXIMUM (valeur absolue)	MINIMUM (valeur absolue)	MAXIMUM (valeur absolue)	MINIMUM (valeur absolue)	MAXIMUM (valeur absolue)
LOI GEV						
α	1.04 (15 minutes)	2.805 (360 minutes)	1.503 (15 minutes)	5.031 (360 minutes)	1.915 (15 minutes)	4.389 (360 minutes)
K	-0.886 (15 minutes)	-0.397 (360 minutes)	-0.348 (15 minutes)	-0.208 (360 minutes)	0.595 (60 minutes)	1.086 (15 minutes)
u	6.062 (15 minutes)	18.978 (360 minutes)	8.533 (15 minutes)	32.305 (360 minutes)	8.634 (15 minutes)	29.075 (360 minutes)
LOI GUMBEL						
α	6.667 (15 minutes)	19.719 (360 minutes)	8.825 (15 minutes)	32.817 (360 minutes)	4.440 (30 minutes)	6.534 (360 minutes)
u	1.829 (15 minutes)	4.176 (360 minutes)	1.911 (15 minutes)	5.732 (360 minutes)	10.218 (15 minutes)	30.756 (360 minutes)
LOI LOG NORMAL						
μ	2.011 (15 minutes)	3.069 (360 minutes)	2.273 (15 minutes)	3.572 (360 minutes)	2.461 (15 minutes)	3.522 (360 minutes)
σ	0.299 (15 minutes)	0.315 (360 minutes)	0.208 (360 minutes)	0.268 (15 minutes)	0.254 (360 minutes)	0.469 (15 minutes)
LOI EXPONENTIELLE						
α	2.679 (15 minutes)	7.050 (360 minutes)	3.209 (15 minutes)	10.694 (360 minutes)	6.249 (15 minutes)	9.977 (360 minutes)
m	5.186 (15 minutes)	15.79 (360 minutes)	6.885 (15 minutes)	25.711 (360 minutes)	7.094 (15 minutes)	25.042 (360 minutes)

Tableau 32 : Comparaison des paramètres des lois statistiques pour les stations de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj

II-6-2-2 RESULTATS DES TESTS STATISTIQUES :

Pour le cas des séries de durées partielles, deux tests ont été choisis par le logiciel Hyfran : Le test de χ^2 de Pearson pour la majorité des lois d'ajustement statistiques et le test de Shapiro Wilk qui a été choisi surtout pour la loi de log normale.

A- STATION DE SOUMAA :

Pour la loi exponentielle, H_0 a été acceptée au niveau de signification de 5 % pour la majorité des séries

de durées partielles sauf pour 30min où l'hypothèse H_0 a été rejetée à un seuil de 5% mais acceptée au niveau de signification de 1%.

Ainsi, pour la loi GEV, l'hypothèse H_0 a été rejetée à un seuil de 1%, acceptée au niveau de signification de 5 % pour le cas des précipitations sup-seuil à pas de temps de 60min ; alors que pour un pas de temps de 30min, H_0 a été rejetée à un seuil de 5% mais acceptée au niveau de signification de 1%

Pour Gumbel, H_0 a été acceptée au niveau de signification de 5 % pour la majorité des séries de durées partielles sauf pour 180min où l'hypothèse H_0 a été rejetée à un seuil de 5% mais acceptée au niveau de signification de 1%.

Concernant la loi Log normal, l'hypothèse H_0 a été acceptée à un niveau de signification de 5% pour toutes les séries pluviométriques suivant de 15,30,60,120,180 et 360 minutes

Le calcul de χ^2 donne pour la loi exponentielle, une probabilité comprise entre 2,15 % et 92 %. Entre 1,2 % et 53 % pour la loi GEV, tandis que pour les lois de Gumbel et Log normale, la probabilité varie successivement de 2,6 % et 92 % pour les valeurs minimales jusqu'à 81,25 % et 93,40 % pour les valeurs maximales.

De ce qui précède, on peut dire que :

Les lois de GEV, Gumbel, Log normale et la loi exponentielle peuvent s'appliquer à toutes les séries de durées partielles pour la station de Soumaa.

B- STATION DE MOUZAIA :

Pour la loi exponentielle, H_0 a été acceptée au niveau de signification de 5 % pour la majorité des séries de durées partielles sauf pour 360min où l'hypothèse H_0 a été rejetée à un seuil de 5% mais acceptée au niveau de signification de 1%.

Ainsi, pour la loi GEV, l'hypothèse H_0 a été acceptée au niveau de signification de 5 % pour la majorité des séries de durées partielles sauf pour 15min et 360min où l'hypothèse H_0 a été rejetée à un seuil de 5% mais acceptée au niveau de signification de 1%.

Pour la loi de Gumbel , H_0 a été acceptée au niveau de signification de 5 % pour la plupart des séries de durées partielles sauf pour 120 min où l'hypothèse H_0 a été rejetée à un seuil de 1%.

Concernant la loi Log normal, l'hypothèse H_0 a été acceptée à un niveau de signification de 5% pour toutes les séries pluviométriques de 15, 30, 60, 120, 180 et 360 minutes.

Le calcul de χ^2 donne pour la loi exponentielle une probabilité comprise entre 2,76 % et 50,75 %, entre 1,6 % et 47,79 % pour la loi GEV, tandis que pour les lois de Gumbel et Log normale, la probabilité varie successivement de 0,02 % et 92,90 % pour les valeurs minimales jusqu'à 62,34 % et 93,60 % pour les valeurs maximales.

De ce qui précède, on peut dire que :

Les lois de GEV, Log normale et la loi exponentielle peuvent s'appliquer à toutes les séries de durées partielles pour la station de Mouzaia .

La loi de Gumbel peut s'appliquer à la plupart des séries pluviométriques étudiées à l'exception de celles de 120 min et de 180 min où l'ajustement est rejeté ($P(\chi^2) < 1\%$).

C- STATION D'OUED ZEBOU DJ :

Pour la loi exponentielle, H_0 a été acceptée au niveau de signification de 5 % pour la majorité des séries de durées partielles sauf pour 180min où l'hypothèse H_0 a été rejetée à un seuil de 5% mais acceptée au niveau de signification de 1%.

Ainsi, pour la loi GEV, l'hypothèse H_0 a été acceptée au niveau de signification de 5 % pour toutes les séries de durées partielles étudiées.

Pour Gumbel, H_0 a été rejetée à un seuil de 1% pour la majorité des séries de durées partielles étudiées.

Concernant la loi Log normale, l'hypothèse H_0 a été acceptée à un niveau de signification de 5% pour les séries pluviométriques suivant 15,30,60,120,180 sauf 360 minutes où l'hypothèse a été rejetée à un niveau de signification de 5%.

Le calcul de χ^2 donne pour la loi exponentielle, une probabilité comprise entre 4,1 % et 82 %. Entre 6,6 % et 96,3 % pour la loi GEV, tandis que pour les lois de Gumbel et Log normale, la probabilité varie successivement de 0 % et 0,44 % pour les valeurs minimales jusqu'à 4,2 % et 94,5 % pour les valeurs maximales.

De ce qui précède, on peut dire que :

Les lois de GEV, Log normale et la loi exponentielle peuvent s'appliquer à toutes les séries de durées partielles pour la station de Oued Zeboudj, ce qui est le contraire pour la loi de Gumbel.

II-6-2-3 COMPARAISON ET SELECTION DES MODELES D'AJUSTEMENT :

II-6-2-3-1 CRITERE BIC :

Durée (minutes)	P(Mi)	P(Mi/X)	BIC	Ordre des modèles
15min	25,00	86.25	127.963	Exponentielle
	25,00	10.46	132.183	GEV
	25,00	2.87	134.771	Gumbel
	25,00	0.42	138.593	Log-normale
30min	25,00	99.13	143.974	Exponentielle
	25,00	0.67	153.972	GEV
	25,00	0.17	156.692	Gumbel
	25,00	0.03	160.155	Log-normale
60min	25.00	98.99	172.241	Exponentielle
	25.00	0.48	182.895	Gumbel
	25.00	0.32	183.684	GEV
	25.00	0.20	184.643	Log-normale
120min	25,00	88.56	225.699	Exponentielle
	25,00	6.05	231.066	Gumbel
	25,00	4.09	231.849	Log-normale
	25,00	1.30	234.136	GEV
180min	25,00	95.54	196.254	Exponentielle
	25,00	2.12	203.867	Gumbel
	25,00	1.94	204.044	Log-normale
	25,00	0.40	207.215	GEV
360min	25,00	45.10	200.933	Gumbel
	25,00	24.20	202.178	Exponentielle
	25,00	22.12	202.358	GEV
	25,00	8.58	204.252	Log-normale

Tableau 33 : Sélection des modèles d'ajustement statistique par le critère BIC
Pour la station de SOUMAA

Durée (minutes)	P(Mi)	P(Mi/X)	BIC	Ordre des modèles
15min	25,00	99.07	133.993	Exponentielle
	25,00	0.89	143.426	GEV
	25,00	0.03	150.089	Gumbel
	25,00	0.02	151.448	Log normale
30min	25,00	97.45	156.772	Exponentielle
	25,00	2.41	164.175	GEV
	25,00	0.10	170.457	Gumbel
	25,00	0.04	172.213	Log-normale
60min	25,00	76.57	170.887	Exponentielle
	25,00	23.43	173.255	GEV
	25,00	0.00	191.333	Gumbel
	25,00	0.00	192.571	Log-normale
120min	25,00	76.70	206.037	GEV
	25,00	23.30	208.420	Exponentielle
	25,00	0.00	234.343	Gumbel
	25,00	0.00	235.350	Log-normale
180min	25,00	92.32	195.456	GEV
	25,00	7.68	200.429	Exponentielle
	25,00	0.00	223.100	Gumbel
	25,00	0.00	224.724	Log-normale
360min	25,00	86.52	186.231	GEV
	25,00	13.45	189.953	Exponentielle
	25,00	0.03	202.469	Gumbel
	25,00	0.00	209.184	Log-normale

Tableau 34 : Sélection des modèles d'ajustement statistique par le critère BIC
Pour la station de MOUZAIA

Durée (minutes)	P(Mi)	P(Mi/X)	BIC	Ordre des modèles
15min	20,00	64.49	233.974	Exponentielle
	20,00	35.50	235.168	GEV
	20,00	0.00	256.177	Log-normale
	20,00	0.00	261.661	Gumbel
30min	20,00	90.09	264.534	Exponentielle
	20,00	9.91	268.949	GEV
	20,00	00	286.920	Log-normale
	20,00	00	288.095	Gumbel
60min	20,00	54.07	282.715	Exponentielle
	20,00	45.93	283.042	GEV
	20,00	00	306.068	GUMBEL
	20,00	00	308.673	Log-normale
120min	20,00	58.01	267.957	Exponentielle
	20,00	41.99	268.603	GEV
	20,00	00	296.596	GUMBEL
	20,00	00	301.00	Log-normale
180min	25,00	74.23	248.461	Exponentielle
	25,00	25.77	250.576	GEV
	25,00	00	275.698	GUMBEL
	25,00	00	281.820	Log-normale
360min	25,00	99.92	377.681	Exponentielle
	25,00	0.08	391.990	GEV
	25,00	0.00	401.952	GUMBEL
	25,00	0.00	407.117	Log-normale

Tableau 35 : Sélection des modèles d'ajustement statistique par le critère BIC
Pour la station de OUED ZEBOUDJ

A travers ces résultats, on remarque que :

- ✓ Pour Soumaa, la loi Exponentielle est la meilleure loi pour la majorité des séries de durées partielles sauf pour 360 minutes où la loi sélectionnée est GUMBEL.
- ✓ Pour Mouzaia, 03 séries suivent la loi Exponentielle (15, 30, et 60 minutes), alors qu'au-delà de 120 minutes, la loi retenue est celle de GEV.
- ✓ La loi exponentielle est la meilleure pour toutes les séries de durées partielles de la station de Oued Zeboudj

II-6-2-3-2 COMPARAISON GRAPHIQUE :

A- STATION DE SOUMAA :

15 minutes :

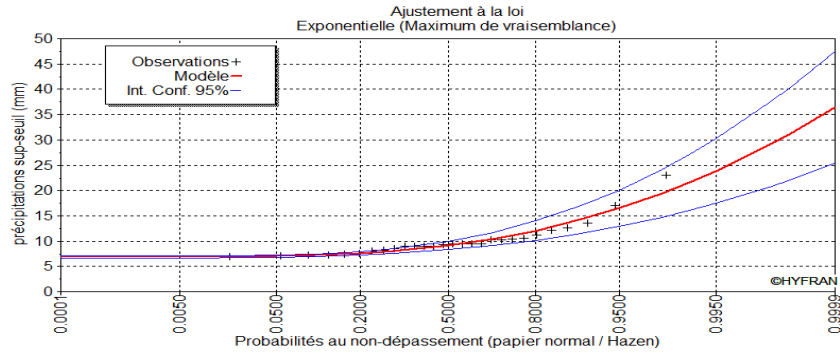


Figure 79 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 15 min suivant la loi exponentielle «station de Soumaa »

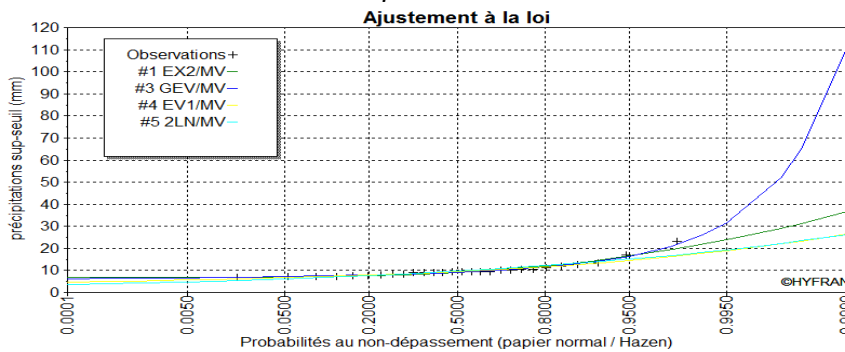


Figure 80 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 15min « station de Soumaa »

30 minutes :

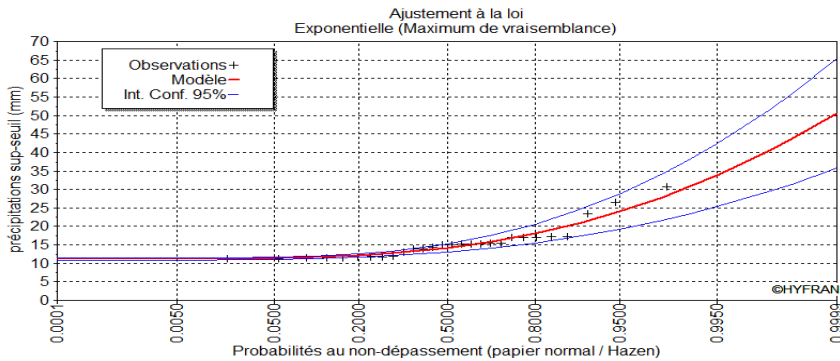


Figure 81 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 30 min suivant la loi exponentielle «station de Soumaa »

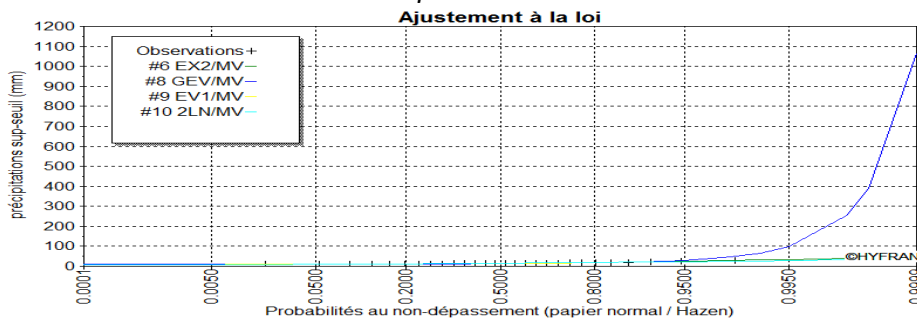


Figure 82 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 30 min « station de Soumaa »

60 minutes :

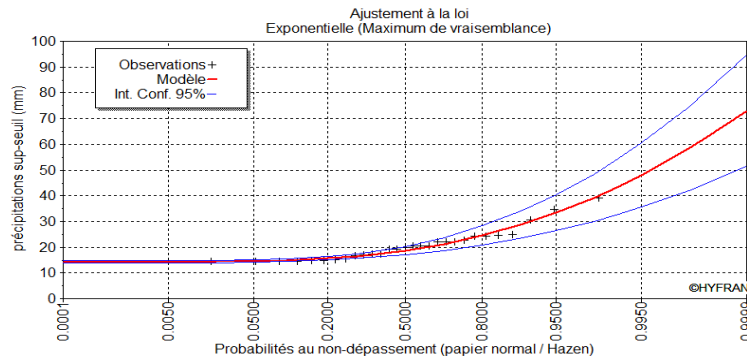


Figure 83 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 60 min suivant la loi exponentielle « station de Soumaa »

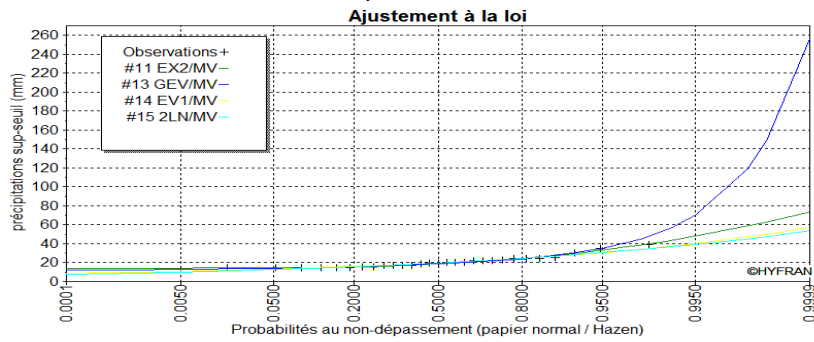


Figure 84 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 60 min « station de Soumaa »

120 minutes :

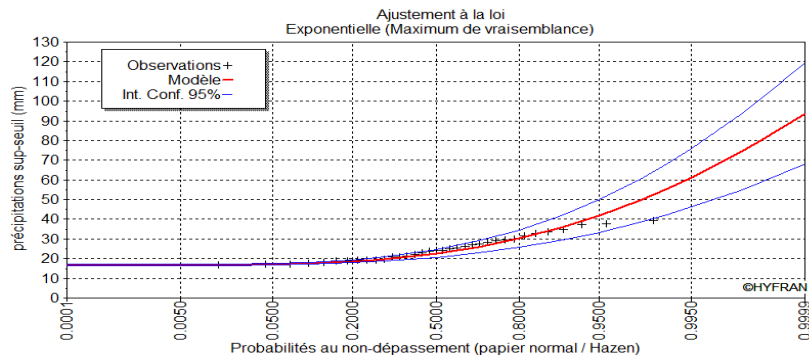


Figure 85 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 120 min suivant la loi exponentielle « station de Soumaa »

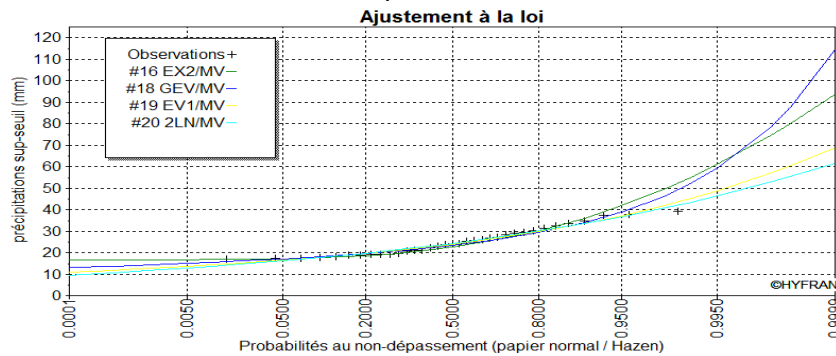


Figure 86 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 120 min « station de Soumaa »

180 minutes :

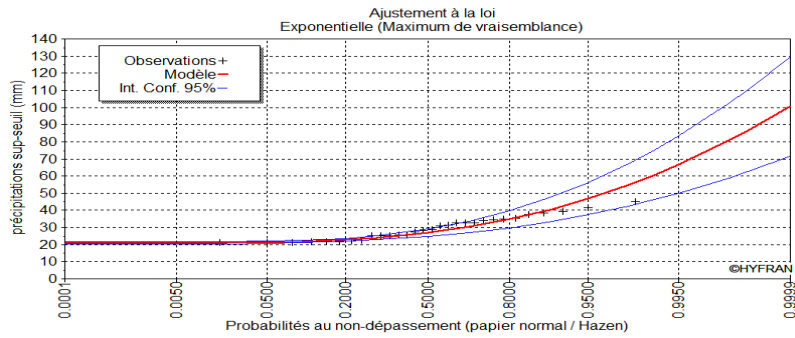


Figure 87 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 180 min suivant la loi exponentielle « station de Soumaa »

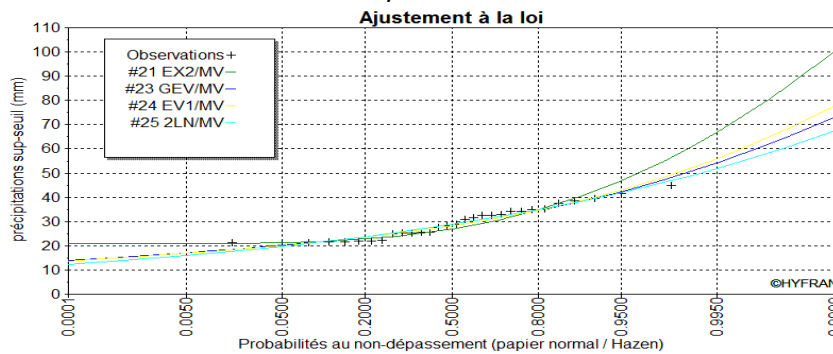


Figure 88 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 180 min « station de Soumaa »

360 minutes :

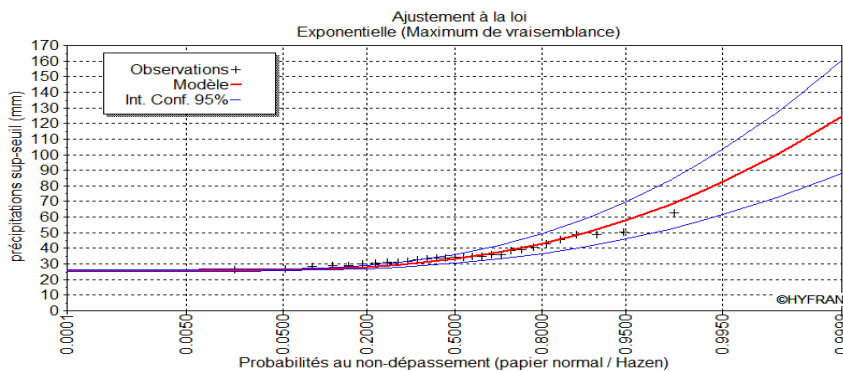


Figure 89 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 15 min suivant la loi exponentielle « station de Soumaa »

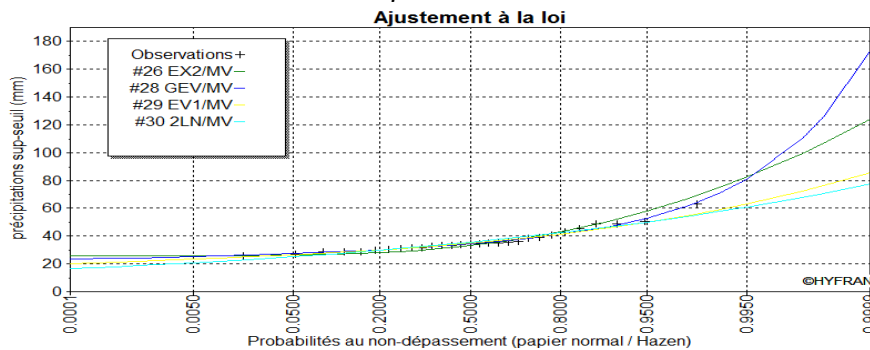


Figure 90 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 360 min « station de Soumaa »

N.B : Le reste des graphiques d'ajustement statistique suivant les lois de Gumbel, Log normale et GEV est présenté en annexe

B- **MOUZAIA**

15 minutes :

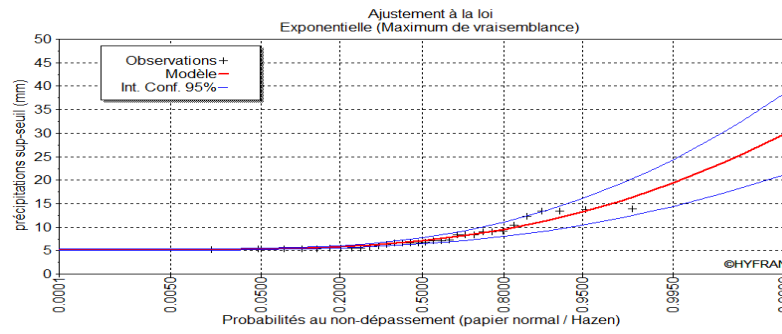


Figure 91 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 15 min suivant la loi exponentielle «station de Mouzaia »

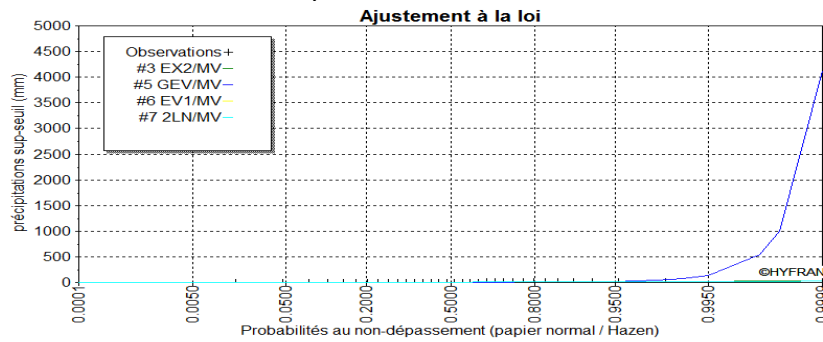


Figure 92 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 15min « station de Mouzaia »

30 minutes :

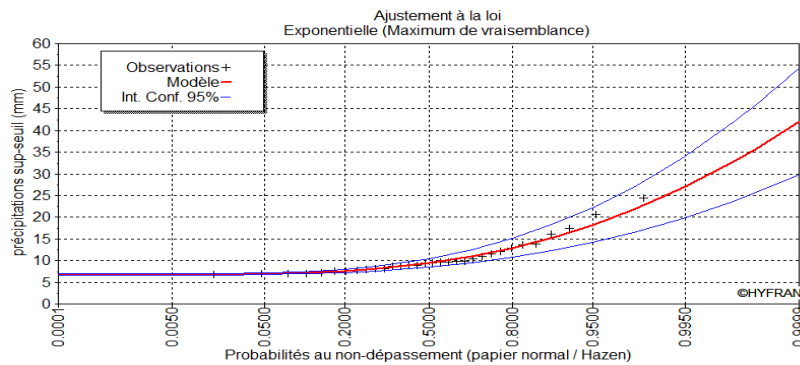


Figure 93 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 30 min suivant la loi exponentielle «station de Mouzaia »

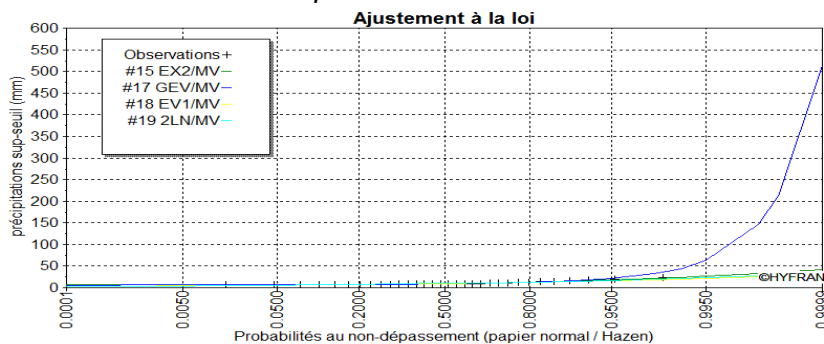


Figure 94 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 30 min « station de Mouzaia »

60 minutes :

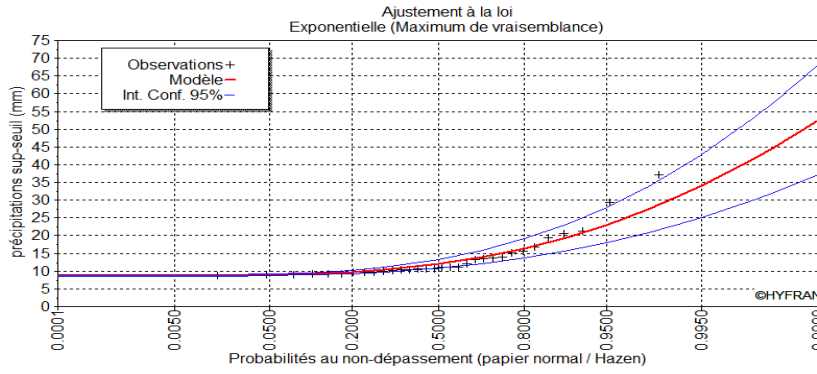


Figure 95 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 60 min suivant la loi exponentielle «station de Mouzaia »



Figure 96 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 60 min « station de Mouzaia »

120 minutes :

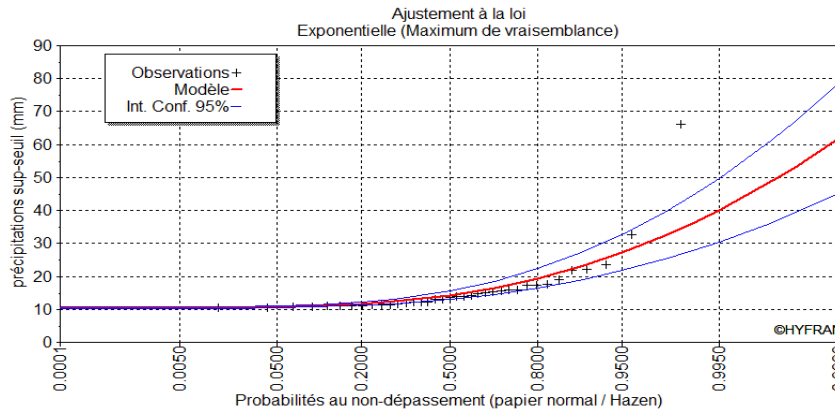


Figure 97 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 120 min suivant la loi exponentielle «station de Mouzaia »

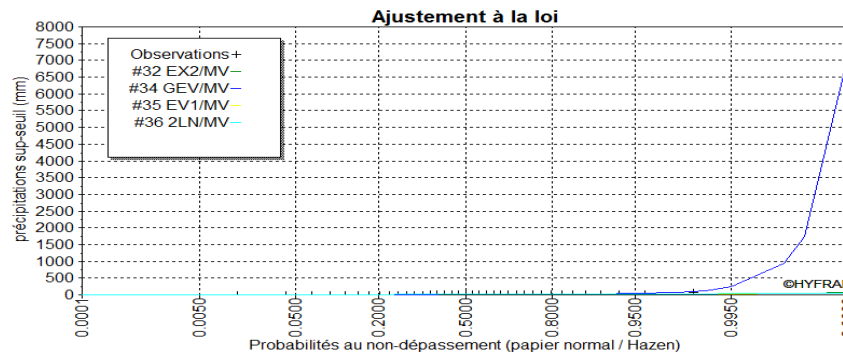


Figure 98 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 120 min « station de Mouzaia »

180 minutes :

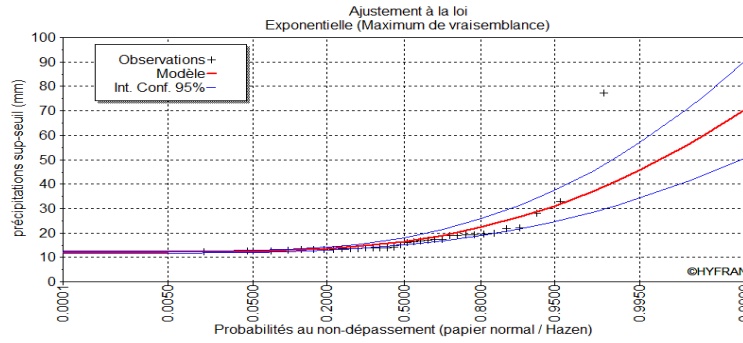


Figure 99 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 180 min suivant la loi exponentielle «station de Mouzaia »

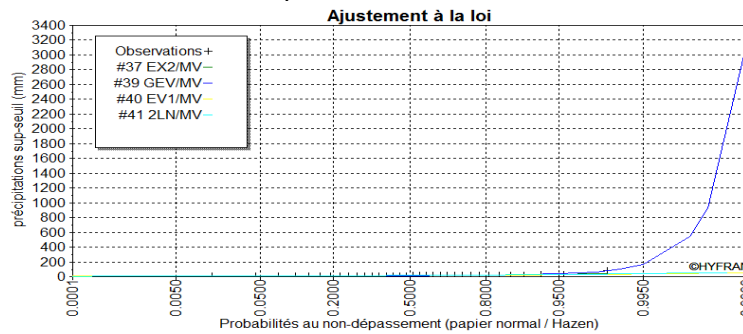


Figure 100 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 180 min « station de Mouzaia »

360 mintes :

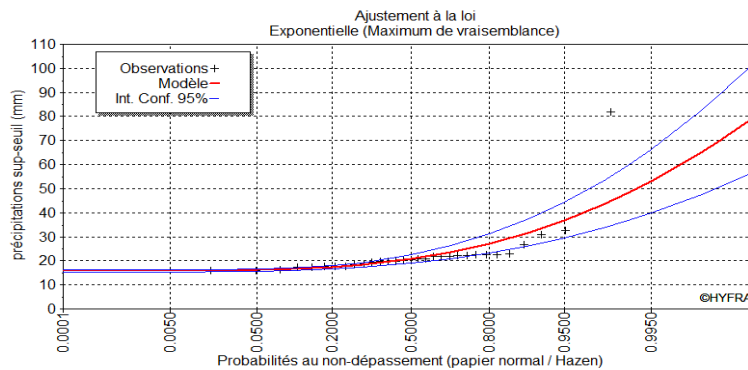


Figure 101 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 360 min suivant la loi exponentielle «station de Mouzaia »

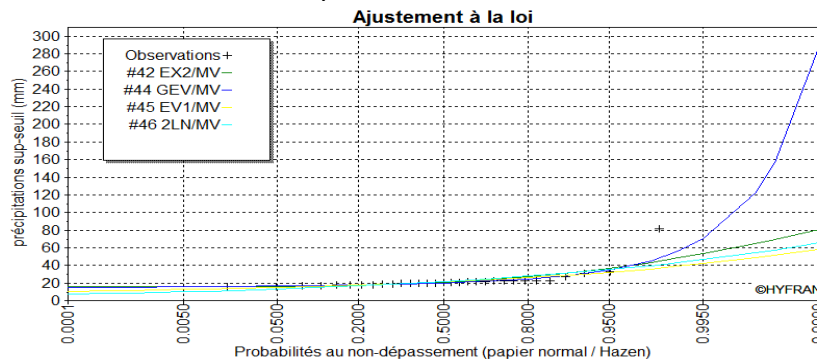


Figure 102 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 360 min « station de Mouzaia »

N.B : Le reste des graphiques d'ajustement statistique suivant les lois de Gumbel, Log normale et GEV est présenté en annexe

C- Station de Oued Zeboudj :

15 min :

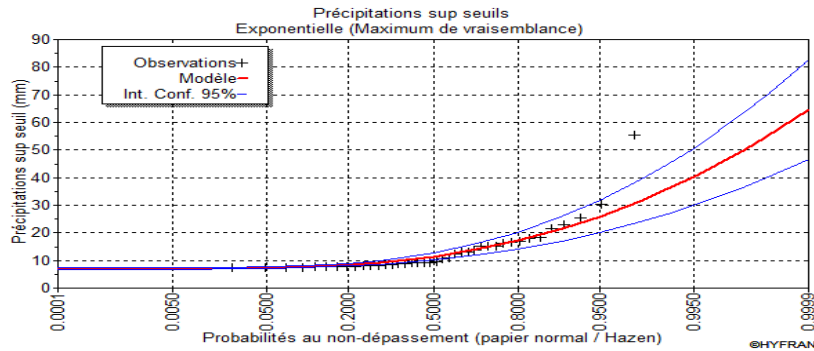


Figure 103 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 15 min suivant la loi exponentielle «station de Oued Zeboudj »

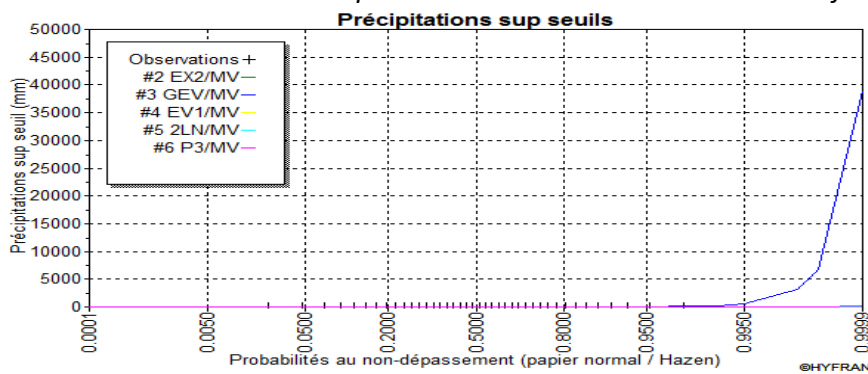


Figure 104 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 15min « station de Oued Zeboudj »

30 min :

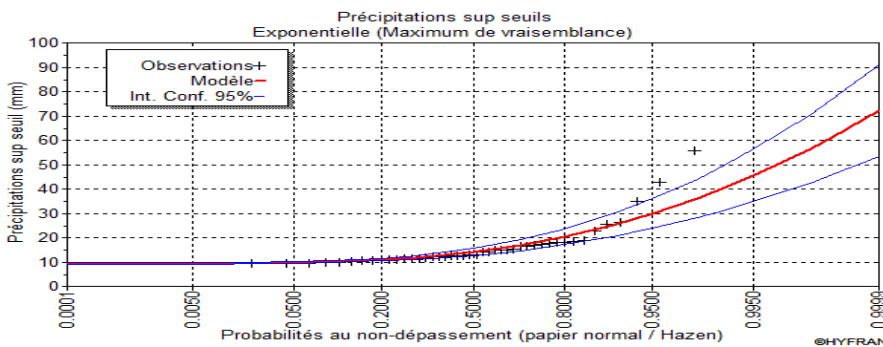


Figure 105 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 30 min suivant la loi exponentielle «station de Oued Zeboudj »

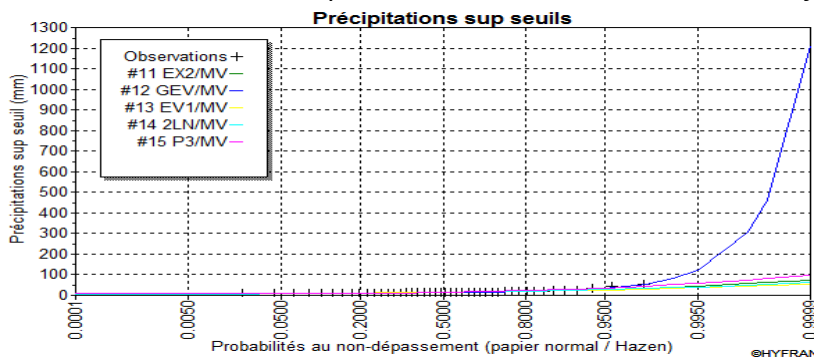


Figure 106 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 30 min « station de Oued Zeboudj »

60 min :

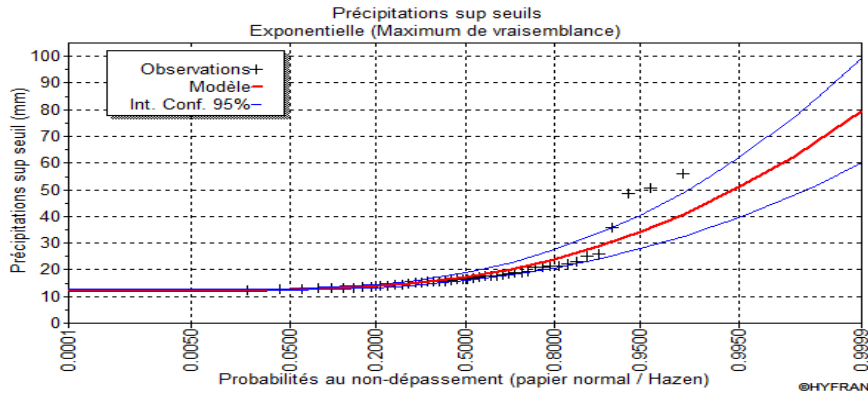


Figure 107 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 60 min suivant la loi exponentielle «station de Oued Zeboudj »

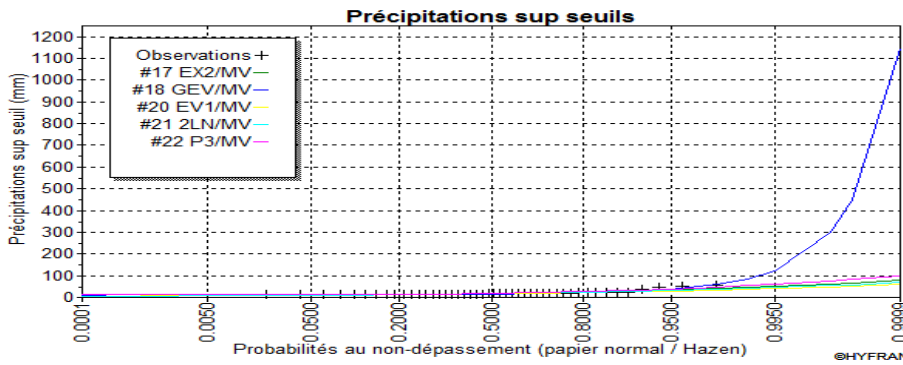


Figure 108 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 60 min « station de Oued Zeboudj »

120 min :

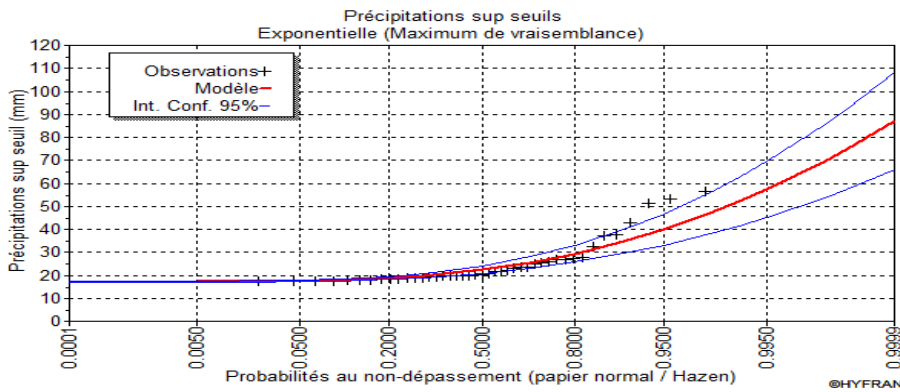


Figure 109 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 120 min suivant la loi exponentielle «station de Oued Zeboudj »

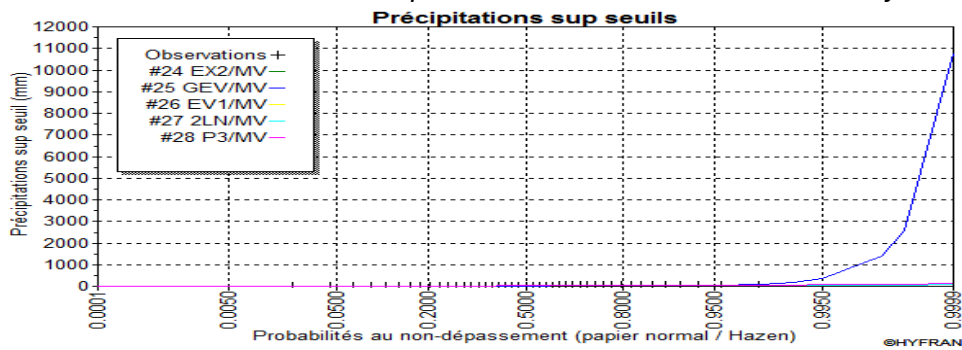


Figure 110 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 120 min « station de Oued Zeboudj »

180 min :

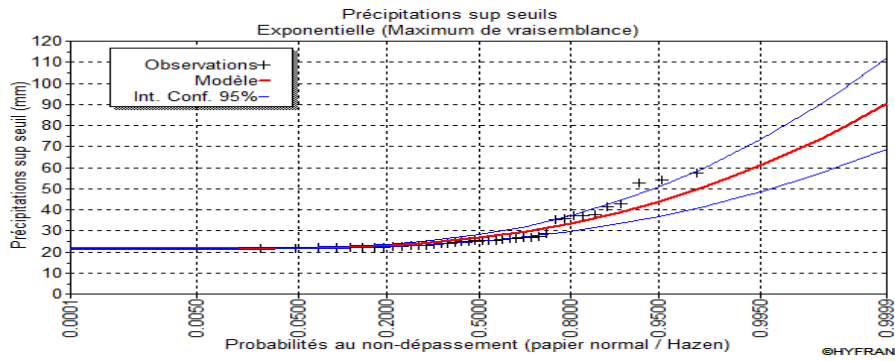


Figure 111 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 180 min suivant la loi exponentielle «station de Oued Zeboudj »

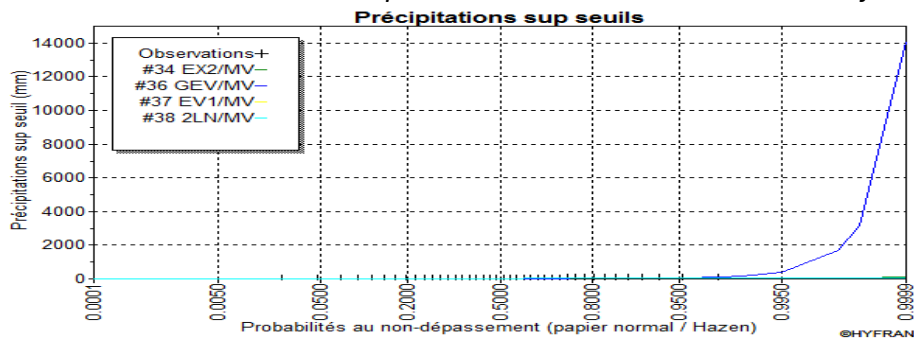


Figure 112: Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 180 min « station de Oued Zeboudj »

360 min :

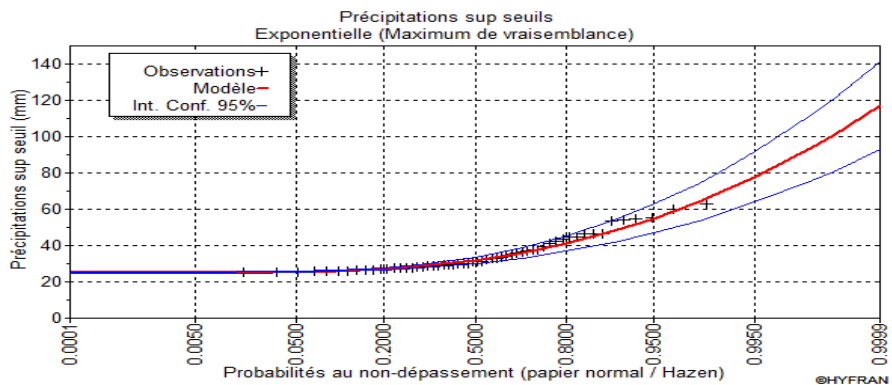


Figure 113 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 360 min suivant la loi exponentielle «station de Oued Zeboudj »

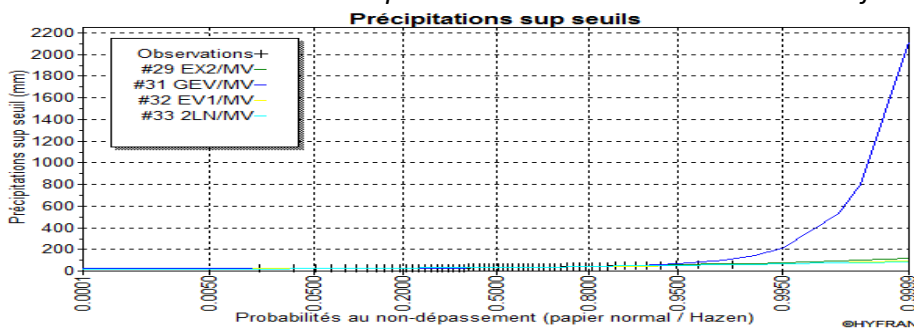


Figure 114 : Comparaison graphique des ajustements statistiques pour les pluies sup-seuil suivant une durée de 360 min « station de Oued Zeboudj »

N.B : Le reste des graphiques d'ajustement statistique suivant les lois de Gumbel, Log normale et GEV est présenté en annexe

II-6-2-3-3 INTERPRETATION DES GRAPHIQUES D'AJUSTEMENT :

Tenant compte du classement préférentiel des modèles d'ajustement suivant leur probabilité a posteriori, et en comparant les tracés d'ajustement suivant les quatre lois utilisées ainsi que la comparaison graphique établie par le logiciel Hyfran sur papier normal/Hazen, on arrive à établir les constatations suivantes :

A- POUR LA STATION DE SOUMAA :

L'étude comparative des graphiques des tests d'ajustements indique que la série des pluies sup-seuil pour une durée de 15min s'ajuste préférentiellement suivant la loi exponentielle par rapport aux autres modèles (figure 80).

Pour une durée de 30min, on remarque que la série s'ajuste mieux suivant les lois de Gumbel, log normale et la loi exponentielle, mais pour la loi GEV, un écart important dans la queue supérieure nous conduit à ne pas la choisir (figure 82).

Le choix de la meilleure loi n'est pas facile vu que les trois lois citées auparavant ont « à peu près » la même représentation graphique (un écart non significatif).

Pour une durée de 60min, on remarque les mêmes observations que celles établies pour le cas de 15min où la loi exponentielle est la loi retenue par rapport aux autres (figure 84).

La loi de Gumbel a été choisie « suivant la comparaison graphique » comme meilleure loi pour le cas des durées de 120 min, 180 min, et 360 min (figure 86, 88, 90)

B- POUR LA STATION DE MOUZAIA :

L'étude comparative du graphique des tests d'ajustements pour les différentes durées indique que les séries des durées partielles pour les différentes durées peuvent s'ajuster par toutes les lois : Gumbel, Log normale et la loi exponentielle.

Pour la loi GEV, on remarque qu'il y a un écart important par rapport aux autres lois suivant la queue supérieure.

A signaler que d'après la comparaison graphique, on n'a pas pu sélectionner la meilleure loi sauf pour 360 min où, il apparait que la loi exponentielle est la meilleure.

C- POUR LA STATION DE OUED ZEBOUDJ :

L'étude comparative des graphiques des tests d'ajustements indique que la série des pluies sup-seuil pour toutes les durées (de 15min à 360min) s'ajuste préférentiellement suivant les lois Exponentielle, Gumbel, et log normale.

Le choix du meilleur modèle d'ajustement n'est pas facile à déduire vu que les trois lois citées auparavant ont « à peu près » la même représentation graphique (un écart non significatif)

II-6-2-4 ESTIMATION DES QUANTILES ET CALCUL DES ERREURS RELATIVES (ou biais relatives) :**A- STATION DE SOUMAA :**

a-1 Durée de 15 minutes :

GEV			EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	25,6100	-0,1824	100.0	21,6600	100.0	17,6200	0,1865	100.0	18,0900	0,1648
50.0	20,9900	-0,0797	50.0	19,4400	50.0	16,2800	0,1626	50.0	16,8200	0,1348
20.0	16,3500	0,0091	20.0	16,5000	20.0	14,5000	0,1212	20.0	15,0800	0,0861
10.0	13,6600	0,0427	10.0	14,2700	10.0	13,1300	0,0799	10.0	13,6800	0,0413
5.0	11,4900	0,0465	5.0	12,0500	5.0	11,6900	0,0299	5.0	12,1600	-0,0091
2.0	9,1200	-0,0011	2.0	9,1100	2.0	9,5200	-0,0450	2.0	9,7000	-0,0648

Tableau 36 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Soumaa suivant une durée de 15 minutes

a-2 Durée de 30 minutes :

GEV			EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	66,2200	-1,1465	100.0	30,8500	100.0	26,7300	0,1335	100.0	27,0600	0,1229
50.0	46,0100	-0,6497	50.0	27,8900	50.0	24,7300	0,1133	50.0	25,2400	0,0950
20.0	29,8300	-0,2445	20.0	23,9700	20.0	22,0700	0,0793	20.0	22,7300	0,0517
10.0	22,4700	-0,0695	10.0	21,0100	10.0	20,0100	0,0476	10.0	20,7100	0,0143
5.0	17,6600	0,0216	5.0	18,0500	5.0	17,8700	0,0100	5.0	18,5000	-0,0249
2.0	13,6200	0,0368	2.0	14,1400	2.0	14,6300	-0,0347	2.0	14,9200	-0,0552

Tableau 37 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Soumaa suivant une durée de 30 minutes

a-3 Durée de 60 minutes :

GEV			EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR			
100.0	56,4700	-0,2943	100.0	43,6300	100.0	37,3600	0,1437	100.0	36,9300	0,1536
50.0	45,8100	-0,1683	50.0	39,2100	50.0	34,4200	0,1222	50.0	34,3400	0,1242
20.0	35,1300	-0,0531	20.0	33,3600	20.0	30,5000	0,0857	20.0	30,8000	0,0767
10.0	28,9800	-0,0014	10.0	28,9400	10.0	27,4700	0,0508	10.0	27,9700	0,0335
5.0	24,0300	0,0196	5.0	24,5100	5.0	24,3100	0,0082	5.0	24,8800	-0,0151
2.0	18,6600	0,0000	2.0	18,6600	2.0	19,5400	-0,0472	2.0	19,8900	-0,0659

Tableau 38 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Soumaa suivant une durée de 60 minutes

a-4 Durée de 120 minutes :

EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	55,2100	100.0	45,3500	0,1786	100.0	43,5400	0,2114	100.0	52,3500	0,0518
50.0	49,4200	50.0	41,8100	0,1540	50.0	40,6700	0,1771	50.0	46,2100	0,0650
20.0	41,7700	20.0	37,1000	0,1118	20.0	36,7200	0,1209	20.0	38,9800	0,0668
10.0	35,9800	10.0	33,4600	0,0700	10.0	33,5300	0,0681	10.0	34,0500	0,0536
5.0	30,1900	5.0	29,6600	0,0176	5.0	30,0300	0,0053	5.0	29,4700	0,0238
2.0	22,5300	2.0	23,9200	-0,0617	2.0	24,3300	-0,0799	2.0	23,4600	-0,0413

Tableau 39 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Soumaa suivant une durée de 120 minutes

a-5 Durée de 180 minutes :

EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	60,6800	100.0	52,0400	0,1424	100.0	49,0000	0,1925	100.0	50,6800	0,1648
50.0	54,6900	50.0	48,1200	0,1201	50.0	46,0400	0,1582	50.0	47,1200	0,1384
20.0	46,7600	20.0	42,8900	0,0828	20.0	41,9200	0,1035	20.0	42,2900	0,0956
10.0	40,7700	10.0	38,8600	0,0468	10.0	38,5700	0,0540	10.0	38,5000	0,0557
5.0	34,7700	5.0	34,6500	0,0035	5.0	34,8700	-0,0029	5.0	34,5000	0,0078
2.0	26,8500	2.0	28,2900	-0,0536	2.0	28,7600	-0,0711	2.0	28,3600	-0,0562

Tableau 40 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Soumaa suivant une durée de 180 minutes

a-6 Durée de 360 minutes :

EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	74,9600	100.0	59,1900	0,2104	100.0	57,8100	0,2288	100.0	71,1200	0,0512
50.0	67,5500	50.0	55,1800	0,1831	50.0	54,6200	0,1914	50.0	62,6000	0,0733
20.0	57,7500	20.0	49,8400	0,1370	20.0	50,1600	0,1314	20.0	52,9900	0,0824
10.0	50,3400	10.0	45,7200	0,0918	10.0	46,5000	0,0763	10.0	46,7500	0,0713
5.0	42,9200	5.0	41,4200	0,0349	5.0	42,4300	0,0114	5.0	41,1600	0,0410
2.0	33,1200	2.0	34,9200	-0,0543	2.0	35,6100	-0,0752	2.0	34,2200	-0,0332

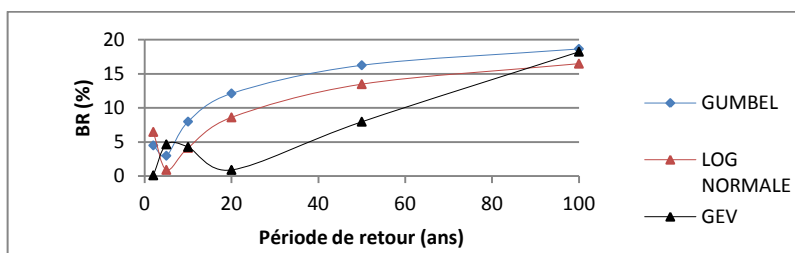
Tableau 41 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Soumaa suivant une durée de 360 minutes

N.B : Le reste des tableaux de calcul des erreurs relatives par rapports aux autres lois (Gumbel, GEV, et Log normale est présenté en annexe

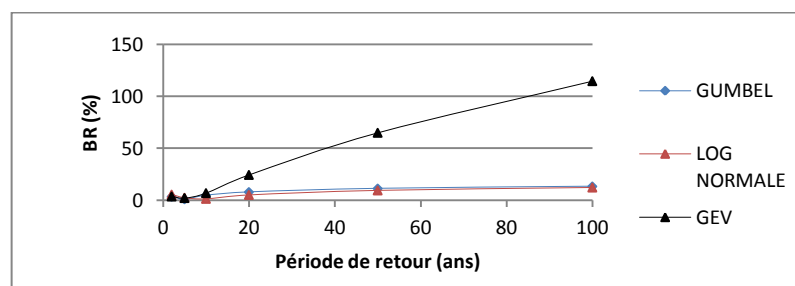
On constate que la loi exponentielle est la meilleure loi qui assure le minimum d'erreurs relatives par rapport aux autres modèles .

A cet effet la loi exponentielle sera retenue pour modéliser les pluies sup-seuil pour la station de SOUMAA

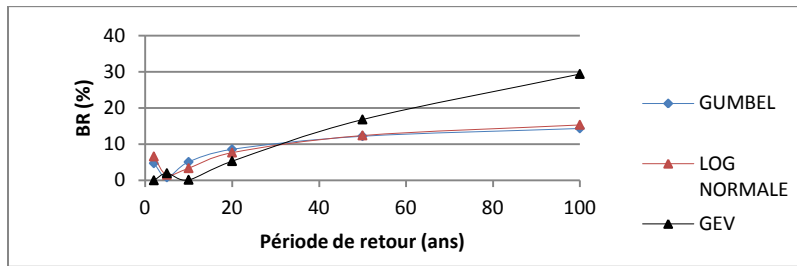
Les graphiques des biais relatifs (BR %) en fonction du temps de retour (T) sont présentés ci dessous:



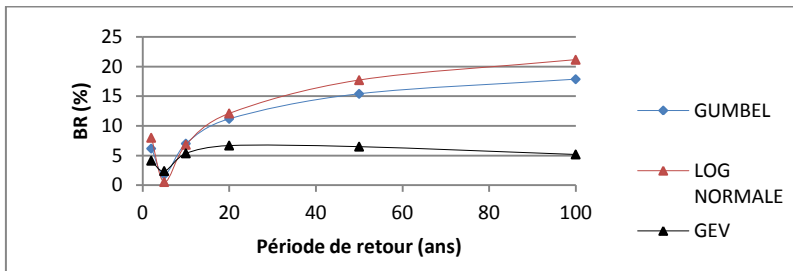
15 MINUTES



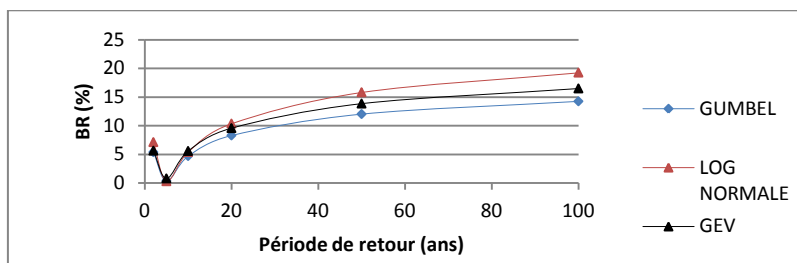
30 MINUTES



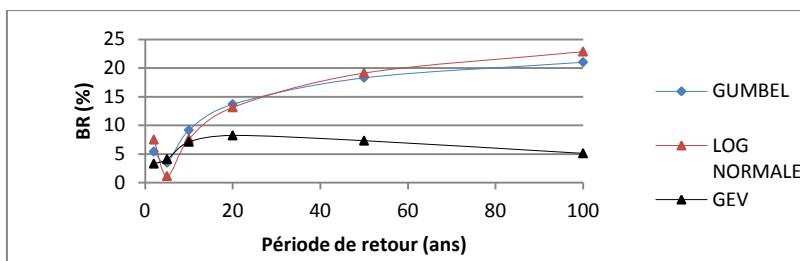
60 MINUTES



120 MINUTES



180 MINUTES



360 MINUTES

Figure 115 : Courbes des erreurs relatives (ou biais relatifs $|BR|$)
Par rapport à la loi exponentielle pour la station de Soumaa

On constate ce qui suit :

Pour GUMBEL et LOG NORMALE, les biais relatifs sont généralement insignifiants mais pour les durées supérieures ou égales à 120 minutes et à partir d'une période de retour de 50 ans, les erreurs commencent à s'élever vers un maximum de 21,04 pour la loi de Gumbel et de 22,88 pour la loi de log normale. L'erreur est généralement insignifiante.

Pour le modèle GEV, la courbe correspondante aux biais relatifs en valeurs absolues est généralement croissante avec un maximum de 114,65% pour 30 minutes et un minimum de 0% , à l'exception des durées de 60 min, 120 min et 180min (pour les périodes de retour de 100 ans Sur la base des graphiques cités ci-dessus, on peut dire que, globalement l'erreur est assez significative sauf pour les durées de 30 minutes et 60 minutes où on constate quelques valeurs dépassant 20%

On signale que dans la plupart des cas, il ya un écart considérable entre la courbe des erreurs relatives de GEV par rapport à celles de Gumbel et de Log normale

B- STATION DE MOUZAIA :

b-1 Durée de 15 minutes :

GEV			EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	74,1000	-3,2295	100.0	17,5200	100.0	15,0800	0,1393	100.0	15,5400	0,1130
50.0	42,1600	-1,6905	50.0	15,6700	50.0	13,8000	0,1193	50.0	14,2600	0,0900
20.0	21,2100	-0,6056	20.0	13,2100	20.0	12,1000	0,0840	20.0	12,5400	0,0507
10.0	13,5100	-0,1903	10.0	11,3500	10.0	10,7800	0,0502	10.0	11,1800	0,0150
5.0	9,3200	0,0189	5.0	9,5000	5.0	9,4100	0,0095	5.0	9,7400	-0,0253
2.0	6,5100	0,0753	2.0	7,0400	2.0	7,3400	-0,0426	2.0	7,4700	-0,0611

Tableau 42 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Mouzaia suivant une durée de 15 minutes

b-2 Durée de 30 minutes :

GEV			EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	44,4000	-0,8204	100.0	24,3900	100.0	20,3000	0,1677	100.0	21,3200	0,1259
50.0	31,8300	-0,4641	50.0	21,7400	50.0	18,5800	0,1454	50.0	19,5100	0,1026
20.0	21,1200	-0,1579	20.0	18,2400	20.0	16,2800	0,1075	20.0	17,0900	0,0630
10.0	15,9200	-0,0212	10.0	15,5900	10.0	14,5000	0,0699	10.0	15,1800	0,0263
5.0	12,3200	0,0472	5.0	12,9300	5.0	12,6500	0,0217	5.0	13,1600	-0,0178
2.0	9,0700	0,0382	2.0	9,4300	2.0	9,8500	-0,0445	2.0	10,0200	-0,0626

Tableau 43 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Mouzaia suivant une durée de 30 minutes

b-3 Durée de 60 minutes :

EXPONENTIELLE			GEV		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR			
100.0	30,6700	0,6872	100.0	98,0500	100.0	26,2700	0,7321	100.0	28,7400	0,7069
50.0	27,3600	0,5343	50.0	58,7500	50.0	23,9800	0,5918	50.0	26,0700	0,5563
20.0	22,9900	0,2736	20.0	31,6500	20.0	20,9100	0,3393	20.0	22,5300	0,2882
10.0	19,6900	0,0690	10.0	21,1500	10.0	18,5400	0,1234	10.0	19,7900	0,0643
5.0	16,3800	-0,0805	5.0	15,1600	5.0	16,0700	-0,0600	5.0	16,9200	-0,1161
2.0	12,0200	-0,1017	2.0	10,9100	2.0	12,3400	-0,1311	2.0	12,5300	-0,1485

Tableau 44 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Mouzaia suivant une durée de 60 minutes

b-4 Durée de 120 minutes :

EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	36,1500	100.0	30,8700	0,1461	100.0	34,2900	0,0515	100.0	129,7900	-2,5903
50.0	32,2800	50.0	28,1800	0,1270	50.0	31,0600	0,0378	50.0	74,4400	-1,3061
20.0	27,1700	20.0	24,6000	0,0946	20.0	26,7600	0,0151	20.0	38,1700	-0,4049
10.0	23,3000	10.0	21,8400	0,0627	10.0	23,4500	-0,0064	10.0	24,8600	-0,0670
5.0	19,4400	5.0	18,9500	0,0252	5.0	19,9700	-0,0273	5.0	17,6300	0,0931
2.0	14,3300	2.0	14,6000	-0,0188	2.0	14,7100	-0,0265	2.0	12,7900	0,1075

Tableau 45 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Mouzaia suivant une durée de 120 minutes

b-5 Durée de 180 minutes :

EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	41,2200	100.0	34,7600	0,1567	100.0	38,7800	0,0592	100.0	102,5400	-1,4876
50.0	36,8400	50.0	31,8000	0,1368	50.0	35,1900	0,0448	50.0	64,7200	-0,7568
20.0	31,0500	20.0	27,8500	0,1031	20.0	30,4100	0,0206	20.0	37,4800	-0,2071
10.0	26,6700	10.0	24,7900	0,0705	10.0	26,7200	-0,0019	10.0	26,4100	0,0097
5.0	22,2900	5.0	21,6100	0,0305	5.0	22,8400	-0,0247	5.0	19,8500	0,1095
2.0	16,4900	2.0	16,8000	-0,0188	2.0	16,9200	-0,0261	2.0	14,9500	0,0934

Tableau 46 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Mouzaia suivant une durée de 180 minutes

b-6 Durée de 360 minutes :

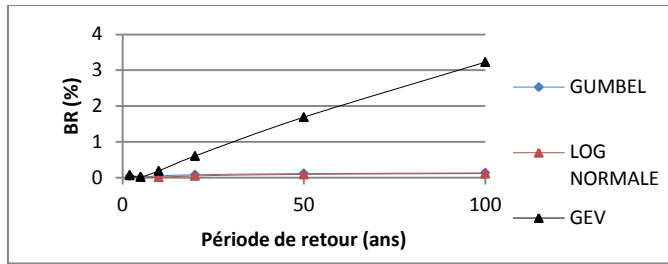
EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	48,2600	100.0	38,9300	0,1933	100.0	43,1100	0,1067	100.0	55,8300	-0,1569
50.0	43,3700	50.0	36,0100	0,1697	50.0	39,7300	0,0839	50.0	45,1900	-0,0420
20.0	36,9100	20.0	32,1200	0,1298	20.0	35,1600	0,0474	20.0	34,9000	0,0545
10.0	32,0200	10.0	29,1200	0,0906	10.0	31,5500	0,0147	10.0	29,1800	0,0887
5.0	27,1400	5.0	25,9800	0,0427	5.0	27,6600	-0,0192	5.0	24,7300	0,0888
2.0	20,6800	2.0	21,2500	-0,0276	2.0	21,5100	-0,0401	2.0	20,0800	0,0290

Tableau 47 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Mouzaia suivant une durée de 360 minutes

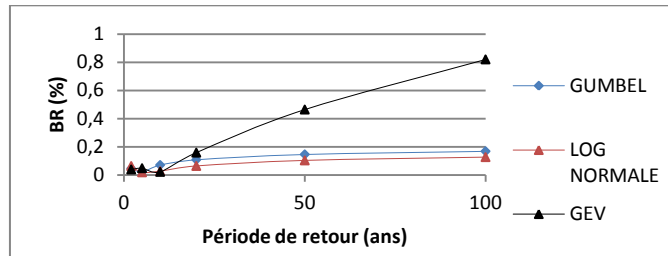
On constate que pour toutes les durées, la loi Exponentielle est la meilleure loi qui assure le minimum d'erreurs relatives par rapport aux autres modèles.

A cet effet la loi exponentielle sera retenue pour modéliser les pluies sup-seuil de la station de MOUZAIA

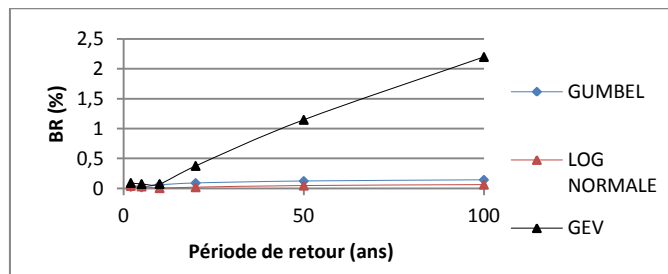
Les graphiques des biais relatifs (BR %) en valeurs absolues en fonction du temps de retour (T) par rapport à la loi choisi sont présentés ci dessous:



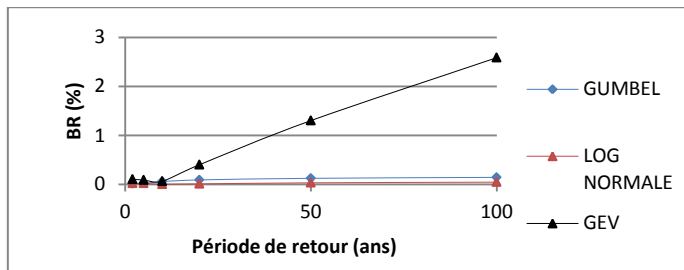
15 MINUTES



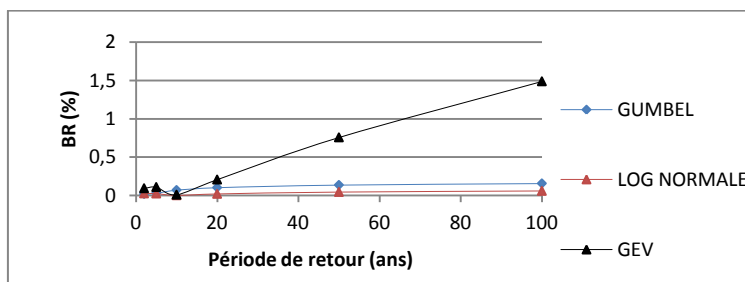
30 MINUTES



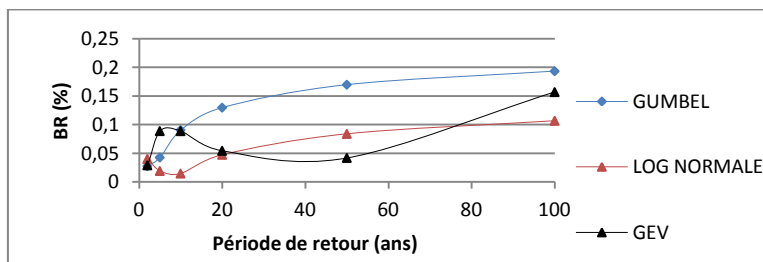
60 MINUTES



120 MINUTES



180 MINUTES



360 MINUTES

Figure 116 : Courbes des erreurs relatives (ou biais relatives |BR|) Pour la station de Mouzaia

On constate que les erreurs sont faibles pour la loi de Gumbel, Log normale et même pour la loi GEV, mais généralement, l'écart entre les deux courbes de la loi de Gumbel et de Log normale est presque nul, ce qui est le contraire pour la courbe des erreurs relatives de la loi GEV où l'écart est considérable.

C- STATION DE OUED ZEBOUDJ :

c-1 Durée de 15 minutes :

GUMBEL			EXPONENTIELLE		GEV			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	30,7400	0,1430	100.0	35,8700	100.0	267,5000	-6,4575	100.0	34,8800	0,0276
50.0	27,6300	0,1240	50.0	31,5400	50.0	129,0000	-3,0900	50.0	30,7000	0,0266
20.0	23,4700	0,0907	20.0	25,8100	20.0	51,2500	-0,9857	20.0	25,3400	0,0182
10.0	20,2600	0,0568	10.0	21,4800	10.0	27,1800	-0,2654	10.0	21,3700	0,0051
5.0	16,9100	0,0140	5.0	17,1500	5.0	15,8600	0,0752	5.0	17,3900	-0,0140
2.0	11,8500	-0,0367	2.0	11,4300	2.0	9,4960	0,1692	2.0	11,7200	-0,0254

Tableau 48 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 15 minutes

c-2 Durée de 30 minutes :

GEV			EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	81,1200	-0,9882	100.0	40,8000	100.0	33,4700	0,1797	100.0	37,1300	0,0900
50.0	55,7000	-0,5442	50.0	36,0700	50.0	30,3700	0,1580	50.0	33,3300	0,0760
20.0	34,8700	-0,1693	20.0	29,8200	20.0	26,2300	0,1204	20.0	28,3300	0,0500
10.0	25,1700	-0,0032	10.0	25,0900	10.0	23,0300	0,0821	10.0	24,5300	0,0223
5.0	18,6900	0,0820	5.0	20,3600	5.0	19,7000	0,0324	5.0	20,6000	-0,0118
2.0	13,0900	0,0723	2.0	14,1100	2.0	14,6700	-0,0397	2.0	14,7500	-0,0454

Tableau 49 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 30 minutes

c-3 Durée de 60 minutes :

GEV			EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	83,7000	-0,8219	100.0	45,9400	100.0	37,4400	0,1850	100.0	41,4800	0,0971
50.0	58,7800	-0,4382	50.0	40,8700	50.0	34,2200	0,1627	50.0	37,6500	0,0788
20.0	38,1800	-0,1174	20.0	34,1700	20.0	29,9200	0,1244	20.0	32,5600	0,0471
10.0	28,4900	0,0210	10.0	29,1000	10.0	26,6000	0,0859	10.0	28,6100	0,0168
5.0	21,9600	0,0861	5.0	24,0300	5.0	23,1300	0,0375	5.0	24,4700	-0,0183
2.0	16,2700	0,0612	2.0	17,3300	2.0	17,9000	-0,0329	2.0	18,1400	-0,0467

Tableau 50 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 60 minutes

c-4 120 minutes :

GEV			EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	190,3000	-2,6477	100.0	52,1700	100.0	45,1800	0,1340	100.0	48,9700	0,0613
50.0	109,5000	-1,3348	50.0	46,9000	50.0	41,5100	0,1149	50.0	44,9100	0,0424
20.0	56,9200	-0,4255	20.0	39,9300	20.0	36,6100	0,0831	20.0	39,4400	0,0123
10.0	37,7500	-0,0888	10.0	34,6700	10.0	32,8200	0,0534	10.0	35,1400	-0,0136
5.0	27,3900	0,0684	5.0	29,4000	5.0	28,8800	0,0177	5.0	30,5600	-0,0395
2.0	20,4900	0,0865	2.0	22,4300	2.0	22,9200	-0,0218	2.0	23,3900	-0,0428

Tableau 51 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 120 minutes

c-5 Durée de 180 minutes :

GEV			EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	214,2000	-2,8318	100.0	55,9000	100.0	49,4200	0,1159	100.0	52,3500	0,0635
50.0	121,9000	-1,4039	50.0	50,7100	50.0	45,7400	0,0980	50.0	48,6000	0,0416
20.0	63,3100	-0,4438	20.0	43,8500	20.0	40,8200	0,0691	20.0	43,4700	0,0087
10.0	42,5900	-0,1017	10.0	38,6600	10.0	37,0300	0,0422	10.0	39,3600	-0,0181
5.0	31,6700	0,0538	5.0	33,4700	5.0	33,0700	0,0120	5.0	34,9100	-0,0430
2.0	24,6200	0,0744	2.0	26,6000	2.0	27,1000	-0,0188	2.0	27,7500	-0,0432

Tableau 52 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 180 minutes

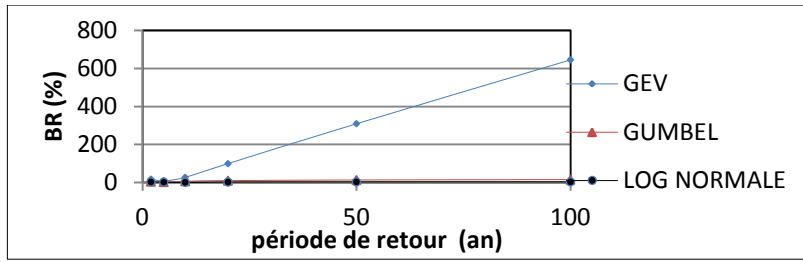
c- Durée de 360 minutes :

GEV			EXPONENTIELLE		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	143,6000	-1,0228	100.0	70,9900	100.0	60,8100	0,1434	100.0	61,1800	0,1382
50.0	101,0000	-0,5764	50.0	64,0700	50.0	56,2500	0,1221	50.0	57,0900	0,1089
20.0	66,4400	-0,2095	20.0	54,9300	20.0	50,1600	0,0868	20.0	51,4500	0,0634
10.0	50,4900	-0,0517	10.0	48,0100	10.0	45,4600	0,0531	10.0	46,9000	0,0231
5.0	39,9100	0,0290	5.0	41,1000	5.0	40,5600	0,0131	5.0	41,9300	-0,0202
2.0	30,8800	0,0338	2.0	31,9600	2.0	33,1500	-0,0372	2.0	33,8500	-0,0591

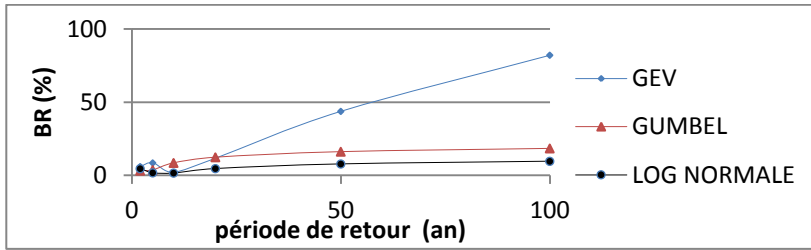
Tableau 53 : Calcul des erreurs relatives par rapport à la loi exponentielle pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 360 minutes

On remarque que les lois : Exponentielle et Log normale assurent le minimum d'erreurs relatives par rapport aux autres modèles mais tenant compte des résultats de la comparaison graphique et celle déduite suivant le critère BIC, on constate que la loi exponentielle est la meilleure pour modéliser les pluies sup-seuil de la station de Oued Zeboudj.

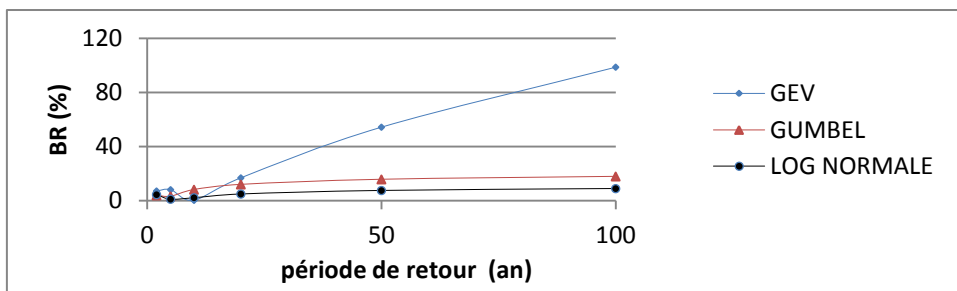
Les graphiques des biais relatifs (BR %) en fonction du temps de retour (T) suivant la loi exponentielle sont présentés ci dessous



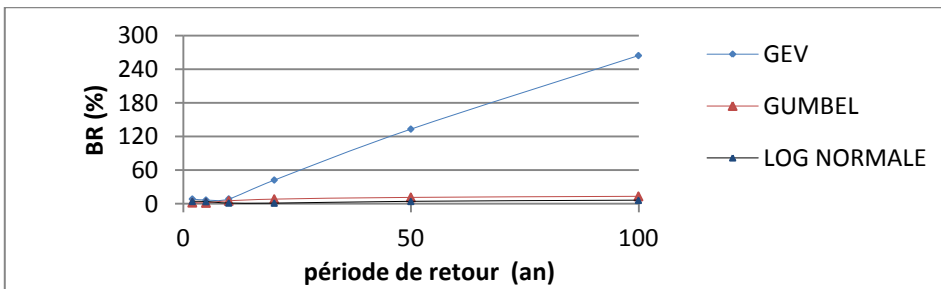
15 minutes



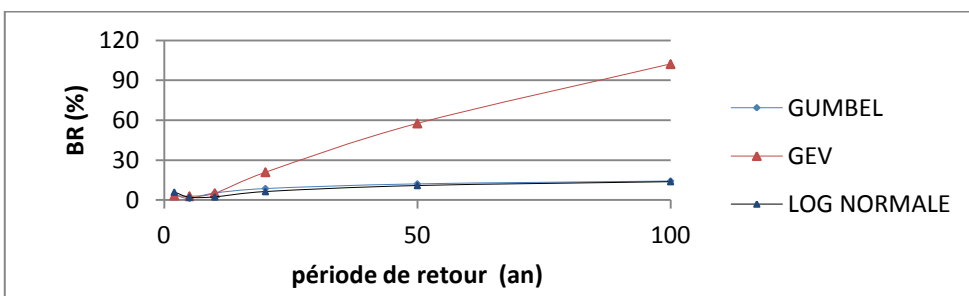
30 minutes



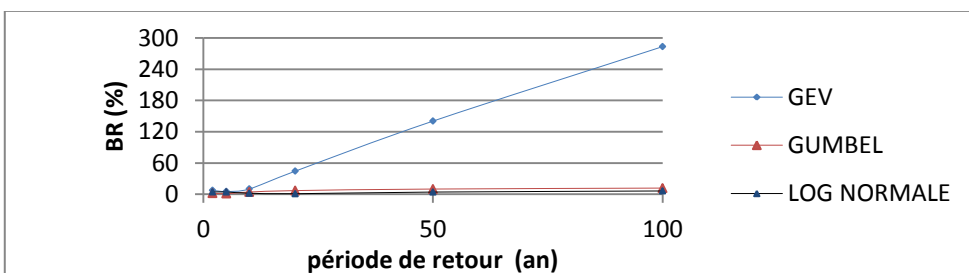
60 minutes



120 minutes



180 minutes



360 minutes

Figure 117. : Courbes des erreurs relatives Pour la station de Oued Zeboudj

Les erreurs relatives sont généralement faibles et stables pour le cas des modèles de Gumbel et log normale alors que la loi GEV donne des erreurs importantes, cela signifie que la station de Oued Zeboudj ne s'adapte pas avec la loi GEV.

II-6-2-5 VALIDITE DES LOIS STATISTIQUES SELECTIONNEES :

Suite à la comparaison des modèles d'ajustement statistiques à travers les séries de durées partielles étudiées, la loi exponentielle est retenue pour ajuster les pluies sup-seuils pour les trois stations :

Mouzaia, Soumaa et Oued Zeboudj.

Les quantiles des pluies sup-seuil pour les stations de Mouzaia, Soumaa et Oued Zeboudj suivant la loi exponentielle sont présentés dans le tableau 54 :

Durée (minutes)	Périodes de retour	Quantiles de la station de MOUZAIA (mm) suivant la loi exponentielle	Quantiles de la station de SOUMAA (mm) suivant la loi exponentielle	Quantiles de la station de OUED ZBOUDJ (mm) suivant la loi exponentielle
15	100	17,5200	21,6600	35,8700
	50	15,6700	19,4400	31,5400
	20	13,2100	16,5000	25,8100
	10	11,3500	14,2700	21,4800
	5	9,5000	12,0500	17,1500
	2	7,0400	9,1100	11,4300
30	100	24,3900	30,8500	40,8000
	50	21,7400	27,8900	36,0700
	20	18,2400	23,9700	29,8200
	10	15,5900	21,0100	25,0900
	5	12,9300	18,0500	20,3600
	2	9,4300	14,1400	14,1100
60	100	30,6700	43,6300	45,9400
	50	27,3600	39,2100	40,8700
	20	22,9900	33,3600	34,1700
	10	19,6900	28,9400	29,1000
	5	16,3800	24,5100	24,0300
	2	12,0200	18,6600	17,3300
120	100	36,1500	55,2100	52,1700
	50	32,2800	49,4200	46,9000
	20	27,1700	41,7700	39,9300
	10	23,3000	35,9800	34,6700
	5	19,4400	30,1900	29,4000
	2	14,3300	22,5300	22,4300
180	100	41,2200	60,6800	55,9000
	50	36,8400	54,6900	50,7100
	20	31,0500	46,7600	43,8500
	10	26,6700	40,7700	38,6600
	5	22,2900	34,7700	33,4700
	2	16,4900	26,8500	26,6000
360	100	48,2600	74,9600	70,9900
	50	43,3700	67,5500	64,0700
	20	36,9100	57,7500	54,9300
	10	32,0200	50,3400	48,0100
	5	27,1400	42,9200	41,1000
	2	20,6800	33,1200	31,9600

Tableau 54 : Quantiles des pluies sup-seuils pour les stations de Mouzaia, Soumaa et Oued Zeboudj

II-6-3 COMPARAISON DES RESULTATS ETABLIS SELON LES DEUX METHODES**(LES SERIES DES MAXIMUMS ANNUELS ET LES SERIES DE DUREES PARTIELLES) :**

Pour comparer les résultats des deux méthodes, on a pris l'exemple des stations de Soumaa et Mouzaia où les séries des maximums annuels sont courtes.

D'après les résultats établis suivant les tableaux N° 54 et 55, on remarque que les quantiles des pluies sup-seuil sont inférieurs à ceux des pluies maximales annuelles, cette différence augmente au fur et à mesure que la période de retour augmente.

Cela se traduit par l'ajout des événements aux séries de durées partielles qui sont d'amplitude moyenne ou de faible période de retour par rapport aux séries maximales annuelles, d'où l'augmentation de leur fréquence par rapport à celle observée dans les séries de durées partielles et diminue ainsi les valeurs des quantiles pour les événements de faible période de retour.

Ainsi, plus ces événements « de moyenne et faible amplitude » sont nombreux dans les séries de durées partielles, plus le caractère intense des événements les plus intenses observés dans les séries de durées partielles diminue et par conséquent la diminution des quantiles de périodes de retour élevées pour les estimateurs de durées partielles par rapport aux séries maximales annuelles

(Ahmadi Kingumbi – Alain Mailhot, 2010)

II-6-4 CALCUL DES BIAIS RELATIFS :

DUREES (MIN)	PERIODE DE RETOUR	MOUZAIA		SOUMAA	
		Biais relatifs des SDP par rapport aux SMA (%)	Biais relatifs des SMA par rapport aux SDP (%)	Biais relatifs des SDP par rapport aux SMA (%)	Biais relatifs des SMA par rapport aux SDP (%)
15	100	18,88	23,27	14,10	16,42
	50	19,70	24,53	14,99	17,63
	20	21,05	26,67	16,40	19,61
	10	22,18	28,50	17,59	21,34
	5	23,05	29,95	18,54	22,76
	2	21,45	27,31	17,05	20,55
30	100	15,43	18,25	23,81	31,25
	50	16,61	19,92	23,73	31,11
	20	18,59	22,83	23,49	30,70
	10	20,38	25,60	22,99	29,85
	5	22,27	28,65	21,73	27,77
	2	22,57	29,15	15,28	18,04
60	100	24,02	31,62	21,66	27,64
	50	24,26	32,03	21,92	28,08
	20	24,81	33,00	22,27	28,65
	10	25,32	33,90	22,36	28,81
	5	25,66	34,52	21,93	28,10
	2	23,13	30,08	17,12	20,66
120	100	31,79	46,62	16,48	19,73
	50	31,27	45,49	17,68	21,47
	20	30,64	44,17	19,56	24,32
	10	30,11	43,08	21,22	26,93
	5	29,11	41,06	22,88	29,67
	2	24,09	31,74	23,08	30,01

180	100	30,61	44,12	14,63	17,14
	50	29,66	42,17	15,65	18,55
	20	28,38	39,63	17,24	20,83
	10	27,24	37,43	18,56	22,79
	5	25,47	34,17	19,79	24,68
	2	18,65	22,93	19,16	23,70
360	100	24,86	33,09	0,71	0,71
	50	23,94	31,48	2,91	3,00
	20	22,61	29,22	6,36	6,79
	10	21,31	27,08	9,41	10,39
	5	19,16	23,71	12,77	14,64
	2	11,05	12,42	16,35	19,54

Tableau 55: Biais relatifs entre les séries de maximums annuels (SMA) et les séries de durées partielles (SDP)

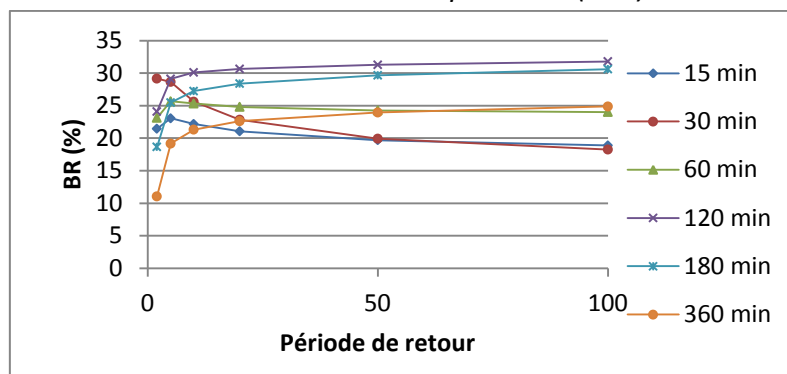


Figure 118 : Biais relatifs des SDP par rapport à SMA pour la station de MOUZAIA

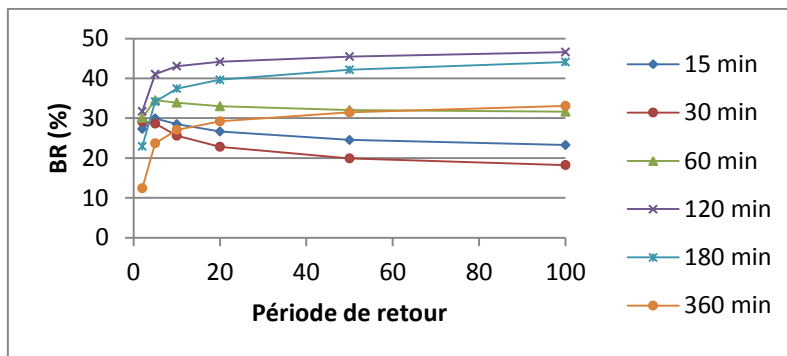


Figure 119 : Biais relatifs des SMA par rapport à SDP pour la station de MOUZAIA

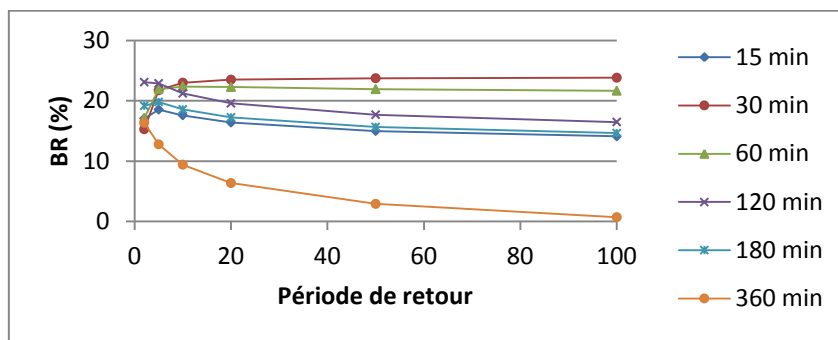


Figure 120 : Biais relatifs des SDP par rapport à SMA pour la station de SOUMAA

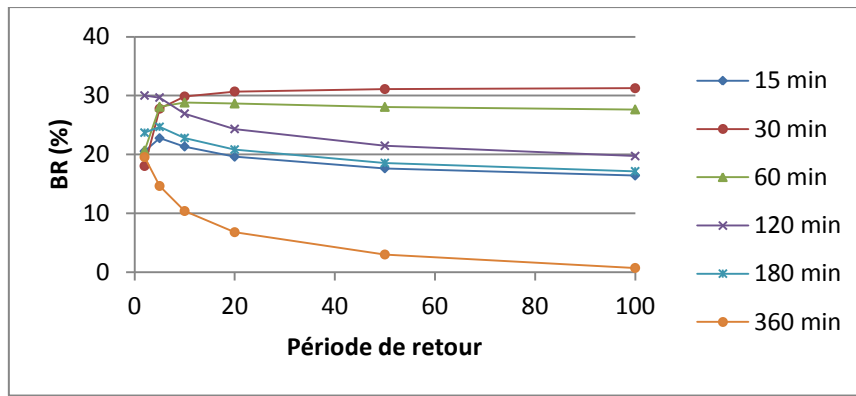


Figure 121 : Biases relatives des SMA par rapport à SDP pour la station de SOUMAA

On constate que les courbes représentatives des biais relatifs « en valeur absolue » sont généralement stables . Le minimum est de 0,71% pour Soumaa et 11,05% pour Mouzaia alors que les valeurs maximales sont respectivement 31,25% pour Soumaa et 46,62% pour Mouzaia.

Les erreurs sont significatives ; cela dépend certes des événements de faible intensité récupérés par l'approche des séries de durées partielles.

II-6-5 COMPARAISON DES QUANTILES ET DE PROBABILITES « QQ-plot et PP-plot » ENTRE LES SERIES DE PLUIES MAXIMALES ANNUELLES ET LES SERIES DE DUREES PARTIELLES :

Cette comparaison a été effectuée en se basant sur le logiciel STATISTICA.

Les graphiques de comparaison sont présentés en annexe

On constate que généralement les séries de durées partielles s'ajustent mieux par rapport à celles des maximums annuels d'où l'utilisation des séries pluviales « sup seuil » pour la modélisation des courbes intensité-durée-fréquence.

CONCLUSION :

L'étude fréquentielle est une étape principale dans l'étude de développement des courbes IDF.

Vu la présence des séries pluviométriques courtes pour les stations de Soumaa et Mouzaia, on a étudié les séries pluviométriques tronquées « sup seuil » après avoir déterminé le seuil pour chaque durée.

Après analyse, il a été montré que l'ajustement est meilleur suivant la loi exponentielle pour les trois stations.

Concernant l'analyse des pluies maximales journalières, la loi de log normale est meilleure pour les stations d'Oued Zeboudj et Mouzaia contrairement à la station de Soumaa où le modèle de Gumbel est meilleur

Ce résultat ne reflète pas la réalité puisque Soumaa et Mouzaia se trouvent dans la même zone climatique ce qui est lié certainement à la qualité des données pluviométriques pour la station de Mouzaia « d'après l'ANRH ».

A cet effet, on propose l'utilisation des séries de durées partielles « ou sup seuil » pour la modélisation des courbes IDF.

INTRODUCTION :

Sur la base des résultats établis suivant l'étude fréquentielle des séries pluviométriques « sup seuil » pour les stations de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj, on arrive à établir le développement des intensités pluviales moyennes suivant les courbes IDF « réelles »

Quatre modèles seront étudiés à travers ce chapitre pour déduire la formule généralisée des courbes IDF « théoriques » tout en respectant les intensités pluviales observées.

III-1 DEVELOPPEMENT DES COURBES IDF « COURBES REELLES » :

Avant tout ; on doit calculer les intensités moyennes (en mm/h) pour chaque station ; et ce en divisant les quantiles établis à partir des séries de durées partielles par les durées correspondantes :

A- STATION DE SOUMAA :**15 minutes**

période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100	21,6600	86,64
50	19,4400	77,76
20	16,5000	66,00
10	14,2700	57,08
5	12,0500	48,20
2	9,1100	36,44

30 minutes

période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100	30,8500	61,70
50	27,8900	55,78
20	23,9700	47,94
10	21,0100	42,02
5	18,0500	36,10
2	14,1400	28,28

60 minutes

période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100.0	43,6300	43,63
50.0	39,2100	39,21
20.0	33,3600	33,36
10.0	28,9400	28,94
5.0	24,5100	24,51
2.0	18,6600	18,66

120 minutes

période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100.0	55,2100	27,61
50.0	49,4200	24,71
20.0	41,7700	20,89
10.0	35,9800	17,99
5.0	30,1900	15,10
2.0	22,5300	11,27

180 minutes

période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100.0	60,6800	20,23
50.0	54,6900	18,23
20.0	46,7600	15,59
10.0	40,7700	13,59
5.0	34,7700	11,59
2.0	26,8500	8,95

360 minutes

période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100.0	74,9600	12,49
50.0	67,5500	11,26
20.0	57,7500	9,63
10.0	50,3400	8,39
5.0	42,9200	7,15
2.0	33,1200	5,52

Tableau 56 : Intensités moyennes de pluies pour la station de Soumaa

Périodes de retour	DUREES (heures)					
	0,25	0,5	1	2	3	6
100	86,64	61,70	43,63	27,61	20,23	12,49
50	77,76	55,78	39,21	24,71	18,23	11,26
20	66,00	47,94	33,36	20,89	15,59	9,63
10	57,08	42,02	28,94	17,99	13,59	8,39
5	48,20	36,10	24,51	15,10	11,59	7,15
2	36,44	28,28	18,66	11,27	8,95	5,52

Tableau 57 : Tableau récapitulatif des intensités moyennes de pluies pour la station de Soumaa

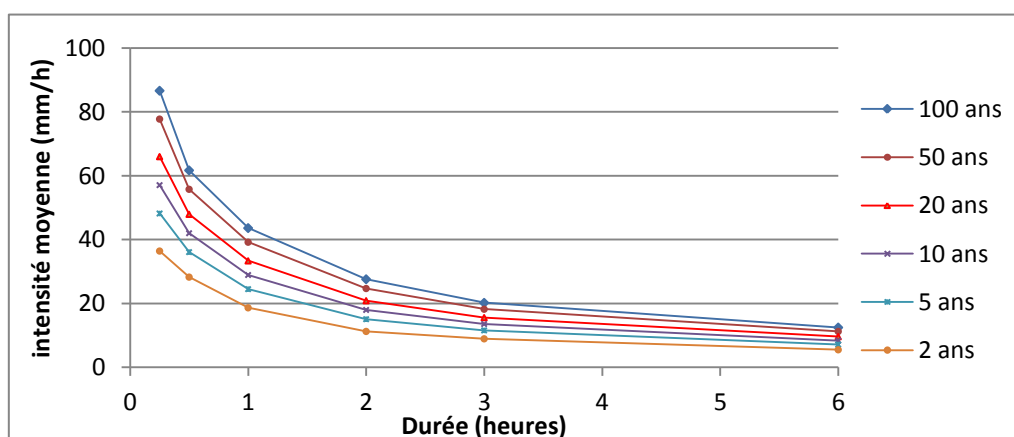


Figure 122 : Courbes IDF réelles pour la station de Soumaa

B- STATION DE MOUZAIA :

15 minutes		
période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100	17,5200	70,08
50	15,6700	62,68
20	13,2100	52,84
10	11,3500	45,40
5	9,5000	38,00
2	7,0400	28,16

30 minutes		
période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100	24,3900	48,78
50	21,7400	43,48
20	18,2400	36,48
10	15,5900	31,18
5	12,9300	25,86
2	9,4300	18,86

60 minutes		
période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100.0	30,6700	30,67
50.0	27,3600	27,36
20.0	22,9900	22,99
10.0	19,6900	19,69
5.0	16,3800	16,38
2.0	12,0200	12,02

120 minutes		
période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100.0	36,1500	18,08
50.0	32,2800	16,14
20.0	27,1700	13,59
10.0	23,3000	11,65
5.0	19,4400	9,72
2.0	14,3300	7,17

180 minutes		
période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100.0	41,2200	13,74
50.0	36,8400	12,28
20.0	31,0500	10,35
10.0	26,6700	8,89
5.0	22,2900	7,43
2.0	16,4900	5,50

360 minutes		
période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100.0	48,2600	8,04
50.0	43,3700	7,23
20.0	36,9100	6,15
10.0	32,0200	5,34
5.0	27,1400	4,52
2.0	20,6800	3,45

Tableau 58 : Intensités moyennes de pluies pour la station de Mouzaia

Périodes de retour	Durées (heures)					
	0,25	0,50	1	2	3	6
100	70,08	48,78	30,67	18,08	13,74	8,04
50	62,68	43,48	27,36	16,14	12,28	7,23
20	52,84	36,48	22,99	13,59	10,35	6,15
10	45,40	31,18	19,69	11,65	8,89	5,34
5	38,00	25,86	16,38	9,72	7,43	4,52
2	28,16	18,86	12,02	7,17	5,50	3,45

Tableau 59 : Tableau récapitulatif des intensités moyennes de pluies pour la station de Mouzaia

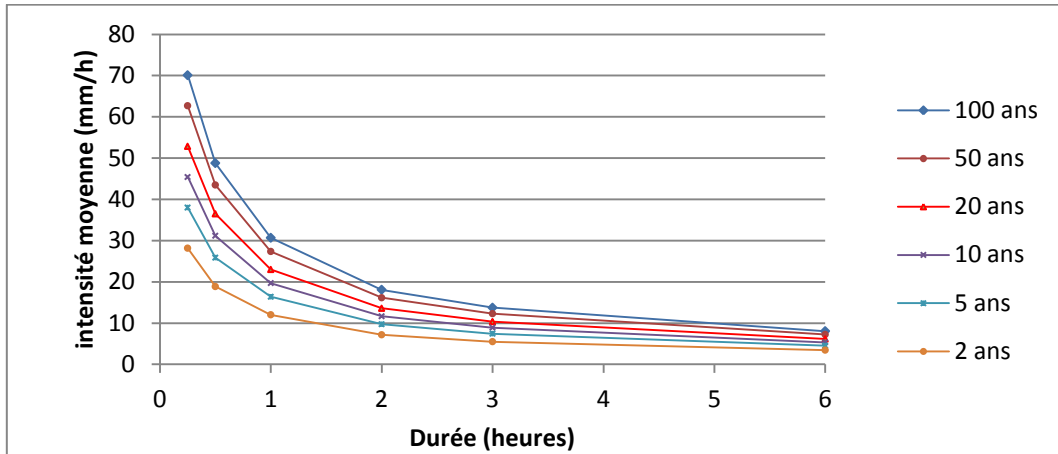


Figure 123 : Courbes IDF réelles pour la station de Mouzaia

C- STATION DE OUED ZEBUDJ :

15 minutes

période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100	35,8700	143,48
50	31,5400	126,16
20	25,8100	103,24
10	21,4800	85,92
5	17,1500	68,6
2	11,4300	45,72

30 minutes

période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100	40,8000	81,6
50	36,0700	72,14
20	29,8200	59,64
10	25,0900	50,18
5	20,3600	40,72
2	14,1100	28,22

60 minutes

période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100.0	45,9400	45,9400
50.0	40,8700	40,8700
20.0	34,1700	34,1700
10.0	29,1000	29,1000
5.0	24,0300	24,0300
2.0	17,3300	17,3300

120 minutes		
période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100.0	52,1700	26,085
50.0	46,9000	23,45
20.0	39,9300	19,965
10.0	34,6700	17,335
5.0	29,4000	14,7
2.0	22,4300	11,215

180 minutes		
période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100.0	55,9000	18,6333333
50.0	50,7100	16,9033333
20.0	43,8500	14,6166667
10.0	38,6600	12,8866667
5.0	33,4700	11,1566667
2.0	26,6000	8,8666667

360 minutes		
période de retour	Quantile (mm)	intensité moyenne (mm/h)
100.0	70,9900	11,8316667
50.0	64,0700	10,6783333
20.0	54,9300	9,155
10.0	48,0100	8,00166667
5.0	41,1000	6,85
2.0	31,9600	5,32666667

Tableau 60 : Intensités moyennes de pluies pour la station de Oued Zeboudj

Période de retour	Durées (heures)					
	0,25	0,50	1	2	3	6
100	143,48	81,6	45,9400	26,085	18,633	11,832
50	126,16	72,14	40,8700	23,45	16,903	10,678
20	103,24	59,64	34,1700	19,965	14,617	9,155
10	85,92	50,18	29,1000	17,335	12,887	8,002
5	68,6	40,72	24,0300	14,7	11,157	6,850
2	45,72	28,22	17,3300	11,215	8,867	5,327

Tableau 61: Tableau récapitulatif des intensités moyennes de pluies pour la station de Oued Zeboudj

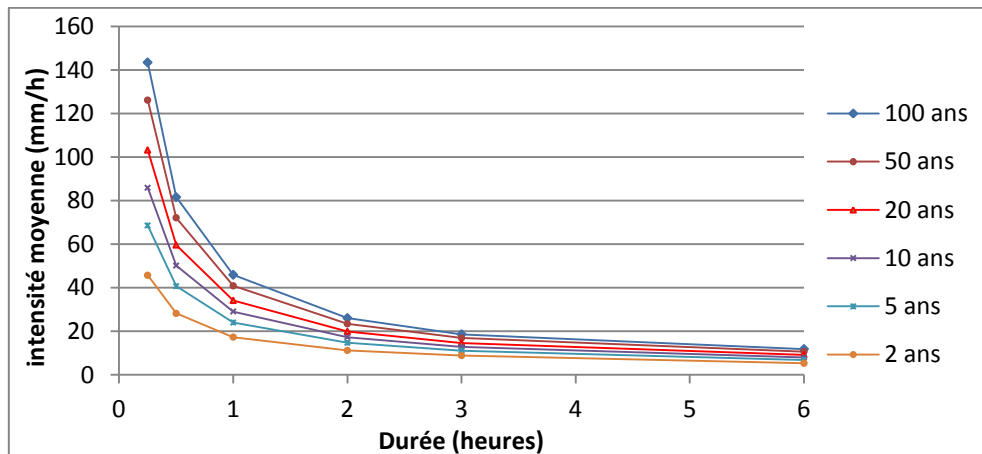


Figure 124 : Courbes IDF réelles pour la station de Oued Zeboudj

En comparant les courbes IDF des stations de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj ; on constate ce qui suit :

Les intensités moyennes des stations de Soumaa et Mouzaia se rapprochent avec un écart entre 2% et 19% par rapport aux intensités pluviales de Mouzaia qui sont peu élevées. Si on compare les reliefs, on remarque que ces deux zones d'études « Soumaa et Mouzaia » se situent sur la plaine de la Mitidja où le terrain est plat et les altitudes sont faibles : 154m pour la station de Soumaa et 144m pour la station de Mouzaia ce qui montre qu'il y a un certain accident du relief qui n'a qu'un effet à peu près négligeable sur les précipitations.

Donc, il y a un autre facteur qui influe sur la variation des précipitations entre Soumaa et Mouzaia et ce n'est autre que les vents qui sont étroitement liés à la répartition temporelle des précipitations. Les intensités moyennes de la station d'Oued Zeboudj sont élevées par rapport à celles des stations de Soumaa et Mouzaia, cette différence s'explique par l'effet de l'altitude qui atteint 400m au niveau de la station d'Oued Zeboudj

III-2 ELABORATION DES COURBES IDF « COURBES THEORIQUES » :

III-2-1 IDF THEORIQUES SUIVANT LE MODELE de MONTANA :

A- STATION DE SOUMAA :

Ln t	(Ln I) pour chaque période de retour					
	100	50	20	10	5	2
-1,38629	4,4618	4,3536	4,1897	4,0445	3,8754	3,5957
-0,69315	4,1223	4,0214	3,8700	3,7381	3,5863	3,3422
0	3,7757	3,6689	3,5074	3,3652	3,1991	2,9264
0,693147	3,3180	3,2072	3,0390	2,8898	2,7144	2,4217
1,098612	3,0070	2,9031	2,7464	2,6093	2,4501	2,1917
1,791759	2,5252	2,4211	2,2644	2,1270	1,9676	1,7084

Tableau 62 : Application de la loi de Montana pour la station de Soumaa

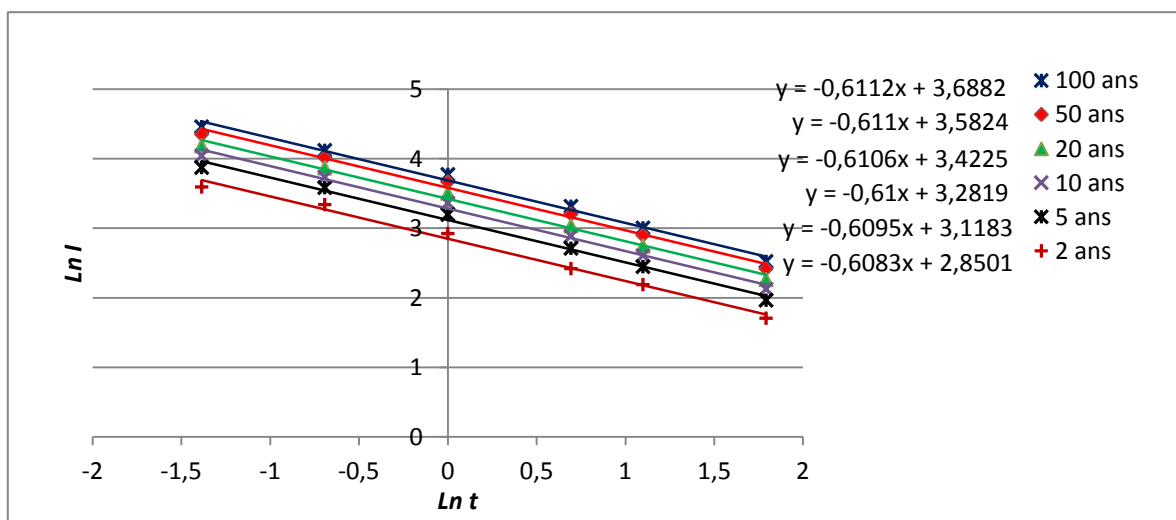


Figure 125 : Détermination des coefficients de Montana pour la station de Soumaa

durées (heures)	b	a	Intensité théorique mm/h	Intensité réelle (mm/h)	Coefficients de corrélation « r »
0,25	0,611	39,965	93,22593	86,6400	0,995
0,5	0,611	39,965	61,039	61,7000	
1	0,611	39,965	39,96484	43,6300	
2	0,611	39,965	26,16669	27,6050	
3	0,611	39,965	20,42476	20,2267	
6	0,611	39,965	13,37296	12,4933	
	50				
0,25	0,611	35,945	83,8497	77,7600	0,995
0,5	0,611	35,945	54,89998	55,7800	
1	0,611	35,945	35,94536	39,2100	
2	0,611	35,945	23,53496	24,7100	
3	0,611	35,945	18,37053	18,2300	
6	0,611	35,945	12,02797	11,2583	
	20				
0,25	0,610	30,631	71,35301	66,0000	0,995
0,5	0,610	30,631	46,75026	47,9400	
1	0,610	30,631	30,63062	33,3600	
2	0,610	30,631	20,06908	20,8850	
3	0,610	30,631	15,67154	15,5867	
6	0,610	30,631	10,26794	9,6250	
	10				
0,25	0,61	26,602	61,96933	57,0800	0,994
0,5	0,61	26,602	40,6021	42,0200	
1	0,61	26,602	26,60236	28,9400	
2	0,61	26,602	17,42978	17,9900	
3	0,61	26,602	13,61057	13,5900	
6	0,61	26,602	8,917599	8,3900	
	5				
0,25	0,609	22,601	52,57566	48,2000	0,993
0,5	0,609	22,601	34,47128	36,1000	
1	0,609	22,601	22,60113	24,5100	
2	0,609	22,601	14,81846	15,0950	
3	0,609	22,601	11,57613	11,5900	
6	0,609	22,601	7,589901	7,1533	
	2				
0,25	0,608	17,288	40,15982	36,4400	0,990
0,5	0,608	17,288	26,34908	28,2800	
1	0,608	17,288	17,28778	18,6600	
2	0,608	17,288	11,34261	11,2650	
3	0,608	17,288	8,864404	8,9500	
6	0,608	17,288	5,815985	5,5200	

Tableau 63 : Calcul des coefficients de corrélation entre les intensités pluviales « théoriques et réelles » pour la station de Soumaa

On constate que la corrélation est presque parfaite entre les intensités réelles et théoriques vu que les coefficients r sont très proches de 1 « $0,990 \leq r \leq 0,995$ ».

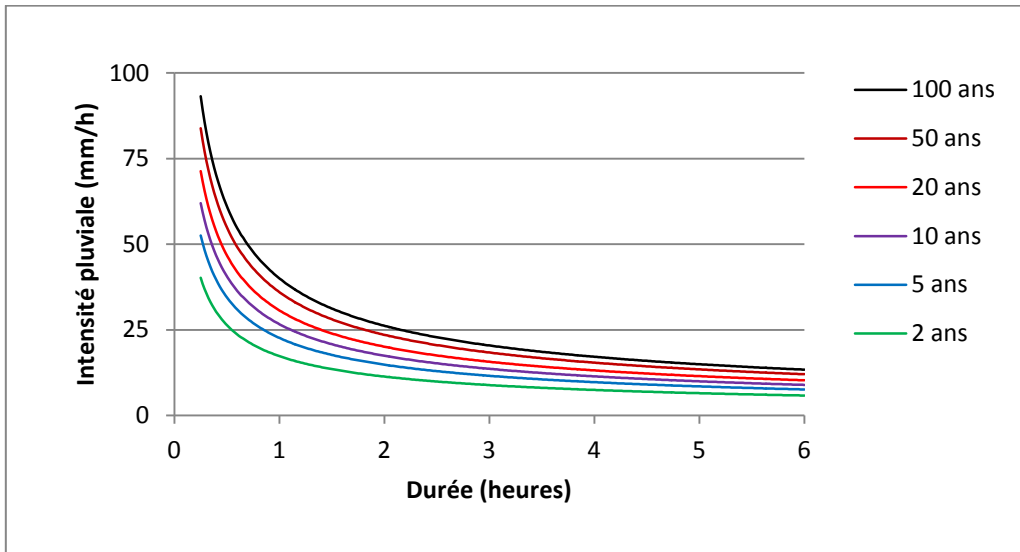


Figure 126 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Montana pour la station de Soumaa

B- STATION DE MOUZAIA :

Ln t	(Ln I) pour chaque période de retour					
	100	50	20	10	5	2
-1,38629	4,2496	4,1380	3,9673	3,8155	3,6376	3,3379
-0,69315	3,8873	3,7723	3,5968	3,4398	3,2527	2,9370
0	3,4233	3,3091	3,1351	2,9801	2,7961	2,4866
0,693147	2,8945	2,7813	2,6090	2,4553	2,2742	1,9692
1,098612	2,6203	2,5080	2,3370	2,1849	2,0055	1,7041
1,791759	2,0848	1,9780	1,8167	1,6746	1,5092	1,2374

Tableau 64 : Application de la loi de Montana pour la station de Mouzaia

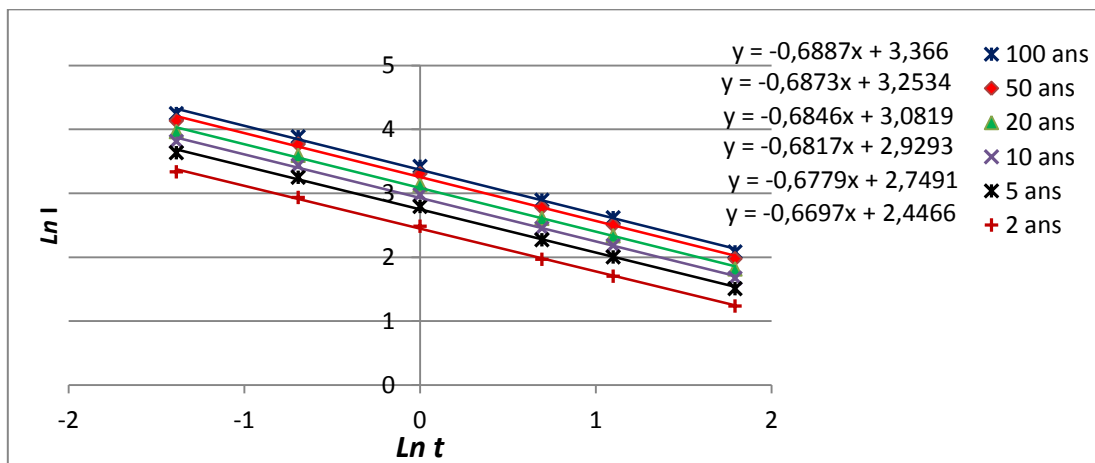


Figure 127 : Détermination des coefficients de Montana pour la station de Mouzaia

durées (heures)	b	a	Intensité	Intensité	Coefficients de corrélation « r »
	100				
0,25	0,688	28,962	75,17138	70,0800	0,996
0,5	0,688	28,962	46,65991	48,7800	
1	0,688	28,962	28,96245	30,6700	
2	0,688	28,962	17,97739	18,0750	
3	0,688	28,962	13,60116	13,7400	
6	0,688	28,962	8,442424	8,0433	
	50				
0,25	0,687	25,868	67,04635	62,6800	0,996
0,5	0,687	25,868	41,64545	43,4800	
1	0,687	25,868	25,86783	27,3600	
2	0,687	25,868	16,06765	16,1400	
3	0,687	25,868	12,16123	12,2800	
6	0,687	25,868	7,553879	7,2283	
	20				
0,25	0,684	21,780	56,21735	52,8400	0,997
0,5	0,684	21,780	34,99176	36,4800	
1	0,684	21,780	21,78017	22,9900	
2	0,684	21,780	13,55679	13,5850	
3	0,684	21,780	10,27331	10,3500	
6	0,684	21,780	6,394489	6,1517	
	10				
0,25	0,681	18,709	48,08963	45,4000	0,997
0,5	0,681	18,709	29,99508	31,1800	
1	0,681	18,709	18,70891	19,6900	
2	0,681	18,709	11,66936	11,6500	
3	0,681	18,709	8,853785	8,8900	
6	0,681	18,709	5,522396	5,3367	
	5				
0,25	0,677	15,627	39,94571	38,0000	0,998
0,5	0,677	15,627	24,98463	25,8600	
1	0,677	15,627	15,627	16,3800	
2	0,677	15,627	9,774133	9,7200	
3	0,677	15,627	7,427873	7,4300	
6	0,677	15,627	4,645871	4,5233	
	2				
0,25	0,669	11,542	29,17846	28,1600	0,999
0,5	0,669	11,542	18,35158	18,8600	
1	0,669	11,542	11,54209	12,0200	
2	0,669	11,542	7,259308	7,1650	
3	0,669	11,542	5,53465	5,4967	
6	0,669	11,542	3,480977	3,4467	

Tableau 65 : Calcul des coefficients de corrélation entre les intensités pluviales « théoriques et réelles » pour la station de Mouzaia

Par rapport à la station de Soumaa , la corrélation entre les intensités moyennes théoriques et réelles pour le cas de la station de Mouzaia est meilleure « $0,996 \leq r \leq 0,999$ »

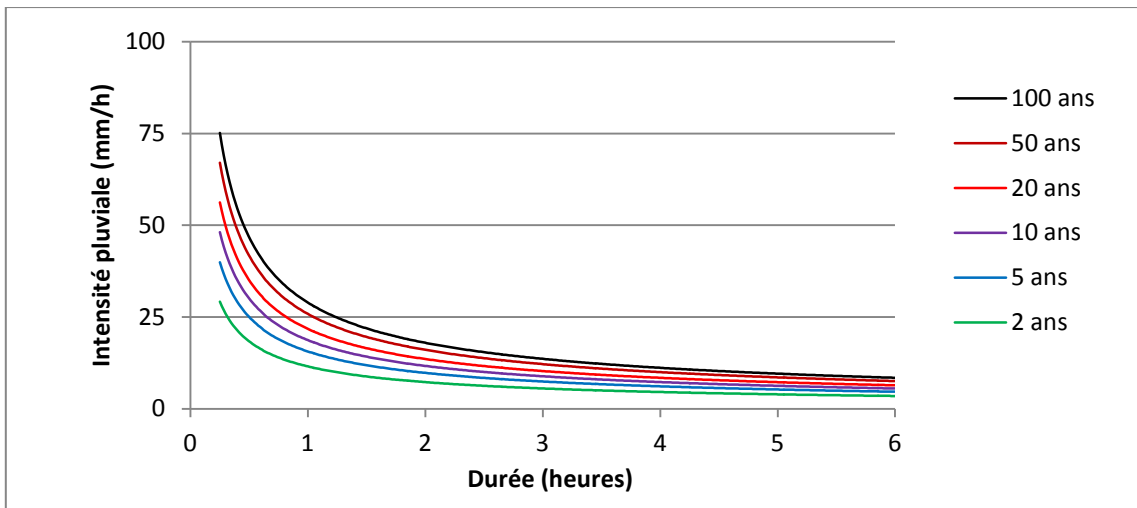


Figure :128 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Montana pour la station de Mouzaia

C- STATION D'OUED ZEBOU DJ :

Ln t	(Ln I) pour chaque période de retour					
	100	50	20	10	5	2
-1,3863	4,9662	4,8376	4,6371	4,4534	4,2283	3,8225
-0,6931	4,4018	4,2786	4,0883	3,9156	3,7067	3,3400
0	3,8273	3,7104	3,5313	3,3707	3,1793	2,8524
0,69315	3,2614	3,1549	2,9940	2,8527	2,6878	2,4173
1,09861	2,9249	2,8275	2,6822	2,5562	2,4121	2,1823
1,79176	2,4708	2,3682	2,2143	2,0797	1,9242	1,6728

Tableau 66 : Application de la loi de Montana pour la station de Oued Zeboudj

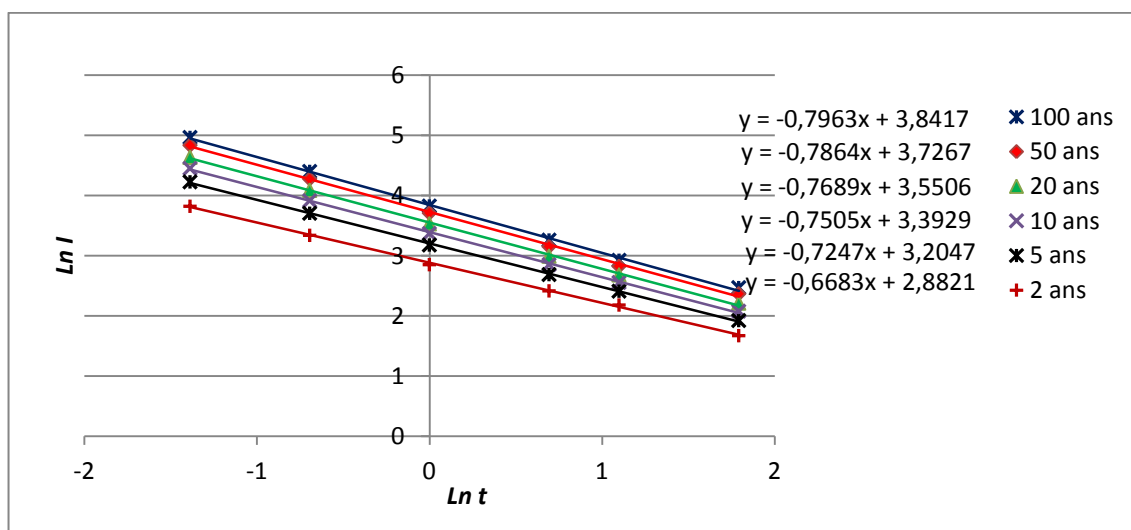


Figure 129 : Détermination des coefficients de Montana pour la station de Oued Zeboudj

durées (heures)	b	a	Intensité	Intensité réelle	Coefficients de corrélation
	100				
0,25	0,796	46,572	140,39927	143,4800	1,00
0,5	0,796	46,572	80,862094	81,6000	
1	0,796	46,572	46,572023	45,9400	
2	0,796	46,572	26,822869	26,0850	
3	0,796	46,572	19,423907	18,6330	
6	0,796	46,572	11,187079	11,8320	
	50				
0,25	0,786	41,513	123,42422	126,1600	1,00
0,5	0,786	41,513	71,579855	72,1400	
1	0,786	41,513	41,512725	40,8700	
2	0,786	41,513	24,075298	23,4500	
3	0,786	41,513	17,505073	16,9030	
6	0,786	41,513	10,152064	10,6780	
	20				
0,25	0,768	34,813	100,95492	103,2400	1,00
0,5	0,768	34,813	59,283857	59,6400	
1	0,768	34,813	34,813317	34,1700	
2	0,768	34,813	20,443459	19,9650	
3	0,768	34,813	14,973257	14,6170	
6	0,768	34,813	8,7927606	9,1550	
	10				
0,25	0,75	29,725	84,075968	85,9200	1,00
0,5	0,75	29,725	49,99187	50,1800	
1	0,75	29,725	29,725344	29,1000	
2	0,75	29,725	17,674795	17,3350	
3	0,75	29,725	13,040251	12,8870	
6	0,75	29,725	7,7537795	8,0020	
	5				
0,25	0,724	24,631	67,20026	68,6000	1,00
0,5	0,724	24,631	40,684149	40,7200	
1	0,724	24,631	24,630857	24,0300	
2	0,724	24,631	14,911928	14,7000	
3	0,724	24,631	11,118437	11,1570	
6	0,724	24,631	6,7312856	6,8500	
	2				
0,25	0,668	17,850	45,062239	45,7200	1,00
0,5	0,668	17,850	28,361209	28,2200	
1	0,668	17,850	17,849937	17,3300	
2	0,668	17,850	11,234368	11,2150	
3	0,668	17,850	8,5687939	8,8670	
6	0,668	17,850	5,3930154	5,3270	

Tableau 67 : Calcul des coefficients de corrélation entre les intensités pluviales « théoriques et réelles » pour la station de Oued Zeboudj

On constate que la corrélation est parfaite entre les intensités réelles et théoriques vu que les coefficients r sont égaux à 1.

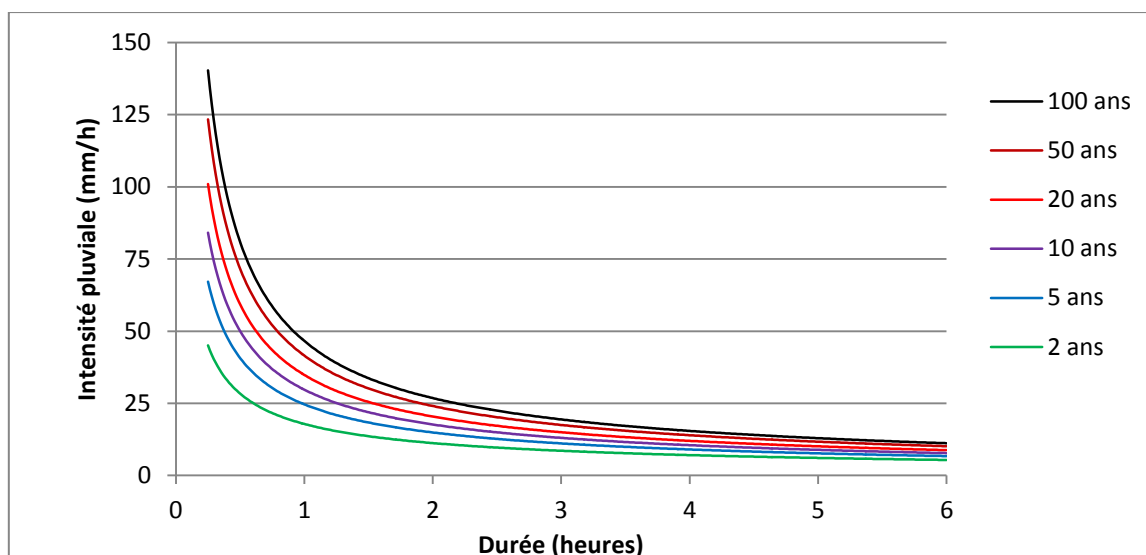


Figure 130 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Montana pour la station de Oued Zeboudj

III-2-2 IDF THEORIQUES SUIVANT LE MODELE DE TALBO :

A- SOUMAA :

Durées (heures)	100 ans		50 ans		20 ans		10 ans		5 ans		2 ans	
	I (mm/h)	I*t (mm)	I (mm/h)	I*t (mm)	I (mm/h)	I*t (mm)	I (mm/h)	I*t (mm)	I (mm/h)	I*t (mm)	I (mm/h)	I*t (mm)
0,25	86,6400	21,66	77,7600	19,44	66,0000	16,5	57,0800	14,27	48,2000	12,05	36,4400	9,11
0,5	61,7000	30,85	55,7800	27,89	47,9400	23,97	42,0200	21,01	36,1000	18,05	28,2800	14,14
1	43,6300	43,63	39,2100	39,21	33,3600	33,36	28,9400	28,94	24,5100	24,51	18,6600	18,66
2	27,6050	55,21	24,7100	49,42	20,8850	41,77	17,9900	35,98	15,0950	30,19	11,2650	22,53
3	20,2267	60,68	18,2300	54,69	15,5867	46,76	13,5900	40,77	11,5900	34,77	8,9500	26,85
6	12,4933	74,96	11,2583	67,55	9,6250	57,75	8,3900	50,34	7,1533	42,92	5,5200	33,12

Tableau 68 : Application de la loi de Talbo pour la station de Soumaa

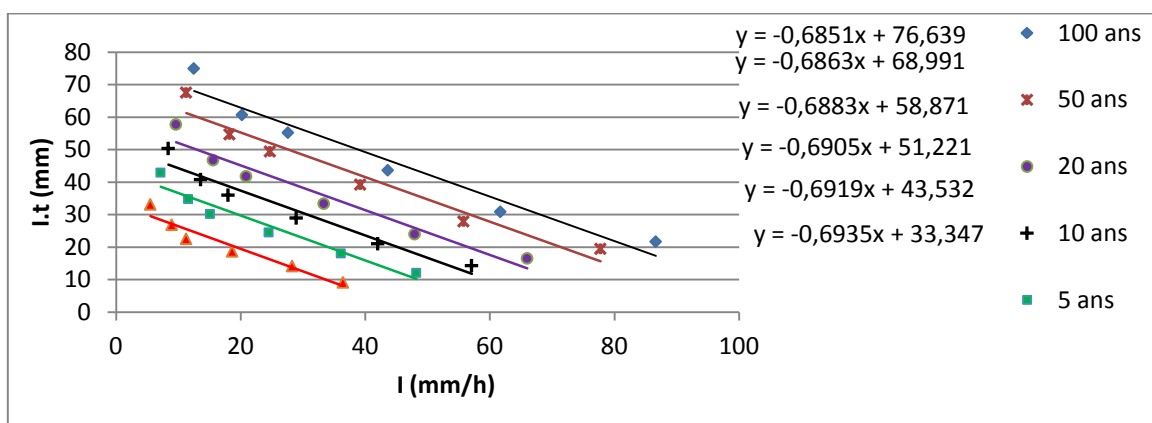


Figure 131 : Détermination des coefficients a et b de Talbo pour la station de Soumaa

Durées (heures)	b	a	Intensités moyennes théoriques (mm/h)	Intensités moyennes réelles (mm/h)	Coefficients de corrélation « r »
0,25	0,685	76,63	81,9572	86,6400	0,996
0,5	0,685	76,63	64,6667	61,7000	
1	0,685	76,63	45,4777	43,6300	
2	0,685	76,63	28,5400	27,6050	
3	0,685	76,63	20,7951	20,2267	
6	0,685	76,63	11,4630	12,4933	
	50				
0,25	0,686	68,99	73,7073	77,7600	0,996
0,5	0,686	68,99	58,1703	55,7800	
1	0,686	68,99	40,9193	39,2100	
2	0,686	68,99	25,6850	24,7100	
3	0,686	68,99	18,7168	18,2300	
6	0,686	68,99	10,3186	11,2583	
	20				
0,25	0,688	58,87	62,7612	66,0000	0,997
0,5	0,688	58,87	49,5539	47,9400	
1	0,688	58,87	34,8756	33,3600	
2	0,688	58,87	21,9010	20,8850	
3	0,688	58,87	15,9626	15,5867	
6	0,688	58,87	8,8023	9,6250	
	10				
0,25	0,69	51,22	54,4894	57,0800	0,997
0,5	0,69	51,22	43,0420	42,0200	
1	0,69	51,22	30,3077	28,9400	
2	0,69	51,22	19,0409	17,9900	
3	0,69	51,22	13,8808	13,5900	
6	0,69	51,22	7,6562	8,3900	
	5				
0,25	0,691	43,53	46,2593	48,2000	0,998
0,5	0,691	43,53	36,5491	36,1000	
1	0,691	43,53	25,7422	24,5100	
2	0,691	43,53	16,1761	15,0950	
3	0,691	43,53	11,7936	11,5900	
6	0,691	43,53	6,5058	7,1533	
	2				
0,25	0,693	33,34	35,3552	36,4400	0,998
0,5	0,693	33,34	27,9464	28,2800	
1	0,693	33,34	19,6929	18,6600	
2	0,693	33,34	12,3802	11,2650	
3	0,693	33,34	9,0279	8,9500	
6	0,693	33,34	4,9813	5,5200	

Tableau 69 : Détermination des coefficients de Talbo pour la station de Soumaa

On constate que la corrélation est presque parfaite entre les intensités réelles et théoriques vu que les coefficients r sont très proches de 1 « $0,996 \leq r \leq 0,998$ ».

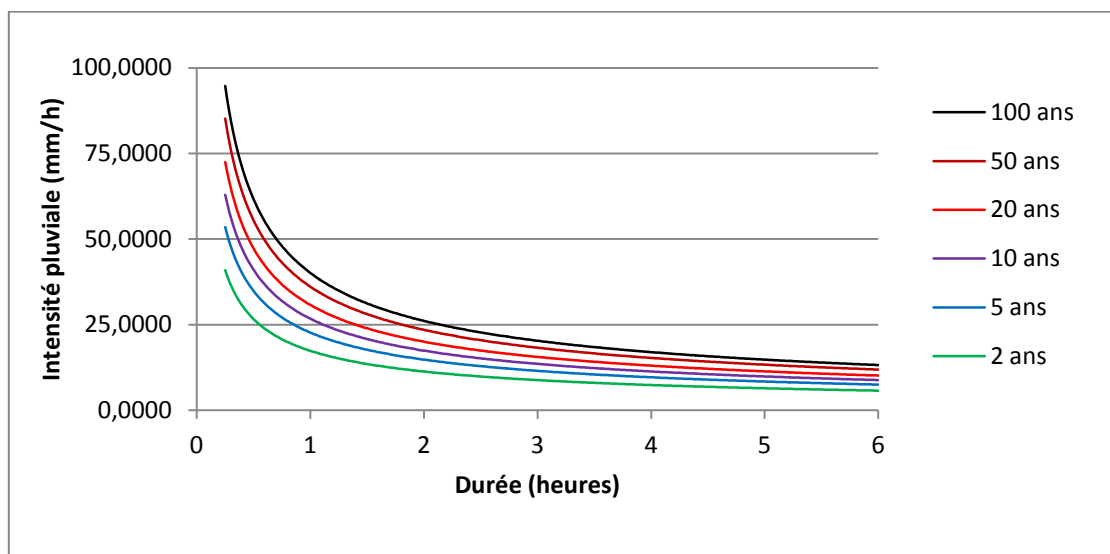


Figure 132 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Talbo pour la station de Soumaa

B- STATION DE MOUZAIA :

Durées (heures)	100		50		20		10		5		2	
	I	I*t	I	I*t	I	I*t	I	I*t	I	I*t	I	I*t
0,25	70,0800	17,52	62,6800	15,67	52,8400	13,21	45,4000	11,35	38,0000	9,5	28,1600	7,04
0,5	48,7800	24,39	43,4800	21,74	36,4800	18,24	31,1800	15,59	25,8600	12,93	18,8600	9,43
1	30,6700	30,67	27,3600	27,36	22,9900	22,99	19,6900	19,69	16,3800	16,38	12,0200	12,02
2	18,0750	36,15	16,1400	32,28	13,5850	27,17	11,6500	23,3	9,7200	19,44	7,1650	14,33
3	13,7400	41,22	12,2800	36,84	10,3500	31,05	8,8900	26,67	7,4300	22,29	5,4967	16,49
6	8,0433	48,26	7,2283	43,37	6,1517	36,91	5,3367	32,02	4,5233	27,14	3,4467	20,68

Tableau 70 : Application de la loi de Talbo pour la station de Mouzaia

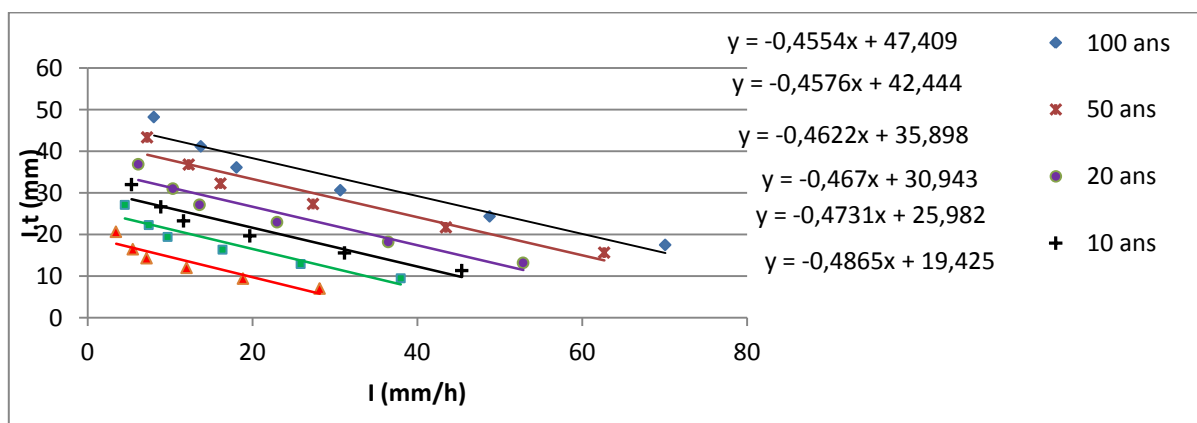


Figure 133 : Détermination des coefficients a et b de Talbo pour la station de Mouzaia

durées (heures)	b	a	Intensité théorique (mm/h)	Intensité réelle (mm/h)	Coefficients de corrélation « r »	
						100
0,25	0,455	47,4	67,234	70,0800	0,998	
0,5	0,455	47,4	49,634	48,7800		
1	0,455	47,4	32,577	30,6700		
2	0,455	47,4	19,308	18,0750		
3	0,455	47,4	13,719	13,7400		
6	0,455	47,4	7,343	8,0433		
	50					
0,25	0,457	42,44	60,028	62,6800	0,998	
0,5	0,457	42,44	44,347	43,4800		
1	0,457	42,44	29,128	27,3600		
2	0,457	42,44	17,273	16,1400		
3	0,457	42,44	12,277	12,2800		
6	0,457	42,44	6,573	7,2283		
	20					
0,25	0,462	35,89	50,407	52,8400	0,997	
0,5	0,462	35,89	37,308	36,4800		
1	0,462	35,89	24,549	22,9900		
2	0,462	35,89	14,578	13,5850		
3	0,462	35,89	10,367	10,3500		
6	0,462	35,89	5,554	6,1517		
	10					
0,25	0,467	30,94	43,152	45,4000	0,997	
0,5	0,467	30,94	31,996	31,1800		
1	0,467	30,94	21,091	19,6900		
2	0,467	30,94	12,542	11,6500		
3	0,467	30,94	8,924	8,8900		
6	0,467	30,94	4,784	5,3367		
	5					
0,25	0,473	25,98	35,934	38,0000	0,996	
0,5	0,473	25,98	26,701	25,8600		
1	0,473	25,98	17,637	16,3800		
2	0,473	25,98	10,505	9,7200		
3	0,473	25,98	7,481	7,4300		
6	0,473	25,98	4,014	4,5233		
	2					
0,25	0,486	19,42	26,386	28,1600	0,995	
0,5	0,486	19,42	19,696	18,8600		
1	0,486	19,42	13,069	12,0200		
2	0,486	19,42	7,812	7,1650		
3	0,486	19,42	5,571	5,4967		
6	0,486	19,42	2,994	3,4467		

Tableau 71 : Détermination des coefficients de Talbo pour la station de Mouzaia

Comparativement à la station de Soumaa, la corrélation entre les intensités moyennes théoriques et réelles pour le cas de la station de Mouzaia est pour toutes les durées presque parfaite « $0,995 \leq r \leq 0,998$ »

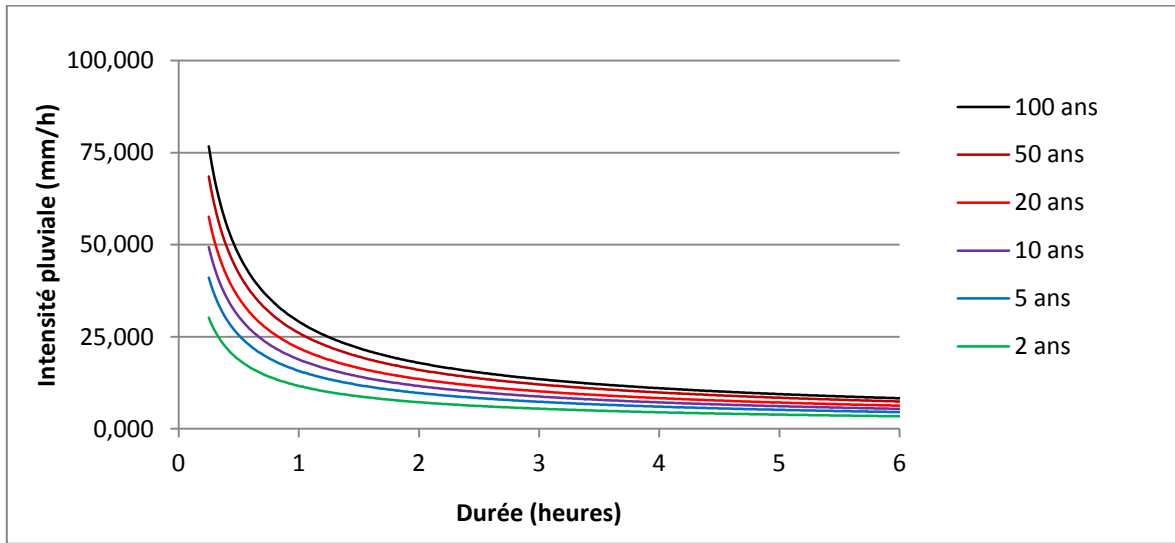


Figure 134 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Talbo pour la station de Mouzaia

C- STATION DE OUED ZBOUDJ :

Durées (heures)	100 ans		50 ans		20 ans		10 ans		5 ans		2 ans	
	I (mm/h)	I*t (mm)	I (mm/h)	I*t (mm)	I (mm/h)	I*t (mm)	I (mm/h)	I*t (mm)	I (mm/h)	I*t (mm)	I (mm/h)	I*t (mm)
0,25	143,480	35,870	126,160	31,540	103,240	25,810	85,920	21,480	68,600	17,150	45,720	11,430
0,5	81,600	40,800	72,140	36,070	59,640	29,820	50,180	25,090	40,720	20,360	28,220	14,110
1	45,940	45,940	40,870	40,870	34,170	34,170	29,100	29,100	24,030	24,030	17,330	17,330
2	26,085	52,170	23,450	46,900	19,965	39,930	17,335	34,670	14,700	29,400	11,215	22,430
3	18,633	55,899	16,903	50,709	14,617	43,851	12,887	38,661	11,157	33,471	8,867	26,601
6	11,832	70,992	10,678	64,068	9,155	54,930	8,002	48,012	6,850	41,100	5,327	31,962

Tableau 72 : Application de la loi de Talbo pour la station de Oued Zeboudj

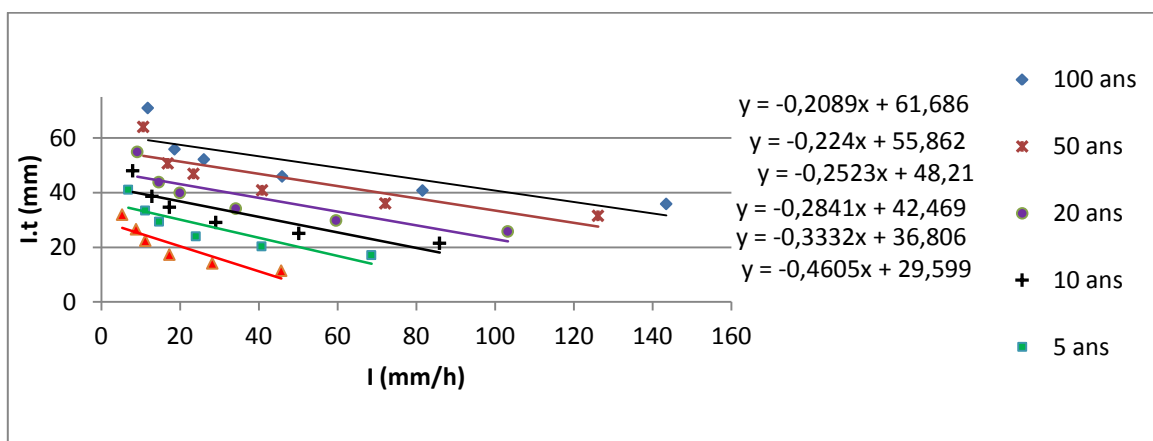


Figure 135 : Détermination des coefficients a et b de Talbo pour la station de Oued Zeboudj

Durées (heures)	b	a	Intensités moyennes théoriques (mm/h)	Intensités moyennes réelles (mm/h)	Coefficients de corrélation « r »
100					
0,25	0,208	61,68	134,6725	143,4800	0,995
0,5	0,208	61,68	87,1186	81,6000	
1	0,208	61,68	51,0596	45,9400	
2	0,208	61,68	27,9348	26,0850	
3	0,208	61,68	19,2269	18,6330	
6	0,208	61,68	9,9356	11,8320	
50					
0,25	0,224	55,86	117,8481	126,1600	0,995
0,5	0,224	55,86	77,1547	72,1400	
1	0,224	55,86	45,6373	40,8700	
2	0,224	55,86	25,1169	23,4500	
3	0,224	55,86	17,3263	16,9030	
6	0,224	55,86	8,9749	10,6780	
20					
0,25	0,252	48,21	96,0359	103,2400	0,994
0,5	0,252	48,21	64,1090	59,6400	
1	0,252	48,21	38,5064	34,1700	
2	0,252	48,21	21,4076	19,9650	
3	0,252	48,21	14,8247	14,6170	
6	0,252	48,21	7,7111	9,1550	
10					
0,25	0,284	42,46	79,5131	85,9200	0,993
0,5	0,284	42,46	54,1582	50,1800	
1	0,284	42,46	33,0685	29,1000	
2	0,284	42,46	18,5902	17,3350	
3	0,284	42,46	12,9294	12,8870	
6	0,284	42,46	6,7568	8,0020	
5					
0,25	0,333	36,8	63,1218	68,6000	0,991
0,5	0,333	36,8	44,1777	40,7200	
1	0,333	36,8	27,6069	24,0300	
2	0,333	36,8	15,7737	14,7000	
3	0,333	36,8	11,0411	11,1570	
6	0,333	36,8	5,8108	6,8500	
2					
0,25	0,46	29,59	41,6761	45,7200	0,987
0,5	0,46	29,59	30,8229	28,2200	
1	0,46	29,59	20,2671	17,3300	
2	0,46	29,59	12,0285	11,2150	
3	0,46	29,59	8,5520	8,8670	
6	0,46	29,59	4,5805	5,3270	

Tableau 73 : Détermination des coefficients de Talbo pour la station de Oued Zeboudj

On constate que la corrélation est presque parfaite entre les intensités réelles et théoriques vu que les coefficients r sont très proches de 1 « $0,987 \leq r \leq 0,995$ ».

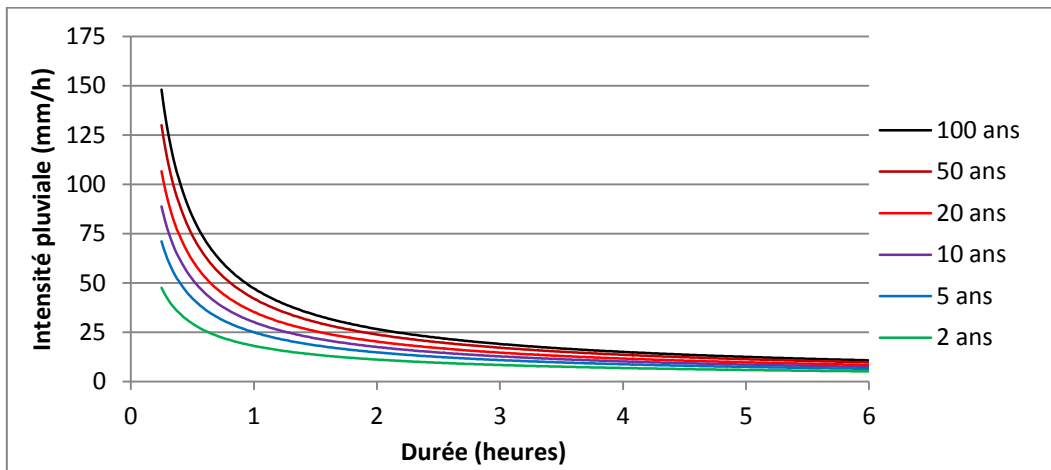


Figure 136 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Talbo pour la station de Oued Zeboudj

III-2-3 IDF THEORIQUES SUIVANT LE MODELE DE KHEIFER CHU :

N.B Les valeurs du paramètre « b » sont les mêmes que celles du modèle Montana

A- STATION DE SOUMAA :

D(h)	100 ans		50 ans		20 ans		10 ans		5 ans		2 ans	
	I (mm/h)	I*d ^b	I (mm/h)	I*d ^b	I (mm/h)	I*d ^b	I (mm/h)	I*d ^b	I (mm/h)	I*d ^b	I (mm/h)	I*d ^b
0,25	86,6400	37,14	77,7600	33,33	66,0000	28,33	57,0800	24,50	48,2000	20,72	36,4400	15,69
0,5	61,7000	40,39	55,7800	36,52	47,9400	31,41	42,0200	27,53	36,1000	23,67	28,2800	18,55
1	43,6300	43,63	39,2100	39,21	33,3600	33,36	28,9400	28,94	24,5100	24,51	18,6600	18,66
2	27,6050	42,16	24,7100	37,74	20,8850	31,87	17,9900	27,45	15,0950	23,02	11,2650	17,17
3	20,2267	39,57	18,2300	35,67	15,5867	30,46	13,5900	26,56	11,5900	22,63	8,9500	17,46
6	12,4933	42,85	11,2583	33,64	9,6250	28,71	8,3900	25,03	7,1533	21,30	5,5200	16,41

Tableau 74 : Application de la loi de Kheifer Chu pour la station de Soumaa

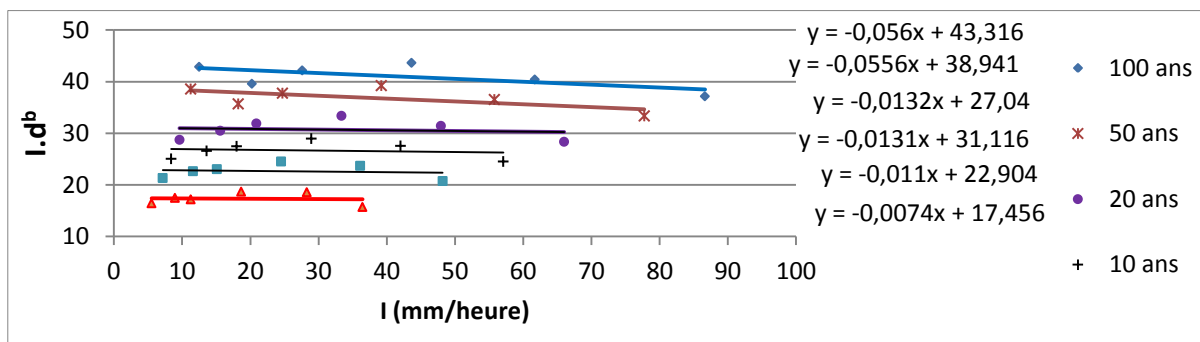


Figure 137 : Détermination des coefficients a et c suivant le modèle de Keifer Chu pour la station de Soumaa

durées (heures)	b	a	c	Intensité théorique (mm/h)	Intensité réelle (mm/h)	Coefficients de corrélation « r »
0,25	0,611	43,31	0,056	89,356	86,6400	0,998
0,5	0,611	43,31	0,056	60,936	61,7000	
1	0,611	43,31	0,056	41,013	43,6300	
2	0,611	43,31	0,056	27,354	27,6050	
3	0,611	43,31	0,056	21,519	20,2267	
6	0,611	43,31	0,056	12,422	12,4933	
	50					
0,25	0,611	38,94	0,055	80,506	77,7600	0,997
0,5	0,611	38,94	0,055	54,865	55,7800	
1	0,611	38,94	0,055	36,910	39,2100	
2	0,611	38,94	0,055	24,609	24,7100	
3	0,611	38,94	0,055	19,357	18,2300	
6	0,611	38,94	0,055	12,795	11,2583	
	20					
0,25	0,610	31,11	0,013	70,340	66,0000	0,995
0,5	0,610	31,11	0,013	46,558	47,9400	
1	0,610	31,11	0,013	30,711	33,3600	
2	0,610	31,11	0,013	20,211	20,8850	
3	0,610	31,11	0,013	15,812	15,5867	
6	0,610	31,11	0,013	10,383	9,6250	
	10					
0,25	0,61	27,04	0,013	61,137	57,0800	0,995
0,5	0,61	27,04	0,013	40,467	42,0200	
1	0,61	27,04	0,013	26,693	28,9400	
2	0,61	27,04	0,013	17,567	17,9900	
3	0,61	27,04	0,013	13,743	13,5900	
6	0,61	27,04	0,013	9,025	8,3900	
	5					
0,25	0,609	22,9	0,011	51,942	48,2000	0,994
0,5	0,609	22,9	0,011	34,351	36,1000	
1	0,609	22,9	0,011	22,651	24,5100	
2	0,609	22,9	0,011	14,907	15,0950	
3	0,609	22,9	0,011	11,663	11,5900	
6	0,609	22,9	0,011	7,662	7,1533	
	2					
0,25	0,608	17,45	0,007	39,888	36,4400	0,990
0,5	0,608	17,45	0,007	26,316	28,2800	
1	0,608	17,45	0,007	17,329	18,6600	
2	0,608	17,45	0,007	11,397	11,2650	
3	0,608	17,45	0,007	8,916	8,9500	
6	0,608	17,45	0,007	5,857	5,5200	

Tableau 75 : Calcul des coefficients de corrélation entre les intensités pluviales « théoriques et réelles » suivant le modèle de Keifer Chu pour la station de Soumaa

On constate que la corrélation est presque parfaite entre les intensités réelles et théoriques vu que les coefficients r sont proches de 1 « $0,990 \leq r \leq 0,998$ ».

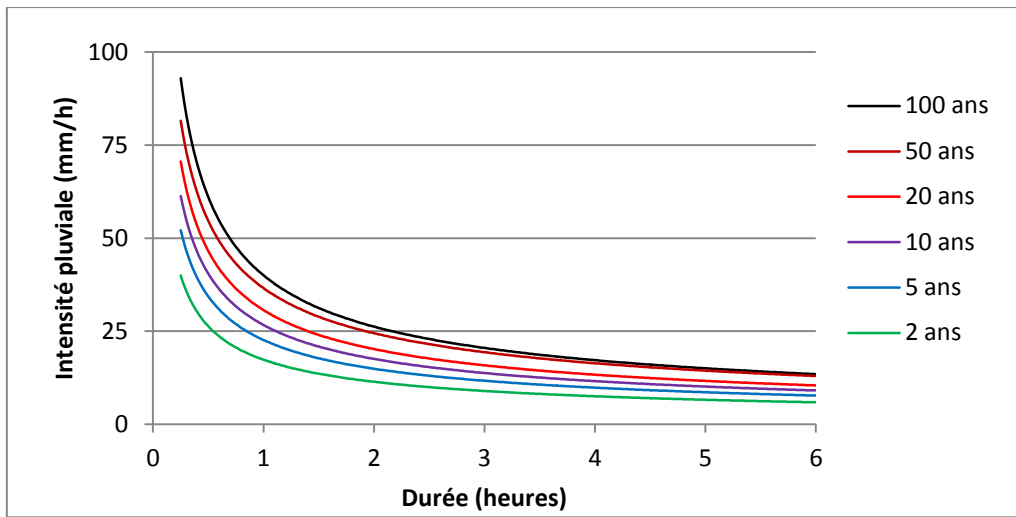


Figure 138 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Keifer Chu pour la station de Soumaa

B- STATION DE MOUZAIA :

Durées (heures)	100		50		20		10		5		2	
	I	I*d ^b	I	I*d ^b	I	I*d ^b	I	I*d ^b	I	I*d ^b	I	I*d ^b
0,25	70,0800	27,00	62,6800	24,18	52,8400	20,47	45,4000	17,66	38,0000	14,87	28,1600	11,14
0,5	48,7800	30,28	43,4800	27,01	36,4800	22,71	31,1800	19,45	25,8600	16,17	18,8600	11,86
1	30,6700	30,67	27,3600	27,36	22,9900	22,99	19,6900	19,69	16,3800	16,38	12,0200	12,02
2	18,0750	29,12	16,1400	25,98	13,5850	21,83	11,6500	18,68	9,7200	15,54	7,1650	11,39
3	13,7400	29,26	12,2800	26,12	10,3500	21,94	8,8900	18,79	7,4300	15,63	5,4967	11,46
6	8,0433	27,59	7,2283	24,75	6,1517	20,95	5,3367	18,08	4,5233	15,21	3,4467	11,43

Tableau 76 : Application de la loi de Keifer Chu pour la station de Mouzaia

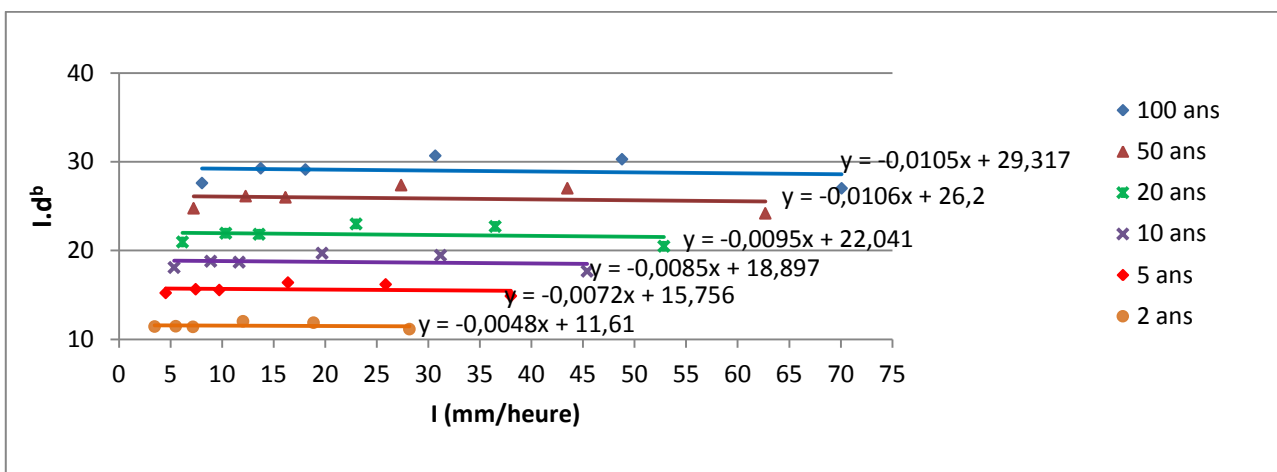


Figure 139 : Détermination des coefficients a et c suivant le modèle de Keifer Chu pour la station de Mouzaia

durées (heures)	b	a	c	Intensité théorique (mm/h)	Intensité réelle (mm/h)	Coefficients de corrélation « r »
0,25	0,688	29,31	0,01	74,149	70,0800	0,997
0,5	0,688	29,31	0,01	46,471	48,7800	
1	0,688	29,31	0,01	29,020	30,6700	
2	0,688	29,31	0,01	18,081	18,0750	
3	0,688	29,31	0,01	13,700	13,7400	
6	0,688	29,31	0,01	8,519	8,0433	
	50					
0,25	0,687	26,2	0,01	66,192	62,6800	0,997
0,5	0,687	26,2	0,01	41,512	43,4800	
1	0,687	26,2	0,01	25,941	27,3600	
2	0,687	26,2	0,01	16,174	16,1400	
3	0,687	26,2	0,01	12,260	12,2800	
6	0,687	26,2	0,01	7,629	7,2283	
	20					
0,25	0,684	22,04	0,009	55,596	52,8400	0,997
0,5	0,684	22,04	0,009	34,905	36,4800	
1	0,684	22,04	0,009	21,843	22,9900	
2	0,684	22,04	0,009	13,642	13,5850	
3	0,684	22,04	0,009	10,352	10,3500	
6	0,684	22,04	0,009	6,454	6,1517	
	10					
0,25	0,681	18,89	0,008	47,577	45,4000	0,998
0,5	0,681	18,89	0,008	29,902	31,1800	
1	0,681	18,89	0,008	18,740	19,6900	
2	0,681	18,89	0,008	11,724	11,6500	
3	0,681	18,89	0,008	8,906	8,8900	
6	0,681	18,89	0,008	5,563	5,3367	
	5					
0,25	0,677	15,75	0,007	39,552	38,0000	0,998
0,5	0,677	15,75	0,007	24,903	25,8600	
1	0,677	15,75	0,007	15,641	16,3800	
2	0,677	15,75	0,007	9,808	9,7200	
3	0,677	15,75	0,007	7,462	7,4300	
6	0,677	15,75	0,007	4,673	4,5233	
	2					
0,25	0,669	11,61	0,004	29,056	28,1600	0,999
0,5	0,669	11,61	0,004	18,343	18,8600	
1	0,669	11,61	0,004	11,564	12,0200	
2	0,669	11,61	0,004	7,284	7,1650	
3	0,669	11,61	0,004	5,557	5,4967	
6	0,669	11,61	0,004	3,497	3,4467	

Tableau 77 : Calcul des coefficients de corrélation entre les intensités pluviales « théoriques et réelles » suivant le modèle de Keifer Chu pour la station de Mouzaia

Par rapport à la station de Soumaa , la corrélation entre les intensités moyennes théoriques et réelles pour le cas de la station de Mouzaia est meilleure « $0,997 \leq r \leq 0,999$ »

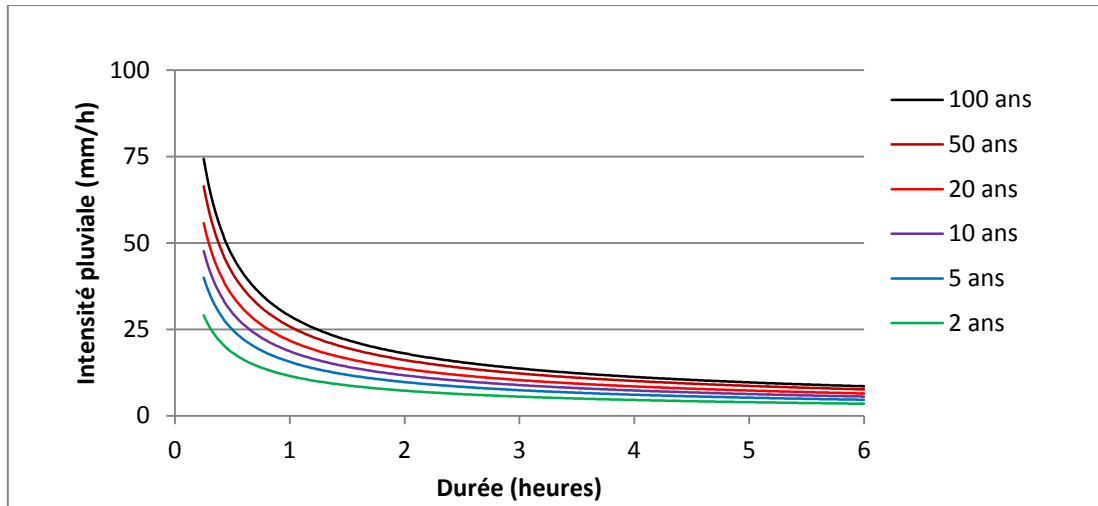


Figure 140 : Courbes IDF théoriques suivant le modèle de Keifer Chu pour la station de Mouzaia

C-STATION DE OUED ZEBOU DJ :

Durées (heures)	100 ans		50 ans		20 ans		10 ans		5 ans		2 ans	
	I (mm/h)	I*d ^b	I (mm/h)	I*d ^b	I (mm/h)	I*d ^b	I (mm/h)	I*d ^b	I (mm/h)	I*d ^b	I (mm/h)	I*d ^b
0,25	143,480	47,59	126,160	42,43	103,240	35,60	85,920	30,38	68,600	25,14	45,720	18,11
0,5	81,600	47,00	72,140	41,84	59,640	35,02	50,180	29,84	40,720	24,65	28,220	17,76
1	45,940	45,94	40,870	40,87	34,170	34,17	29,100	29,1	24,030	24,03	17,330	17,33
2	26,085	45,29	23,450	40,43	19,965	34,00	17,335	29,15	14,700	24,28	11,215	17,82
3	18,633	44,68	16,903	40,08	14,617	33,99	12,887	29,38	11,157	24,72	8,867	18,47
6	11,832	49,26	10,678	43,66	9,155	36,25	8,002	30,68	6,850	25,07	5,327	17,63

Tableau 78 : Application du modèle de Keifer Chu sur la station de Oued Zeboudj

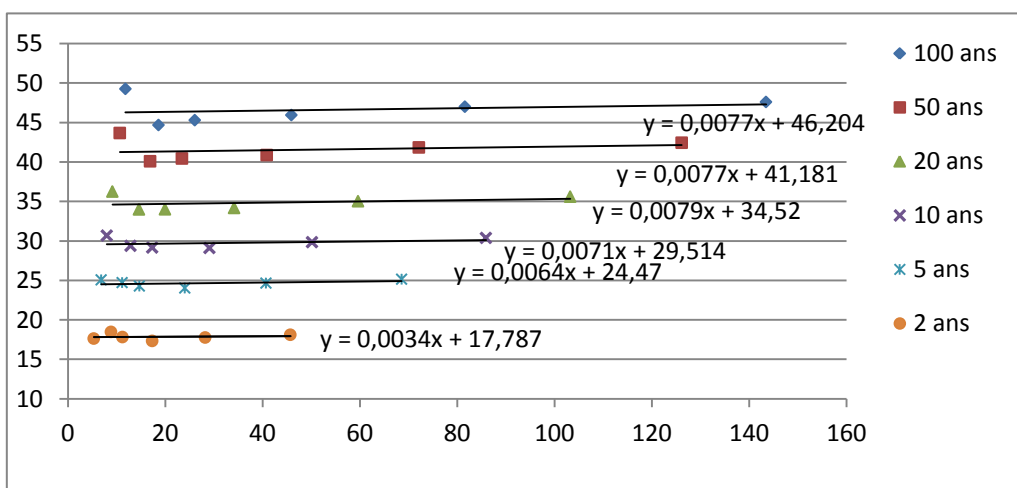


Figure 141 : Détermination des coefficients a et c suivant le modèle de Keifer Chu pour la station de Oued Zeboudj

durées (heures)	b	a	c	Intensité théorique (mm/h)	Intensité réelle (mm/h)	Coefficients de corrélation « r »
100						
0,25	0,796	46,2	0,007	136,399	143,4800	1,00
0,5	0,796	46,2	0,007	79,253	81,6000	
1	0,796	46,2	0,007	45,879	45,9400	
2	0,796	46,2	0,007	26,502	26,0850	
3	0,796	46,2	0,007	19,213	18,6330	
6	0,796	46,2	0,007	11,079	11,8320	
50						
0,25	0,786	41,18	0,007	119,939	126,1600	1,00
0,5	0,786	41,18	0,007	70,159	72,1400	
1	0,786	41,18	0,007	40,894	40,8700	
2	0,786	41,18	0,007	23,786	23,4500	
3	0,786	41,18	0,007	17,314	16,9030	
6	0,786	41,18	0,007	10,053	10,6780	
20						
0,25	0,768	34,52	0,007	98,113	103,2400	1,00
0,5	0,768	34,52	0,007	58,092	59,6400	
1	0,768	34,52	0,007	34,280	34,1700	
2	0,768	34,52	0,007	20,188	19,9650	
3	0,768	34,52	0,007	14,803	14,6170	
6	0,768	34,52	0,007	8,703	9,1550	
10						
0,25	0,75	29,51	0,007	81,846	85,9200	1,00
0,5	0,75	29,51	0,007	49,052	50,1800	
1	0,75	29,51	0,007	29,305	29,1000	
2	0,75	29,51	0,007	17,474	17,3350	
3	0,75	29,51	0,007	12,906	12,8870	
6	0,75	29,51	0,007	7,684	8,0020	
5						
0,25	0,724	24,47	0,006	65,686	68,6000	1,00
0,5	0,724	24,47	0,006	40,022	40,7200	
1	0,724	24,47	0,006	24,324	24,0300	
2	0,724	24,47	0,006	14,761	14,7000	
3	0,724	24,47	0,006	11,016	11,1570	
6	0,724	24,47	0,006	6,676	6,8500	
2						
0,25	0,668	17,78	0,003	44,548	45,7200	1,00
0,5	0,668	17,78	0,003	28,116	28,2200	
1	0,668	17,78	0,003	17,727	17,3300	
2	0,668	17,78	0,003	11,169	11,2150	
3	0,668	17,78	0,003	8,523	8,8670	
6	0,668	17,78	0,003	5,367	5,3270	

*Tableau 79 : Calcul des coefficients de corrélation entre les intensités pluviales
« théoriques et réelles » suivant le modèle de Keifer Chu pour la station de Oued Zeboudj*

On constate que la corrélation est parfaite entre les intensités réelles et théoriques vu que les coefficients r sont égaux à 1.

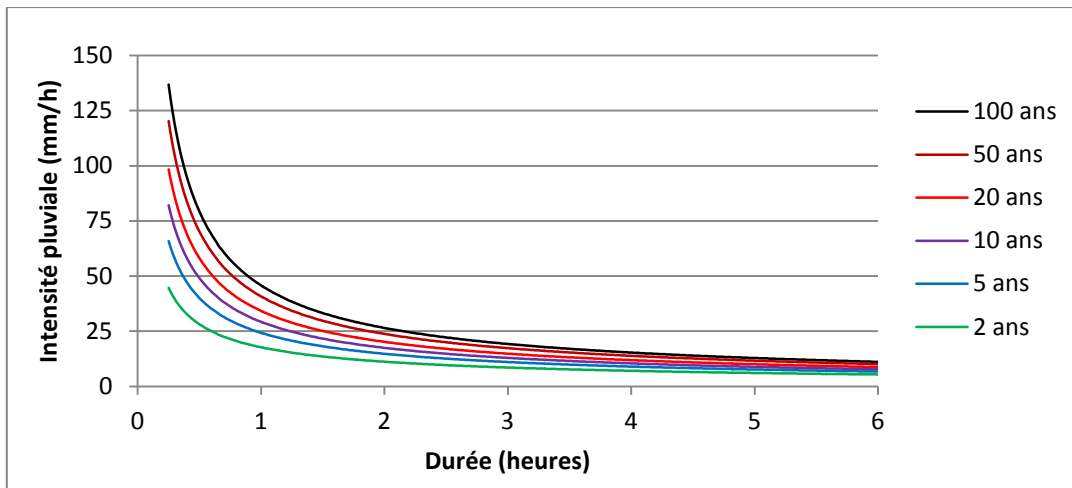


Figure 142 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Keifer Chu pour la station de Oued Zeboudj

III-2-4 IDF THEORIQUES SUIVANT LE MODELE DE TALBO AMELIORE :

D'abord, on détermine le coefficient « c » par régression linéaire sur la base du graphique $\ln d = f(\ln I)$, puis on détermine les coefficients a et b par le même principe mais suivant le graphique

$$I^{(1/c)} \cdot d = I^{(1/c)}$$

A- STATION DE SOUMAA :

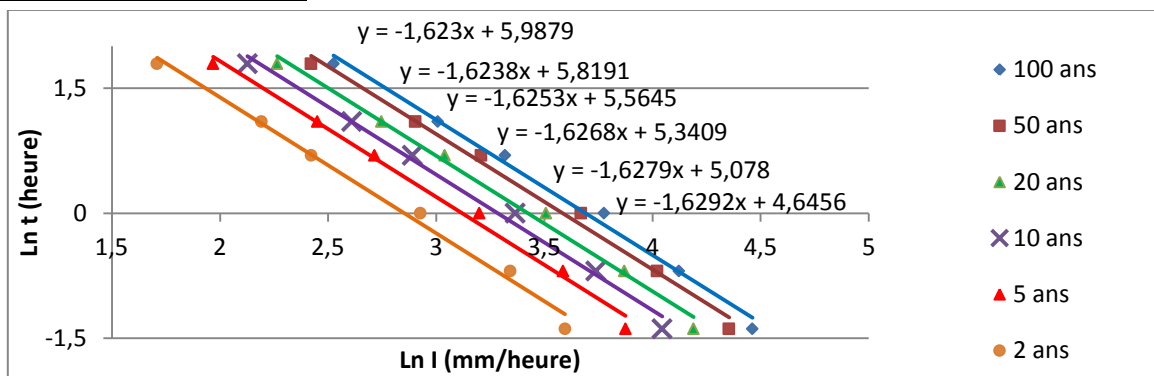


Figure 143 : Détermination du coefficient c suivant le modèle de Talbo amélioré pour la station de Soumaa

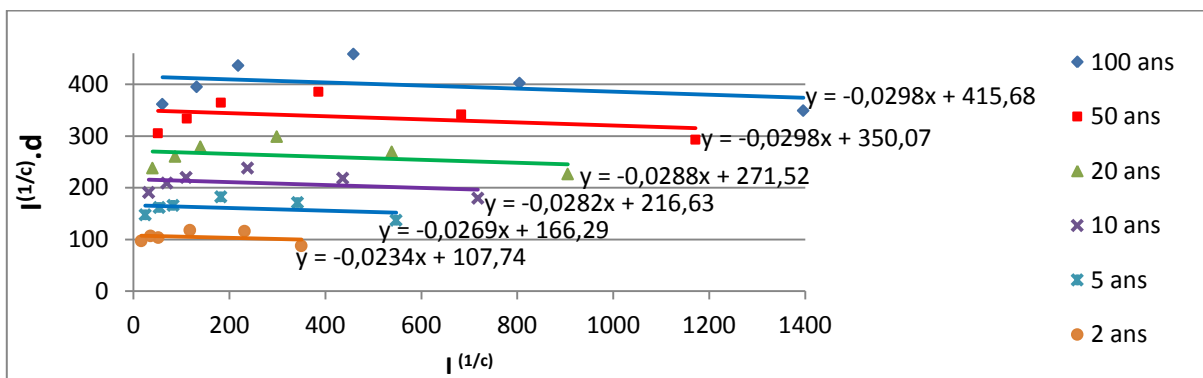


Figure 144 : Détermination des coefficients a et b suivant le modèle de Talbo amélioré pour la station de Soumaa

durées (heures)	b	c	a	Intensité théorique (mm/h)	Intensité réelle (mm/h)	Coefficients de corrélation « r »
0,25	0,616	0,029	41,066	90,1707159	86,6400	0,997
0,5	0,616	0,029	41,066	60,7952006	61,7000	
1	0,616	0,029	41,066	40,3486319	43,6300	
2	0,616	0,029	41,066	26,5551521	27,6050	
3	0,616	0,029	41,066	20,745758	20,2267	
6	0,616	0,029	41,066	13,5748748	12,4933	
	50					
0,25	0,616	0,029	36,941	81,1141528	77,7600	0,997
0,5	0,616	0,029	36,941	54,6890544	55,7800	
1	0,616	0,029	36,941	36,2960974	39,2100	
2	0,616	0,029	36,941	23,8880067	24,7100	
3	0,616	0,029	36,941	18,6620963	18,2300	
6	0,616	0,029	36,941	12,211442	11,2583	
	20					
0,25	0,615	0,028	31,456	69,1561476	66,0000	0,997
0,5	0,615	0,028	31,456	46,6005809	47,9400	
1	0,615	0,028	31,456	30,9260273	33,3600	
2	0,615	0,028	31,456	20,3582114	20,8850	
3	0,615	0,028	31,456	15,907744	15,5867	
6	0,615	0,028	31,456	10,4135283	9,6250	
	10					
0,25	0,615	0,028	27,318	60,028872	57,0800	0,996
0,5	0,615	0,028	27,318	40,4600259	42,0200	
1	0,615	0,028	27,318	26,8576787	28,9400	
2	0,615	0,028	27,318	17,684616	17,9900	
3	0,615	0,028	27,318	13,8207144	13,5900	
6	0,615	0,028	27,318	9,04967473	8,3900	
	5					
0,25	0,615	0,026	23,167	51,1087609	48,2000	0,995
0,5	0,615	0,026	23,167	34,3836796	36,1000	
1	0,615	0,026	23,167	22,8039906	24,5100	
2	0,615	0,026	23,167	15,0104289	15,0950	
3	0,615	0,026	23,167	11,7302362	11,5900	
6	0,615	0,026	23,167	7,68129555	7,1533	
	2					
0,25	0,614	0,023	17,682	39,2327079	36,4400	0,992
0,5	0,614	0,023	17,682	26,3225414	28,2800	
1	0,614	0,023	17,682	17,4365702	18,6600	
2	0,614	0,023	17,682	11,4730973	11,2650	
3	0,614	0,023	17,682	8,96592672	8,9500	
6	0,614	0,023	17,682	5,87241809	5,5200	

Tableau 80 : Détermination des coefficients a, b et c du modèle de Talbo amélioré pour la station de Soumaa

On constate que la corrélation est presque parfaite entre les intensités réelles et théoriques vu que les coefficients r sont proches de 1 « $0,992 \leq r \leq 0,997$ ».

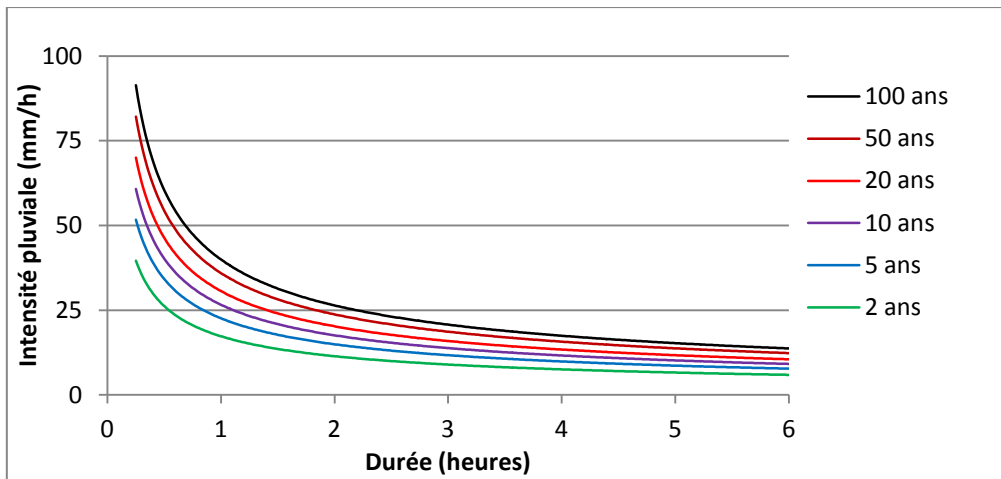


Figure 145 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Talbo amélioré pour la station de Soumaa

B- STATION DE MOUZAIA :

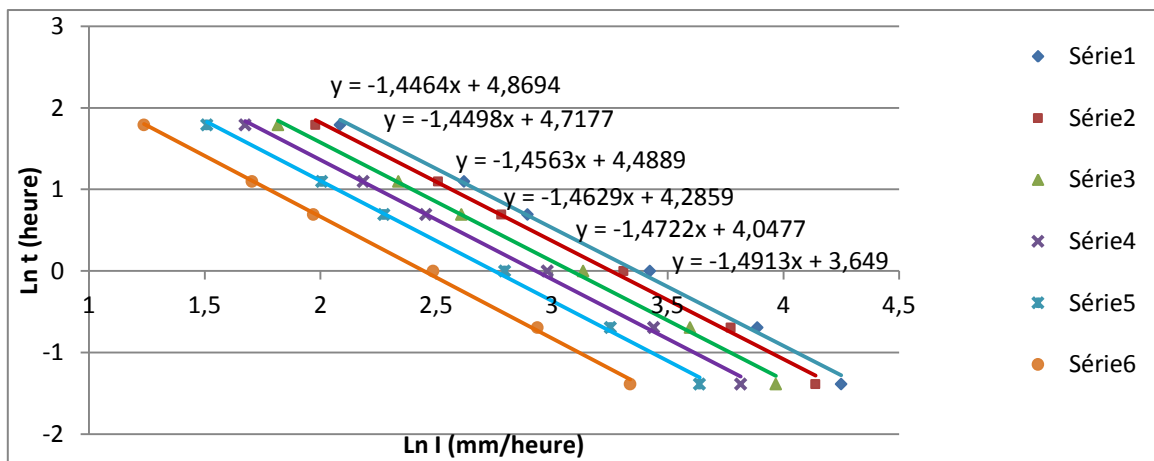


Figure 146 : Détermination du coefficient c suivant le modèle de Talbo amélioré pour la station de Mouzaia

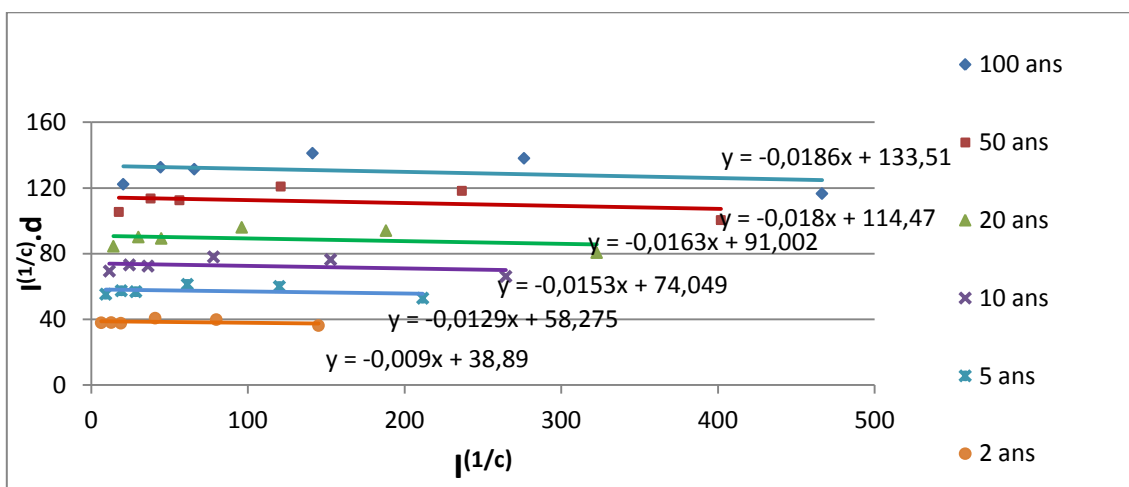


Figure 147 : Détermination des coefficients a et b suivant le modèle de Talbo amélioré pour la station de Mouzaia

durées (heures)	b	c	a	Intensité théorique (mm/h)	Intensité réelle (mm/h)	Coefficients de corrélation « r »
0,25	0,692	0,018	29,506	73,3474188	70,0800	0,997
0,5	0,692	0,018	29,506	46,5010763	48,7800	
1	0,692	0,018	29,506	29,1437867	30,6700	
2	0,692	0,018	29,506	18,1564895	18,0750	
3	0,692	0,018	29,506	13,7451035	13,7400	
6	0,692	0,018	29,506	8,52832651	8,0433	
	50					
0,25	0,690	0,018	26,338	65,3500382	62,6800	0,997
0,5	0,690	0,018	26,338	41,4699768	43,4800	
1	0,690	0,018	26,338	26,015782	27,3600	
2	0,690	0,018	26,338	16,2236393	16,1400	
3	0,690	0,018	26,338	12,2889476	12,2800	
6	0,690	0,018	26,338	7,63237422	7,2283	
	20					
0,25	0,687	0,016	22,156	55,0166747	52,8400	0,998
0,5	0,687	0,016	22,156	34,9020901	36,4800	
1	0,687	0,016	22,156	21,9159738	22,9900	
2	0,687	0,016	22,156	13,6888622	13,5850	
3	0,687	0,016	22,156	10,3804384	10,3500	
6	0,687	0,016	22,156	6,46035776	6,1517	
	10					
0,25	0,684	0,015	18,998	47,1195855	45,4000	0,998
0,5	0,684	0,015	18,998	29,9107342	31,1800	
1	0,684	0,015	18,998	18,8053776	19,6900	
2	0,684	0,015	18,998	11,7647398	11,6500	
3	0,684	0,015	18,998	8,93048187	8,8900	
6	0,684	0,015	18,998	5,56816232	5,3367	
	5					
0,25	0,679	0,012	15,825	39,3121674	38,0000	0,998
0,5	0,679	0,012	15,825	24,9377953	25,8600	
1	0,679	0,012	15,825	15,6975496	16,3800	
2	0,679	0,012	15,825	9,84197436	9,7200	
3	0,679	0,012	15,825	7,48242124	7,4300	
6	0,679	0,012	15,825	4,67871283	4,5233	
	2					
0,25	0,671	0,009	11,649	28,8259851	28,1600	0,999
0,5	0,671	0,009	11,649	18,3227809	18,8600	
1	0,671	0,009	11,649	11,5792367	12,0200	
2	0,671	0,009	11,649	7,29598346	7,1650	
3	0,671	0,009	11,649	5,56437429	5,4967	
6	0,671	0,009	11,649	3,49908279	3,4467	

Tableau 81 : Détermination des coefficients a, b et c du modèle de Talbo amélioré pour la station de Mouzaia

Comparativement à la station de Soumaa, la corrélation entre les intensités moyennes théoriques et réelles pour le cas de la station de Mouzaia est pour toutes les durées parfaite « $0,997 \leq r \leq 0,999$ »

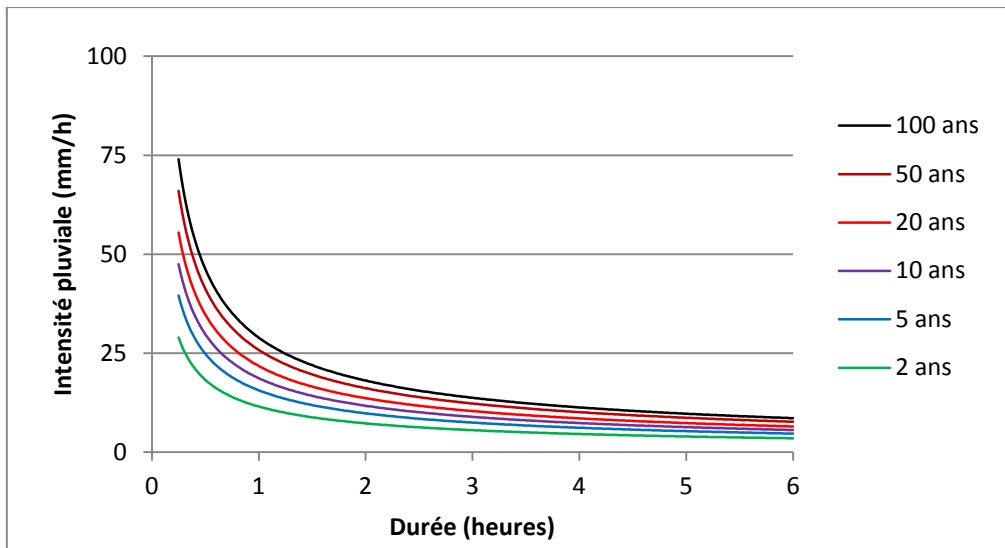


Figure 148 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Talbo amélioré pour la station de Mouzaia

C- STATION DE OUED ZEBOUDJ :

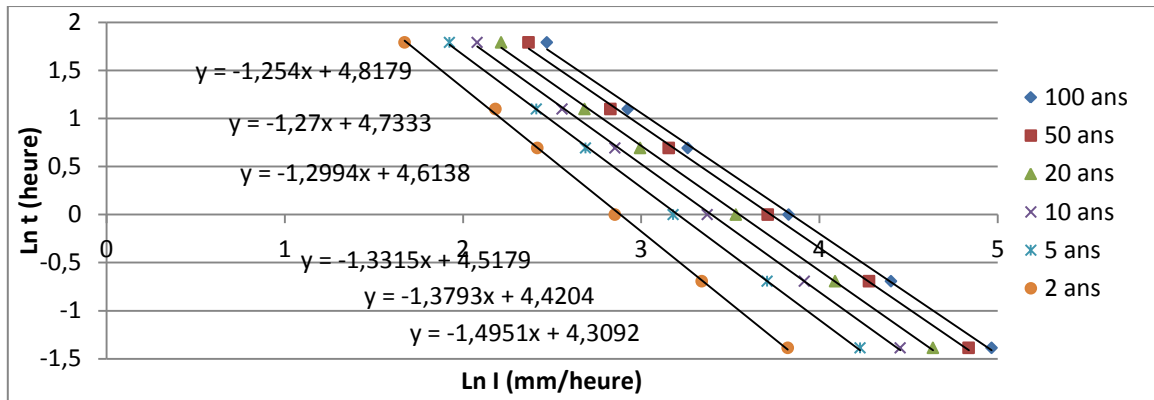


Figure 149 : Détermination du coefficient c suivant le modèle de Talbo amélioré pour la station de Oued Zeboudj

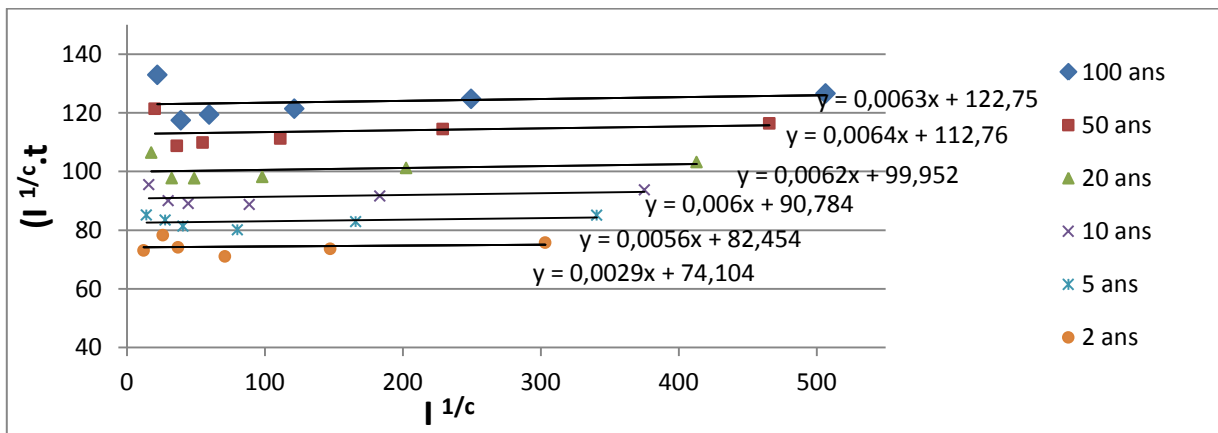


Figure 150 : Détermination des coefficients a et c suivant le modèle de Talbo amélioré pour la station de Oued Zeboudj

durées (heures)	c	b	a	Intensité théorique mm/h)	Intensité réelle (mm/h)	Coefficients de corrélation « r »
100						
0,25	0,797	0,006	46,318	137,291364	143,4800	0,9998
0,5	0,797	0,006	46,318	79,7388362	81,6000	
1	0,797	0,006	46,318	46,09709	45,9400	
2	0,797	0,006	46,318	26,58594	26,0850	
3	0,797	0,006	46,318	19,2563439	18,6330	
6	0,797	0,006	46,318	11,0882708	11,8320	
50						
0,25	0,787	0,006	41,275	120,681557	126,1600	0,9998
0,5	0,787	0,006	41,275	70,5733075	72,1400	
1	0,787	0,006	41,275	41,0811383	40,8700	
2	0,787	0,006	41,275	23,8579033	23,4500	
3	0,787	0,006	41,275	17,3507739	16,9030	
6	0,787	0,006	41,275	10,0607141	10,6780	
20						
0,25	0,770	0,006	34,632	98,8619392	103,2400	0,9998
0,5	0,770	0,006	34,632	58,5100398	59,6400	
1	0,770	0,006	34,632	34,4729691	34,1700	
2	0,770	0,006	34,632	20,2645699	19,9650	
3	0,770	0,006	34,632	14,8426619	14,6170	
6	0,770	0,006	34,632	8,7117585	9,1550	
10						
0,25	0,751	0,006	29,585	82,3502788	85,9200	0,9997
0,5	0,751	0,006	29,585	49,356357	50,1800	
1	0,751	0,006	29,585	29,4520209	29,1000	
2	0,751	0,006	29,585	17,535627	17,3350	
3	0,751	0,006	29,585	12,9403734	12,8870	
6	0,751	0,006	29,585	7,69315213	8,0020	
5						
0,25	0,725	0,005	24,522	66,0550577	68,6000	0,9997
0,5	0,725	0,005	24,522	40,2451027	40,7200	
1	0,725	0,005	24,522	24,4331876	24,0300	
2	0,725	0,005	24,522	14,807054	14,7000	
3	0,725	0,005	24,522	11,041693	11,1570	
6	0,725	0,005	24,522	6,68346873	6,8500	
2						
0,25	0,669	0,002	17,812	44,7832385	45,7200	0,9997
0,5	0,669	0,002	17,812	28,2431221	28,2200	
1	0,669	0,002	17,812	17,7882861	17,3300	
2	0,669	0,002	17,812	11,1960882	11,2150	
3	0,669	0,002	17,812	8,5383955	8,8670	
6	0,669	0,002	17,812	5,37174261	5,3270	

Tableau 82 : Détermination des coefficients a, b et c du modèle de Talbo amélioré pour la station de Soumaa

On constate que la corrélation est parfaite entre les intensités réelles et théoriques vu que les coefficients r sont très proches de 1 « $0,9997 \leq r \leq 0,9998$ ».

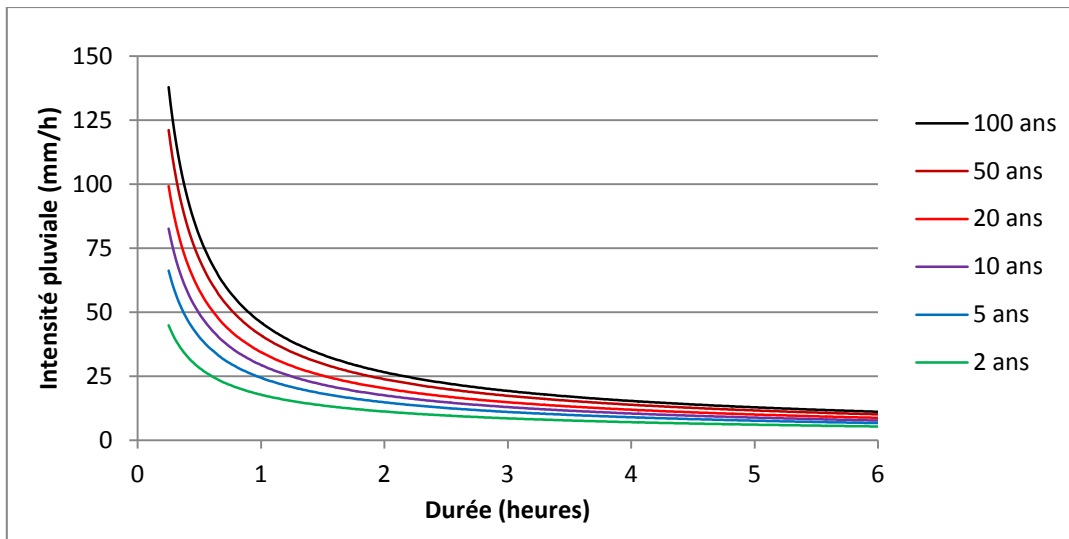


Figure 151 : Courbes IDF théoriques suivant la loi de Talbo amélioré pour la station de Oued Zeboudj

III-3 CHOIX DU MEILLEUR MODELE :

III-3-1 CRITERE DE NASH :

Afin de nous permettre de mesurer l'adéquation entre la valeur de la variable simulée par le modèle (ici l'intensité pluviale) et la variable mesurée ou observée, nous nous sommes basés sur le critère de Nash qui a été proposé par Nash & Sutcliffe en (1970), ce critère est largement répandu, en raison de sa simplicité (PERRIN, 2000).

$$NASH = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (I_{observée} - I_{simulée})^2}{\sum_{i=1}^n (I_{observée} - \bar{I}_{observée})^2}$$

Ce coefficient varie de $[-\infty; 1]$ et permet d'estimer l'amélioration d'ajustement que l'on observe en utilisant le modèle par rapport à un modèle de référence qui donne à chaque pas de temps une intensité pluviale moyenne observée. Si le critère vaut 1, l'erreur du modèle est nulle, le modèle est parfait. Si la valeur est inférieure à 0 alors le modèle ne permet pas de mieux décrire la variable que le modèle de référence (PERRIN, 2000).

Les résultats établis sont présentés dans les tableaux suivants :

A- STATION DE SOUMAA :

Périodes de retour	Modèles	Paramètres des modèles			Coefficients de Nash
		b	a	c	
100	Montana	0,611	39,965		0,9847
	Talbo	0,685	76,63		0,9907
	Talbo amélioré	0,616	41,066	0,029	0,9932
	Keifer Chu	0,611	43,31	0,056	0,9958
50	Montana	0,611	35,945		0,9841
	Talbo	0,686	68,99		0,9915
	Talbo amélioré	0,616	36,941	0,029	0,9929
	Keifer Chu	0,611	38,94	0,055	0,9953
20	Montana	0,61	30,631		0,9833
	Talbo	0,688	58,87		0,9925
	Talbo amélioré	0,615	31,456	0,028	0,9919
	Keifer Chu	0,610	31,11	0,013	0,9875

10	Montana	0,61	26,602		0,9816
	Talbo	0,69	51,22		0,9935
	Talbo amélioré	0,615	27,318	0,028	0,9908
	Keifer Chu	0,610	27,04	0,013	0,9859
5	Montana	0,609	22,601		0,9794
	Talbo	0,691	43,53		0,9943
	Talbo amélioré	0,615	23,167	0,026	0,9883
	Keifer Chu	0,609	22,9	0,011	0,9833
2	Montana	0,608	17,288		0,9732
	Talbo	0,693	33,34		0,9947
	Talbo amélioré	0,614	17,682	0,023	0,9818
	Keifer Chu	0,608	17,45	0,007	0,9758

Tableau 83 : Comparaison des paramètres et calcul des coefficients de Nash
Relatifs aux quatre modèles (Talbo, Montana, Talbo amélioré, et Keifer Chu)
pour la station de Soumaa

B- STATION DE MOUZAIA :

Périodes de retour	Modèles	Paramètres des modèles			Critère de Nash
		b	a	c	
100	Montana	0,688	28,962		0,9951
	Talbo	0,455	47,4		0,9949
	Talbo amélioré	0,692	29,506	0,018	0,9935
	Keifer Chu	0,688	29,31	0,01	0,9912
50	Montana	0,687	25,868		0,9957
	Talbo	0,457	42,44		0,9944
	Talbo amélioré	0,690	26,338	0,018	0,9942
	Keifer Chu	0,687	26,2	0,01	0,9919
20	Montana	0,684	21,780		0,9965
	Talbo	0,462	35,89		0,9935
	Talbo amélioré	0,687	22,156	0,016	0,9947
	Keifer Chu	0,684	22,04	0,009	0,9928
10	Montana	0,681	18,709		0,9971
	Talbo	0,467	30,94		0,9925
	Talbo amélioré	0,684	18,998	0,015	0,9954
	Keifer Chu	0,681	18,89	0,008	0,9938
5	Montana	0,677	15,627		0,9978
	Talbo	0,473	25,98		0,9909
	Talbo amélioré	0,679	15,825	0,012	0,9962
	Keifer Chu	0,677	15,75	0,007	0,9952
2	Montana	0,669	11,542		0,9989
	Talbo	0,486	19,42		0,9875
	Talbo amélioré	0,671	11,649	0,009	0,9979
	Keifer Chu	0,669	11,61	0,004	0,9971

Tableau 84 : Comparaison des paramètres et calcul des coefficients de Nash
Relatifs aux quatre modèles (Talbo, Montana, Talbo amélioré, et Keifer Chu)
pour la station de Mouzaia

C- STATION D'OUED ZEBOUJ :

Périodes de retour	Modèles	Paramètres des modèles			Critère de Nash
		b	a	c	
100	Montana	0,796	46,572		0,9958
	Talbo	0,208	61,68		0,9888
	Talbo amélioré	0,797	46,318	0,006	0,9966
	Keifer Chu	0,796	46,20	0,007	0,9955
50	Montana	0,786	41,513		0,9989
	Talbo	0,224	55,86		0,9873
	Talbo amélioré	0,787	41,275	0,006	0,9966
	Keifer Chu	0,786	41,18	0,007	0,9955
20	Montana	0,768	34,813		0,9960
	Talbo	0,252	48,21		0,9852
	Talbo amélioré	0,770	34,632	0,006	0,9967
	Keifer Chu	0,768	34,52	0,007	0,9955
10	Montana	0,750	29,725		0,9913
	Talbo	0,284	42,46		0,9827
	Talbo amélioré	0,751	29,585	0,006	0,9969
	Keifer Chu	0,750	29,51	0,007	0,9959
5	Montana	0,724	24,631		0,9813
	Talbo	0,333	36,80		0,9791
	Talbo amélioré	0,725	24,522	0,005	0,9975
	Keifer Chu	0,724	24,47	0,006	0,9967
2	Montana	0,668	17,850		0,9690
	Talbo	0,460	29,59		0,9713
	Talbo amélioré	0,669	17,812	0,002	0,9990
	Keifer Chu	0,668	17,78	0,003	0,9986

Tableau 85 : Comparaison des paramètres et calcul des coefficients de Nash Relatifs aux quatre modèles (Talbo, Montana, Talbo amélioré, et Keifer Chu) pour la station de Oued Zeboudj

On constate que le coefficient de Nash pour les trois stations est plus proche de 1, ce qui confirme l'adéquation entre les intensités pluviales observées et celles calculées, reste à calculer les erreurs relatives à chaque station comme c'est indiqué ci-dessous :

III-3-2 CALCUL DES ERREURS RELATIVES :

Afin de choisir le meilleur modèle caractérisant les courbes IDF pour les stations de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj , nous allons calculé pour chaque période de retour, la racine carrée de l'erreur quadratique moyenne (RMSE) relative aux quantiles estimés:

$$RMSE (\%) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N (I_k^Q - I_k^T)^2}$$

où I_k^Q est le quantile estimé de l'intensité de pluie; I_k^T est l'intensité théorique de pluie obtenue par l'équation empirique et N est le nombre de durées (Tamara Benabdesselam et Yahia Hammar,2009). Les valeurs des paramètres des modèles empiriques et des erreurs quadratiques (RMSE) relatives pour les périodes de retour de 2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans sont consignées dans les Tableaux 86, 87 et 88

A- STATION DE SOUMAA :

Périodes de retour	Modèles	Paramètres des modèles			RMSE (%) Pour chaque période de retour
		b	a	c	
100	Montana	0,611	39,965		3,1656
	Talbo	0,685	76,63		2,4631
	Talbo amélioré	0,616	41,066	0,029	2,1052
	Keifer Chu	0,611	43,31	0,056	1,6606
50	Montana	0,611	35,945		2,9014
	Talbo	0,686	68,99		2,1264
	Talbo amélioré	0,616	36,941	0,029	1,9451
	Keifer Chu	0,611	38,94	0,055	1,6985
20	Montana	0,61	30,631		2,5366
	Talbo	0,688	58,87		1,6951
	Talbo amélioré	0,615	31,456	0,028	1,7645
	Keifer Chu	0,610	31,11	0,013	2,1924
10	Montana	0,61	26,602		2,3084
	Talbo	0,69	51,22		1,3756
	Talbo amélioré	0,615	27,318	0,028	1,6353
	Keifer Chu	0,610	27,04	0,013	2,0218
5	Montana	0,609	22,601		2,0700
	Talbo	0,691	43,53		1,0890
	Talbo amélioré	0,615	23,167	0,026	1,5611
	Keifer Chu	0,609	22,9	0,011	1,8626
2	Montana	0,608	17,288		1,8051
	Talbo	0,693	33,34		0,8056
	Talbo amélioré	0,614	17,682	0,023	1,4885
	Keifer Chu	0,608	17,45	0,007	1,7152

Tableau 86 : Comparaison des paramètres et des erreurs quadratiques moyennes relatives établis suivant les quatre modèles (Talbo, Montana, Talbo amélioré, et Keifer Chu) pour la station de Soumaa

B- STATION DE MOUZAIA :

Périodes de retour	Modèles	Paramètres des modèles			RMSE (%) Pour chaque période de retour
		b	a	c	
100	Montana	0,688	28,962		2,3636
	Talbo	0,455	47,4		1,5532
	Talbo amélioré	0,692	29,506	0,018	1,7531
	Keifer Chu	0,688	29,31	0,01	2,0346
50	Montana	0,687	25,868		2,0323
	Talbo	0,457	42,44		1,4505
	Talbo amélioré	0,690	26,338	0,018	1,4802
	Keifer Chu	0,687	26,2	0,01	1,7503
20	Montana	0,684	21,780		1,5890
	Talbo	0,462	35,89		1,3149
	Talbo amélioré	0,687	22,156	0,016	1,1894
	Keifer Chu	0,684	22,04	0,009	1,3838

10	Montana	0,681	18,709		1,2673
	Talbo	0,467	30,94		1,2098
	Talbo amélioré	0,684	18,998	0,015	0,9503
	Keifer Chu	0,681	18,89	0,008	1,1053
5	Montana	0,677	15,627		0,9252
	Talbo	0,473	25,98		1,1133
	Talbo amélioré	0,679	15,825	0,012	0,7164
	Keifer Chu	0,677	15,75	0,007	0,8066
2	Montana	0,669	11,542		0,5059
	Talbo	0,486	19,42		0,9638
	Talbo amélioré	0,671	11,649	0,009	0,3980
	Keifer Chu	0,669	11,61	0,004	0,4653

Tableau 87: Comparaison des paramètres et des erreurs quadratiques moyennes relatives établis suivant les quatre modèles (Talbo, Montana, Talbo amélioré, et Keifer Chu) pour la station de Mouzaia

C- STATION D'OUED ZEBOUDJ :

Périodes de retour	Modèles	Paramètres des modèles			RMSE (%) Pour chaque période de retour
		b	a	c	
100	Montana	0,796	46,572		1,4154
	Talbo	0,208	61,68		4,8581
	Talbo amélioré	0,797	46,318	0,006	2,6765
	Keifer Chu	0,796	46,20	0,007	3,0748
50	Montana	0,786	41,513		1,2411
	Talbo	0,224	55,86		4,5244
	Talbo amélioré	0,787	41,275	0,006	2,3544
	Keifer Chu	0,786	41,18	0,007	2,6863
20	Montana	0,768	34,813		1,0206
	Talbo	0,252	48,21		3,9767
	Talbo amélioré	0,770	34,632	0,006	1,8652
	Keifer Chu	0,768	34,52	0,007	2,1980
10	Montana	0,750	29,725		0,8193
	Talbo	0,284	42,46		3,5532
	Talbo amélioré	0,751	29,585	0,006	1,5102
	Keifer Chu	0,750	29,51	0,007	1,7334
5	Montana	0,724	24,631		0,6301
	Talbo	0,333	36,80		3,0824
	Talbo amélioré	0,725	24,522	0,005	1,0737
	Keifer Chu	0,724	24,47	0,006	1,2328
2	Montana	0,668	17,850		0,3689
	Talbo	0,460	29,59		2,3478
	Talbo amélioré	0,669	17,812	0,002	0,4469
	Keifer Chu	0,668	17,78	0,003	0,5265

Tableau 88 : Comparaison des paramètres et des RMSE pour la station de Oued Zeboudj

En se basant sur les résultats obtenus, on constate ce qui suit :

Pour la station de Soumaa, le modèle de Talbo présente généralement le meilleur modèle à l'exception des périodes de retour 50 et 100 ans où le minimum d'erreurs est obtenu pour le modèle de Keifer Chu.

De même, et pour la station de Mouzaia, le modèle de Talbo est généralement le meilleur modèle, soit sous sa forme simple (pour les périodes de retour de 50 et 100 ans) ou améliorée pour le reste des périodes de retour.

Contrairement aux stations de Soumaa et Mouzaia, le meilleur modèle caractérisant les courbes IDF pour la station de Oued Zeboudj est celui de Montana.

Ainsi, et pour nous permettre de confirmer le choix définitif des modèles de courbes IDF associés à chaque station, on doit calculer la racine carrée de l'erreur quadratique moyenne (RMSE) relative à chaque station suivant la formule suivante :

$$RMSE(d,T) (\%) = \sqrt{\frac{1}{m.n} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (I_{i,j}^Q - I_{i,j}^T)^2}$$

Où n est le nombre de durées ($n=6$), m est le nombre de temps de retour pris en considération dans cette étude ($m=6$), $I_{i,j}^Q$ est le quantile estimé de l'intensité de pluie suivant la durée d'agrégation et de la période de retour, et $I_{i,j}^T$ est l'intensité théorique de pluie obtenue par l'équation empirique suivant la durée d'agrégation et de la période de retour (Le Minh Nhat, Yasuto Tachikawa et Kaoru Takara, 2006 ; Soro Gneneyougo Emile, Goula Bi Tié Albert, Kouassi Francis Williams, Koffi Kouadio, Kamagate Bamory, Doumouya Inza, Savane Issiaka, Srohorou Bernard, 2008).

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Stations pluviométriques	Modèles	RMSE_(d,T) (%)
SOUMAA	Montana	2,4953
	Talbo	1,6926
	Talbo amélioré	1,7634
	Keifer Chu	1,851
MOUZAIA	Montana	1,5791
	Talbo	1,2831
	Talbo amélioré	1,1729
	Keifer Chu	1,3667
OUED ZEBOUDJ	Montana	0,9838
	Talbo	3,8193
	Talbo amélioré	1,817457
	Keifer Chu	2,0938

Tableau 89 : Résultats de calcul de RMSE_(d,T) (%) pour les stations de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj

D'où le choix définitif des modèles relatifs aux courbes IDF.

III-3-3 INTERPRETATION DES RESULTATS :

On constate que l'intensité pluviale diminue avec la durée d'agrégation et augmente avec la période de retour, ce qui confirme l'hypothèse établie par Réméniéras (1972)

Les courbes IDF établies pour les trois stations justifient que les fonctions relatives à ces courbes sont décroissantes et ne présentent pas de bosses, ce qui permet de pallier sans problème le saut entre 15min et 360min. (Bernard Mohymont et al ,2010).

Les quatre modèles utilisés donnent des courbes IDF avec une certaine courbure sur les courtes durées, ce qui assure l'hypothèse de Mohymont et Demarrée, 2010 qui indiquent que l'intensité pluviale pour des durées d'agrégation tendant vers zero est une grandeur finie.

On remarque que deux courbes d'une même station peuvent s'éloigner ou se rapprocher, cela s'explique par le fait que les modèles utilisés ne satisfont pas à la condition de séparation des variables : t (temps d'agrégation de la pluie) et T (Temps de retour).

La valeur du coefficient « b » est toujours comprise entre 0 et 1, ce qui est logique car une valeur plus grande que 1 signifierait que la quantité extrême de pluie diminue avec la durée, ce qui est impossible. (Bernard Mohymont et al ,2010).

« b » est proportionnel à la pente des courbes IDF (Tamara Benabdesselam et Yahia Hammar, 2009, p.344), on remarque pour les trois stations étudiées que « b » est compris entre 0,61 et 0,797 ce qui correspond au climat méditerranéen qui caractérise les trois stations (Mohymont et Demarrée, 2004)

Le coefficient « b » n'est pas vraiment affecté par le changement topographique puisque leurs valeurs pour les trois stations se rapprochent.

Le coefficient « a » dépend de la période de retour et du système d'unité utilisé.

D'après les résultats établis, on constate que Le coefficient « a » augmente avec la période de retour. Le coefficient « a » est plus sensible au changement de la topographie, ce qui explique la variation de ce paramètre d'une station à l'autre.

Dès que le coefficient « a » augmente ou diminue, il y aura une légère variation de l'intensité pluviale

Le coefficient « c » en minutes, présente l'avantage de maintenir la corrélation log-log « le plus possible » linéaire

Les coefficients « b » et « c » augmentent légèrement avec le coefficient « a » et diminuent si ce dernier diminue.

Il y a une légère variation des coefficients « b » et « c » dès que la période de retour augmente ou diminue.

Les modèles choisis pour l'établissement des courbes IDF pour les stations de Soumaa et Mouzaia sont respectivement Talbo et Talbo amélioré, cela s'explique par le fait que ces deux stations se trouvent dans la même zone climatique « pleine de la Mitidja », ce qui n'est pas la cas pour la station de Oued Zeboudj qui se trouve en altitude où les courbes IDF seront modélisés suivant la loi de « Montana »

III-4 GENERALISATION DES COURBES IDF :

Sur la base de l'équation 51 et tenant compte des résultats de la modélisation des courbes IDF pour les stations de Soumaa, Mouzaia et de Oued Zeboudj, on arrive à avoir les formules généralisées des courbes IDF de ces trois stations :

- Pour la station de Soumaa :

$$I_d^T = I_{d'}^{T'} (e + \lambda \ln T) \frac{a}{(d+c)} \dots$$

- Pour la station de Mouzaia :

$$I_d^T = I_{d'}^{T'} (e + \lambda \ln T) \frac{a}{(d+c)^b}$$

- Pour la station de Oued Zeboudj :

$$I_d^T = I_{d'}^{T'} (e + \lambda \ln T) \frac{a}{d^b}$$

III-4-1 RESULTAS DE CALCUL DE $f_1(T)$:**A- STATION DE SOUMAA :**

Durées	L'intensité pluviale suivant le modèle de Talbo	$f_1(T) = \frac{I_d^T}{I_d^{100 \text{ ans}}}$
T = 100 ans		
0,25	81,9572	1
0,5	64,6667	1
1	45,4777	1
2	28,5400	1
3	20,7951	1
6	11,4630	1
T = 50 ans		
0,25	73,7073	0,90
0,5	58,1703	0,90
1	40,9193	0,90
2	25,6850	0,90
3	18,7168	0,90
6	10,3186	0,90
T = 20 ans		
0,25	62,7612	0,77
0,5	49,5539	0,77
1	34,8756	0,77
2	21,9010	0,77
3	15,9626	0,77
6	8,8023	0,77
T = 10 ans		
0,25	54,4894	0,66
0,5	43,0420	0,67
1	30,3077	0,67
2	19,0409	0,67
3	13,8808	0,67
6	7,6562	0,67

T = 5 ans		
0,25	46,2593	0,56
0,5	36,5491	0,57
1	25,7422	0,57
2	16,1761	0,57
3	11,7936	0,57
6	6,5058	0,57
T = 2 ans		
0,25	35,3552	0,43
0,5	27,9464	0,43
1	19,6929	0,43
2	12,3802	0,43
3	9,0279	0,43
6	4,9813	0,43

Tableau 90 : Résultats de calcul de $f_1(T)$ pour la station de Soumaa

On constate que généralement que les valeurs de $f_1(T)$ sont constantes pour chaque période de retour, ce qui nous ramène à tracer le graphique $f_1(T) = f(\ln T)$ sur la base du tableau ci-dessous :

Ln (T)	$f_1(T)$
4,61	1,00
3,91	0,90
3,00	0,77
2,30	0,67
1,61	0,57
0,69	0,43

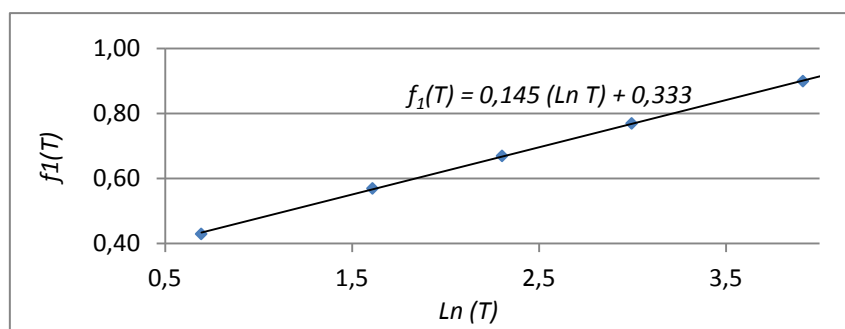


Figure 152 : $f_1(T) = f(\ln T)$ pour la station de Soumaa

D'où :

$$f_1(T)_{\text{pour la station de Soumaa}} = \frac{I_d^T}{I_d^{100 \text{ ans}}} = 0,145 (\ln T) + 0,333$$

B- STATION DE MOUZAIA :

<i>Durées</i>	<i>L'intensité pluviale suivant le modèle de Talbo amélioré</i>	$f_1(T) = \frac{I_d^T}{I_d^{100 \text{ ans}}}$
T = 100 ans		
0,25	73,3474	1,00
0,5	46,5011	1,00
1	29,1438	1,00
2	18,1565	1,00
3	13,7451	1,00
6	8,5283	1,00
T = 50 ans		
0,25	65,3500	0,89
0,5	41,4700	0,89
1	26,0158	0,89
2	16,2236	0,89
3	12,2889	0,89
6	7,6324	0,89
T = 20 ans		
0,25	55,0167	0,75
0,5	34,9021	0,75
1	21,9160	0,75
2	13,6889	0,75
3	10,3804	0,76
6	6,4604	0,76
T = 10 ans		
0,25	47,1196	0,64
0,5	29,9107	0,64
1	18,8054	0,65
2	11,7647	0,65
3	8,9305	0,65
6	5,5682	0,65
T = 5 ans		
0,25	39,3122	0,54
0,5	24,9378	0,54
1	15,6975	0,54
2	9,8420	0,54
3	7,4824	0,54
6	4,6787	0,55
T = 2 ans		
0,25	28,8260	0,39
0,5	18,3228	0,39
1	11,5792	0,40
2	7,2960	0,40
3	5,5644	0,40
6	3,4991	0,41

Tableau 91: Résultats de calcul de $f_1(T)$ pour la station de Mouzaia

De même, les valeurs de $f_1(T)$ sont généralement constantes pour chaque période de retour, ce qui nous ramène à tracer le graphique $f_1(T) = f(\ln T)$ sur la base du tableau ci-dessous :

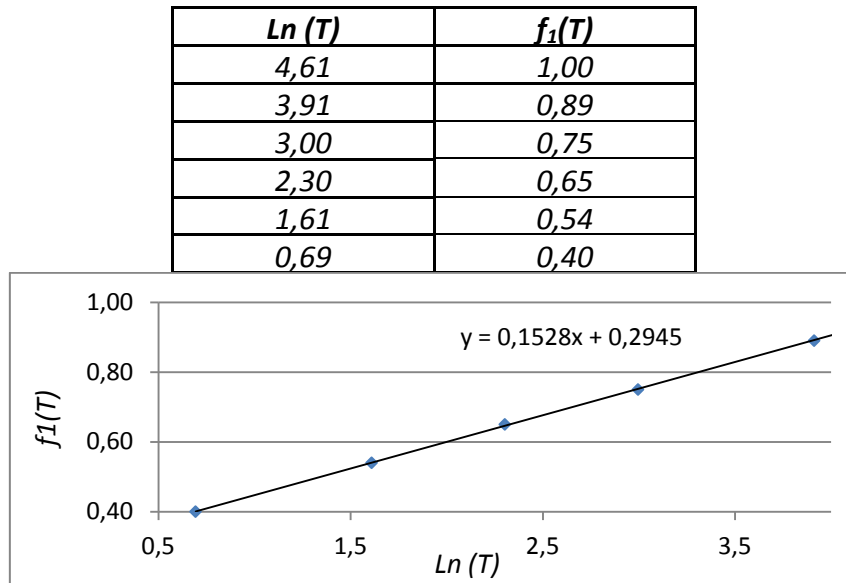


Figure 153 : $f_1(T) = f(\ln T)$ pour la station de Mouzaia

D'où :

$$f_1(T)_{\text{pour la station de Mouzaia}} = \frac{I_d^T}{I_d^{100 \text{ ans}}} = 0,152 (\ln T) + 0,294$$

C- STATION DE OUED ZEBOUDJ :

Durées	L'intensité pluviale suivant le modèle de Montana	$f_1(T) = \frac{I_d^T}{I_d^{100 \text{ ans}}}$	$f_1(T)$ moyenne
T = 100 ans			
0,25	140,3993	1,00	1,00
0,5	80,8621	1,00	
1	46,5720	1,00	
2	26,8229	1,00	
3	19,4239	1,00	
6	11,1871	1,00	
T = 50 ans			
0,25	123,4242	0,88	0,89
0,5	71,5799	0,89	
1	41,5127	0,89	
2	24,0753	0,90	
3	17,5051	0,90	
6	10,1521	0,91	
T = 20 ans			
0,25	100,9549	0,72	0,75
0,5	59,2839	0,73	
1	34,8133	0,75	
2	20,4435	0,76	
3	14,9733	0,77	
6	8,7928	0,79	

T = 10 ans			0,65
0,25	84,0760	0,60	
0,5	49,9919	0,62	
1	29,7253	0,64	
2	17,6748	0,66	
3	13,0403	0,67	
6	7,7538	0,69	
T = 5 ans			0,54
0,25	67,2003	0,48	
0,5	40,6841	0,50	
1	24,6309	0,53	
2	14,9119	0,56	
3	11,1184	0,57	
6	6,7313	0,60	
T = 2 ans			0,40
0,25	45,0622	0,32	
0,5	28,3612	0,35	
1	17,8499	0,38	
2	11,2344	0,42	
3	8,5688	0,44	
6	5,3930	0,48	

Tableau 92: Résultats de calcul de $f_1(T)$ pour la station de Oued Zeboudj

les valeurs de $f_1(T)$ pour chaque période de retour relative à la station de Oued Zeboudj sont proches, ce qui nous ramène à utiliser les valeurs moyennes comme c'est indiqué ci-dessus.

Le graphique $f_1(T) = f(\ln T)$ est tracé sur la base du tableau suivant :

Ln (T)	$f_1(T)$
4,61	1,00
3,91	0,89
3,00	0,75
2,30	0,65
1,61	0,54
0,69	0,40

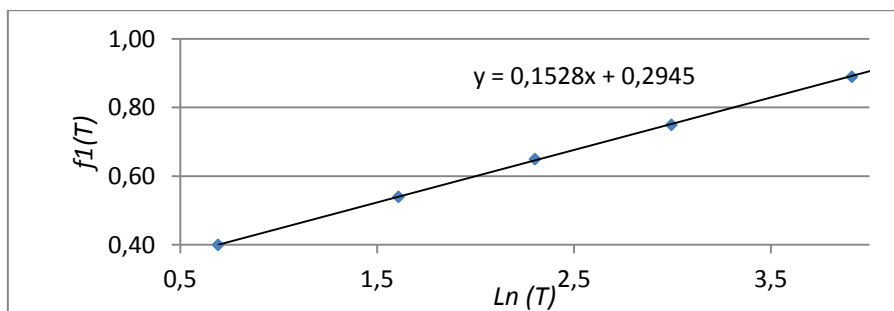


Figure 154 : $f_1(T) = f(\ln T)$ pour la station de Oued Zeboudj

D'où :

$$f_1(T)_{\text{pour la station de Oued Zeboudj}} = \frac{I_d^T}{I_d^{100 \text{ ans}}} = 0,152 (\ln T) + 0,294$$

Qui est de la même forme que celle de la station de Oued Zeboudj

III-4-2 RESULTATS DE CALCUL DE $f_2(T)$:

A- STATION DE SOUMAA :

Durée (heures)	L'intensité pluviale suivant le modèle de Talbo	$f_2(T) = \frac{I_d^T}{I_{15\text{ minutes}}^T}$
T = 100 ans		
0,25	81,9572	1,00
0,5	64,6667	0,79
1	45,4777	0,55
2	28,5400	0,35
3	20,7951	0,25
6	11,4630	0,14
T = 50 ans		
0,25	73,7073	1,00
0,5	58,1703	0,79
1	40,9193	0,56
2	25,6850	0,35
3	18,7168	0,25
6	10,3186	0,14
T = 20 ans		
0,25	62,7612	1,00
0,5	49,5539	0,79
1	34,8756	0,56
2	21,9010	0,35
3	15,9626	0,25
6	8,8023	0,14
T = 10 ans		
0,25	54,4894	1,00
0,5	43,0420	0,79
1	30,3077	0,56
2	19,0409	0,35
3	13,8808	0,25
6	7,6562	0,14
T = 5 ans		
0,25	46,2593	1,00
0,5	36,5491	0,79
1	25,7422	0,56
2	16,1761	0,35
3	11,7936	0,25
6	6,5058	0,14
T = 2 ans		
0,25	35,3552	1,00
0,5	27,9464	0,79
1	19,6929	0,56
2	12,3802	0,35
3	9,0279	0,26
6	4,9813	0,14

Tableau 93 : Résultats de calcul de $f_2(T)$ pour la station de Soumaa

On remarque que le rapport $f_2(T) = \frac{I_d^T}{I_{15\text{ minutes}}^T}$ est constant pour chaque période de retour, donc on doit

calculer les paramètres a et b par régression non linéaire suivant l'équation (2)

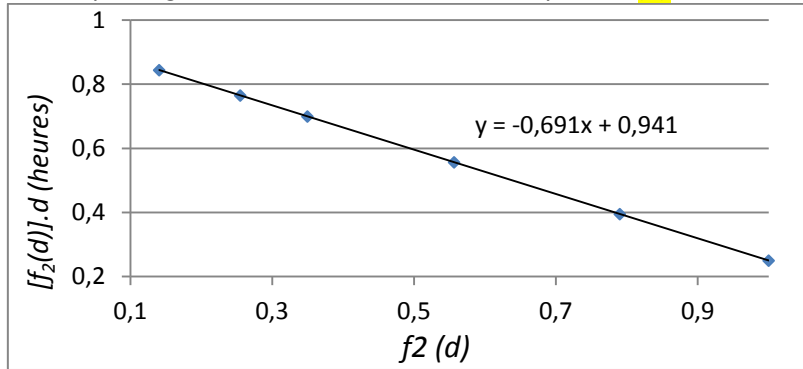


Figure 155 : Détermination des paramètres a et b caractérisant la fonction $f_2(d)$ pour la station de Soumaa

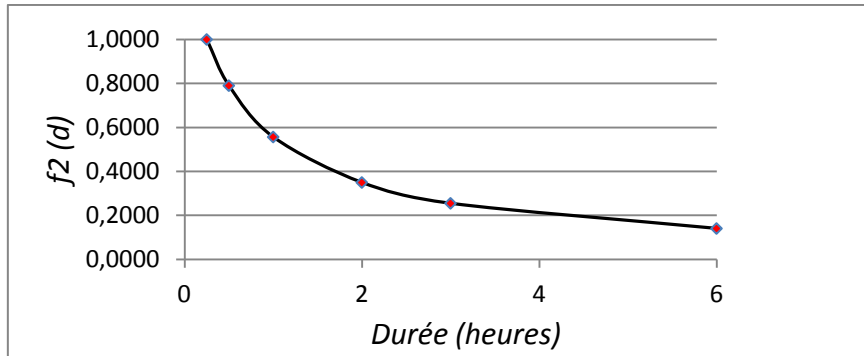


Figure 156 : $f_2(T) = f(d)$ pour la station de Soumaa

D'où :

$$f_2(d)_{\text{pour la station de Soumaa}} = \frac{I_d^T}{I_{15\text{ min}}^T} = \frac{0,941}{0,691 + d}$$

B- STATION DE MOUZAIA :

Durée (heures)	L'intensité pluviale suivant le modèle de Talbo amélioré	$f_2(T) = \frac{I_d^T}{I_{15\text{ minutes}}^T}$
T = 100 ans		
0,25	73,3474	1,00
0,5	46,5011	0,63
1	29,1438	0,40
2	18,1565	0,25
3	13,7451	0,19
6	8,5283	0,12
T = 50 ans		
0,25	65,3500	1,00
0,5	41,4700	0,63
1	26,0158	0,40
2	16,2236	0,25
3	12,2889	0,19
6	7,6324	0,12

T = 20 ans		
0,25	55,0167	1,00
0,5	34,9021	0,63
1	21,9160	0,40
2	13,6889	0,25
3	10,3804	0,19
6	6,4604	0,12
T = 10 ans		
0,25	47,1196	1,00
0,5	29,9107	0,63
1	18,8054	0,40
2	11,7647	0,25
3	8,9305	0,19
6	5,5682	0,12
T = 5 ans		
0,25	39,3122	1,00
0,5	24,9378	0,63
1	15,6975	0,40
2	9,8420	0,25
3	7,4824	0,19
6	4,6787	0,12
T = 2 ans		
0,25	28,8260	1,00
0,5	18,3228	0,64
1	11,5792	0,40
2	7,2960	0,25
3	5,5644	0,19
6	3,4991	0,12

Tableau 94 : Résultats de calcul de $f_2(T)$ pour la station de Mouzaia

De même, pour la station de Mouzaia, la fonction $f_2(T)$ est constante pour chaque toutes les périodes de retour étudiées, d'où la détermination des coefficients a, b et c par régression non linéaire comme ci de suite :

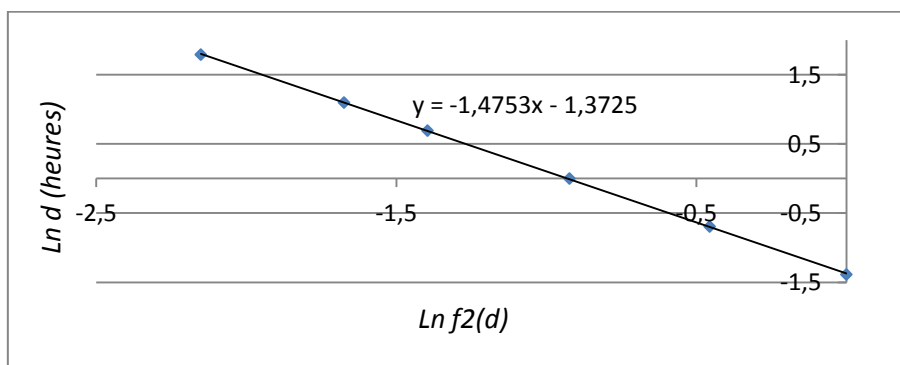


Figure 157 : Détermination du paramètres b caractérisant la fonction $f_2(d)$ pour la station de Mouzaia

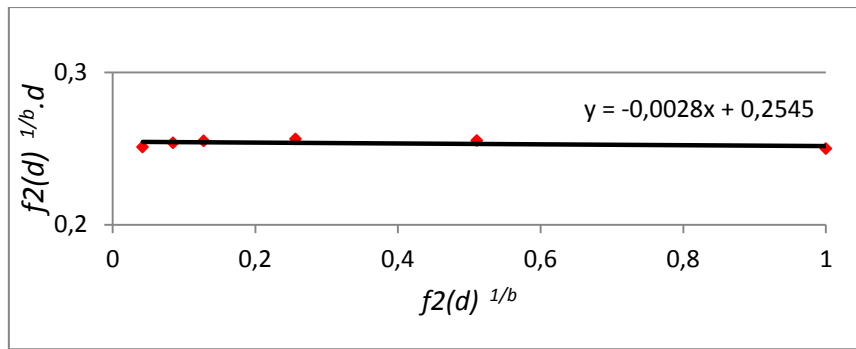


Figure 158 : Détermination des paramètres a et b caractérisant la fonction $f_2(d)$ pour la station de Mouzaia

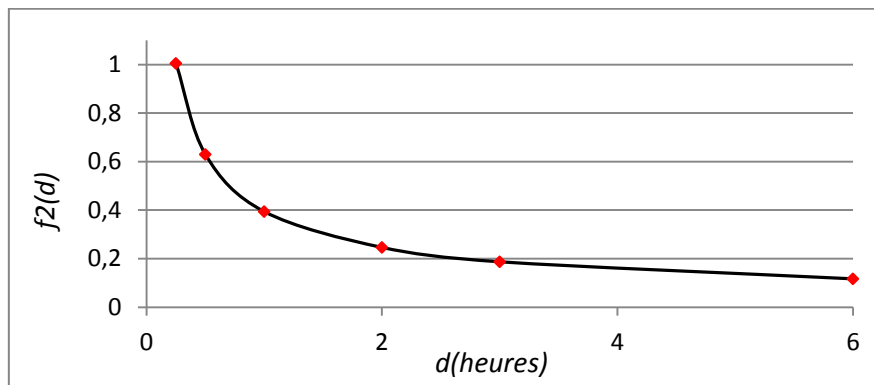


Figure 159 : $f_2(T) = f(d)$ pour la station de Mouzaia

D'où :

$$f_2(d)_{\text{pour la station de Mouzaia}} = \frac{I_d^T}{I_{15 \text{ min}}^T} = \frac{0,395}{(d + 0,002)^{0,678}}$$

C - STATION DE OUED ZEBOUDJ :

Durée (heures)	L'intensité pluviale suivant le modèle de Montana	$f_2(T) = \frac{I_d^T}{I_{15 \text{ minutes}}^T}$
T = 100 ans		
0,25	140,3993	1,00
0,5	80,8621	0,60
1	46,5720	0,36
2	26,8229	0,22
3	19,4239	0,16
6	11,1871	0,10
T = 50 ans		
0,25	123,4242	1,00
0,5	71,5799	0,58
1	41,5127	0,34
2	24,0753	0,20
3	17,5051	0,14
6	10,1521	0,08
T = 20 ans		

0,25	100,9549	1,00
0,5	59,2839	0,59
1	34,8133	0,34
2	20,4435	0,20
3	14,9733	0,15
6	8,7928	0,09
T = 10 ans		
0,25	84,0760	1,00
0,5	49,9919	0,59
1	29,7253	0,35
2	17,6748	0,21
3	13,0403	0,16
6	7,7538	0,09
T = 5 ans		
0,25	67,2003	1,00
0,5	40,6841	0,61
1	24,6309	0,37
2	14,9119	0,22
3	11,1184	0,17
6	6,7313	0,10
T = 2 ans		
0,25	45,0622	1,00
0,5	28,3612	0,63
1	17,8499	0,40
2	11,2344	0,25
3	8,5688	0,19
6	5,3930	0,12

Tableau 95 : Résultats de calcul de $f_2(T)$ pour la station de Mouzaia

On constate pour la station d'Oued Zeboudj que les valeurs de $f_2(d)$ sont presque égales, donc l'utilisation des valeurs moyennes de $f_2(d)$ nous conduit à établir les graphiques suivant :

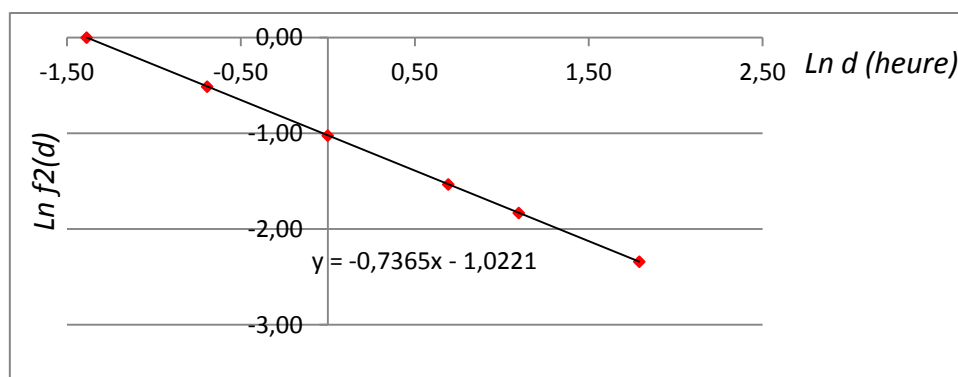


Figure 160 : Détermination des paramètres a et b caractérisant la fonction $f_2(d)$ pour la station de Oued Zeboudj

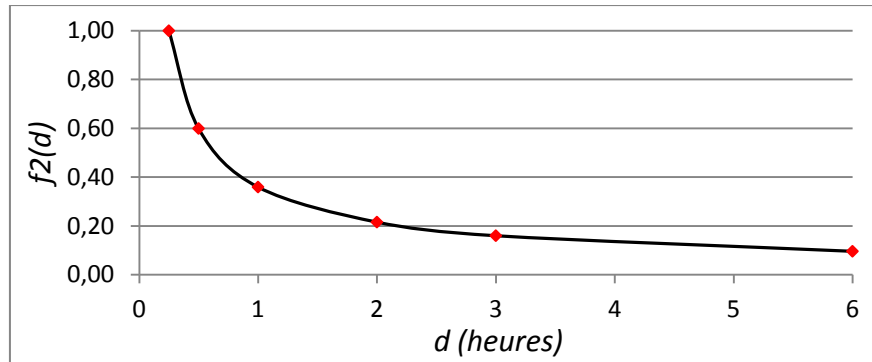


Figure 161 : $f_2(T) = f(d)$ pour la station de Oued Zeboudj

D'où :

$$f_2(d)_{\text{pour la station de Oued Zeboudj}} = \frac{I_d^T}{I_{15 \text{ min}}^T} = \frac{0,360}{d^{0,736}}$$

III-5 FORMULE GENERALISEE DES COURBES INTENSITE-DUREE-FREQUENCE :

Faisant combiner les équations $f_1(T)$ et $f_2(d)$, on arrive à généraliser la formule caractérisant les courbes intensité-durée-fréquence sur la base d'une intensité pluviale pour une période de retour =100 ans et une durée de 15 minutes :

Pour la station de Soumaa :

$$I_d^T = 81,96 (0,145 \text{ Ln } T + 0,333) \frac{0,941}{0,691 + d}$$

D'où

$$I_{d(\text{Soumaa})}^T = \frac{11,183 \text{ Ln } T + 25,682}{0,691 + d}$$

Pour la station de Mouzaia :

$$I_d^T = 73,35(0,152 \text{ Ln } T + 0,294) \frac{0,395}{(d + 0,002)^{0,678}}$$

D'où

$$I_{d(\text{Mouzaia})}^T = \frac{4,404 \text{ Ln } T + 8,518}{(d + 0,002)^{0,678}}$$

Pour la station de Oued Zeboudj :

$$I_d^T = 140,40(0,152 \text{ Ln } T + 0,294) \frac{0,360}{d^{0,736}}$$

D'où

$$I_{d(\text{Oued Zeboudj})}^T = \frac{7,683 \text{ Ln } T + 14,860}{d^{0,736}}$$

Ces trois dernières équations permettent de calculer l'intensité pluviale (en mm/heure) pour chaque durée d (en heure) et suivant n'importe qu'elle période de retour T (en année)

III-6 COMPARAISON DES RESULTATS PAR DES ETUDES ANTERIEURES :

Afin de nous permettre la comparaison des résultats établis pour les stations de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj par rapport aux divers recherches et publications à travers le monde, on doit d'abords tracer les courbes IDF suivant une représentation logarithmique comme suit :

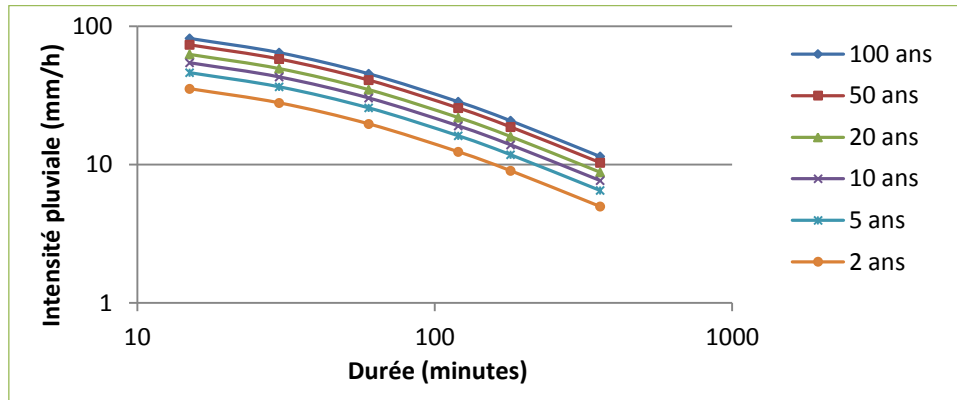


Figure 162 : Courbes IDF pour la station de Soumaa suivant le modèle de Talbo « Représentation logarithmique »

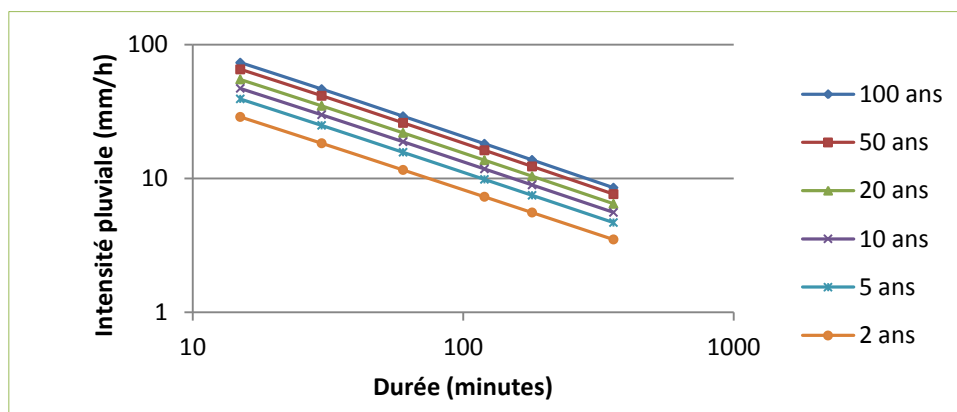


Figure 163 : Courbes IDF pour la station de Mouzaia suivant le modèle de Talbo amélioré « Représentation logarithmique »

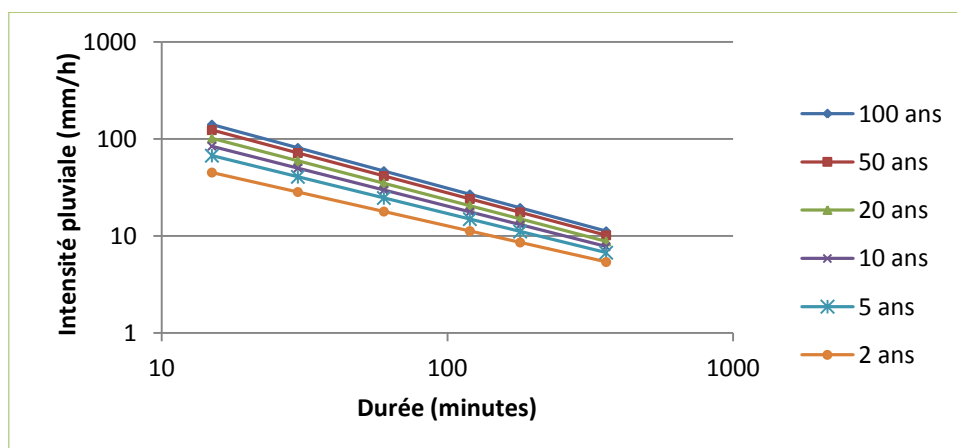


Figure 164 : Courbes IDF pour la station de Oued Zeboudj suivant le modèle de Montana « Représentation logarithmique »

Si on compare les courbes IDF établies à travers cette étude par rapport à celles des études antérieures, on constate ce qui suit :

Le paramètre b pour Annaba est égal en moyenne à 0,7 alors que pour notre cas, on trouve en moyenne : $b=0,689$ pour Soumaa, $b=0,684$ pour Mouzaia et $b=0,749$ pour Oued Zeboudj ce qui confirme qu'il ya une certaine équivalence entre ces stations qui se résume dans le climat méditerranéen (Tamara Benabdesselam et Yahia Hammar, 2009).

On peut justifier notre travail en prenant quelques exemples :

Pour la station de Yangambi qui se trouve dans une région tropicale africaine à Congo et qui est caractérisée par un climat défini par l'absence de saison sèche ayant une cote pluviométrique supérieure à 60 mm pour le mois le plus sec et des températures moyennes mensuelles toujours supérieures à 18°C où la pluie annuelle varie de 1600 à 2200mm, il a été constaté suivant Bernard et Gaston que $b = 0,98$ qui est très proche de 1 (BERNARD MOHYOUT, Gaston R. Demarée ; 2006).

Pour la station de Viétnam qui se situe près du delta du fleuve Rouge dans la région de Mousson où les précipitations annuelles varient fortement dans une gamme de 1200-2500 mm / an, Le Minh, Yasuto et Kaoru ont trouvé $b=0,752$ (Le Minh Nhat, Yasuto Tachikawa et Kaoru Takara, 2006)

Pour la station de Venezuela où le climat varie de tropical humide à alpin, la période des pluies (de mai à Novembre) est communément appelé l'hiver et le reste de l'année présente l'été. La pluie annuelle atteint un maximum de 1747mm , pour ce cas, le paramètre b prend une valeur de 0,662 (Edilberto Guevara , Adriana M. Márquez, 2008).

Les valeurs faibles de « c » attirent notre attention. Pour la station de Mouzaia où le modèle choisi est de Talbo amélioré, on constate que « c » égale en moyenne à 0,0147 h ou 0,88 min, ce qui indique que la partie de recourbement pour la représentation bi-logarithmique des courbes IDF est très courte « ou négligeable », provoquant une ligne droite avec un aspect plus long, rapportant la valeur du paramètre « c » environ de 1 min, ce cas a été aussi enregistré à la station de UCCLÉ au Belgique où le paramètre c est égale à 3 minutes et (B. Mohymont, G. R. Demarée, and D. N. Faka , 2004).

A signaler que pour le cas de la station de Annaba c égale en moyenne à 6,15 min (Tamara Benabdesselam et Yahia Hammar, 2009).

La valeur du paramètre « a » diffère d'une station à l'autre en fonction du climat d'une part, et de la loi de probabilité correspondante d'autre part car $a(T) = F_y^{-1} [1 - (1/T)]$ ce qui confirme la différence entre nos résultats et ceux des stations :

De Annaba, où « a » est compris entre 376 et 626 suivant la loi de Gumbel (Tamara Benabdesselam et Yahia Hammar, 2009).

Du Viétnam où « a » est compris entre 2349 et 7084 suivant Pearson type III (Le Minh Nhat, Yasuto Tachikawa et Kaoru Takara) Du Venezuela où « a » est égale à $692.T^{0,206}$ suivant la loi de Gumbel (Edilberto Guevara , Adriana M. Márquez, 2008).

De l'Abidjan au Côte d'Ivoire où « a » est compris entre 7,65 et 26,48 suivant la loi de log Normale (Soro Gneneyougo Emile, Goula Bi Tié Albert, Kouassi Francis Williams, Koffi Kouadio, Kamagate Bamory, Doumouya Inza, Savane Issiaka, Srohorou Bernard, 2008).

A signaler que notre travail s'est basé sur les séries de durées partielles ajustées suivant la loi Exponentielle

Concernant les modèles choisis pour les stations de Soumaa, Mouzaia et Oued Zeboudj, on remarque la prédominance du modèle de Talbo qui est plus utilisé en hydrologie urbaine pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques.

Le modèle de Talbo « à trois paramètres » a été aussi choisi pour l'établissement des courbes IDF pour Annaba, Congo, Belgique, Cote d'Ivoire, Venezuela,.....

Alors que pour le modèle de Montana, plusieurs remarques ont été enregistrées dans la littérature, à savoir :

Ce modèle est préconisé par certains auteurs dont Réménérias (1972) et constitue une référence dans certains pays « comme la Côte d'Ivoire » pour le dimensionnement des ouvrages hydrauliques des villes (DCAD, 1979). Elle présente aussi une référence en France pour le dimensionnement des systèmes d'assainissement des agglomérations (Circulaire inter-ministérielle, 1981). Une formulation élémentaire de la formule de Montana se trouve aussi dans le nouveau guide français de l'assainissement (CERTU, 2003). Les coefficients ainsi déterminés sont ensuite insérés dans la formule de Caquot pour calculer les débits.

Monhymont et Démarée (2006) après l'établissement de courbes Intensité-Durée-Fréquence de la région de Yangambi (Congo) au moyen de différents modèles empiriques de type Montana, préconisent le rejet de ce modèle au profit d'une formule ayant une base physique et probabiliste plus solide.

Donc, il faut dire que le maximum des études qui ont préconisé le rejet du modèle de Montana s'est basé sur les séries de maximums annuels, ce qui est le contraire pour le cas de notre étude où nous sommes basés sur les séries de durées partielles.

Ainsi, deux facteurs peuvent avoir un effet sur le choix du modèle pour l'établissement des courbes IDF :

- a- La qualité des données
- b- Le seuil choisi pour les séries de durées partielles

CONCLUSION :

Nous avons montré à travers ce chapitre que les courbes IDF pour les stations de Soumaa et Mouzaia qui se situent dans la même zone climatique « pleine de Mitidja » sont modélisés suivant la loi de Talbo, alors que pour la station d'Oued Zeboudj qui se situe en altitude, le modèle de Montana est le meilleur.

CONCLUSION GENERALE

A travers cette étude, nous avons établi les courbes intensité-durée-fréquence pour les stations de Soumaa et Mouzaia qui se situent dans la même zone climatique (pleine de la Mitidja) et de Oued Zeboudj qui se situe en altitude.

Suite à une comparaison entre les modèles probabilistes d'ajustement, l'analyse fréquentielle des pluies maximales annuelles a permis le choix de la loi de Gumbel comme meilleur modèle pour la station de Soumaa et la loi de log normale pour les stations de Mouzaia et de Oued Zeboudj.

Ce choix ne reflète pas la situation pluviométrique de ces stations vu que plusieurs chercheurs remettent en cause la prédominance de la loi de Gumbel (Achite et Meddi, 2005 - Chaouche et al, 2002 Koutsoyiannis, 2003 - Coles et al, 2003 - Barco et Chaouche, 2006).

Tandis que d'autres recherches (Koutsoyiannis, 2004 – Gellens, 2002) affirment que l'application de la loi de Gumbel sans raisonnement, ni comparaison possible avec d'autres modèles peut conduire à une mauvaise estimation du risque, d'où une sélection préalable des lois statistiques est préférable pour minimiser les erreurs.

L'analyse fréquentielle des séries de durées partielles a été ensuite étudiées vu qu'elle conduit habituellement à de meilleurs ajustements par rapport à la méthode des maxima annuels (Lang et al 1999)

Les séries tronquées sont souvent ajustées suivant la loi exponentielle, le seuil est calculé suivant la méthode de Mean Residual Life Plot et tenant compte des résultats des seuils suivant le principe de Madsen et al (1994) et de Lang (1999)

L'établissement des courbes IDF sur la base des quantiles de pluie sup-seuil porte l'objectif principal de cette étude par la comparaison entre quatre modèles les plus utilisés dans la littérature : Talbo, Montana, Talbo amélioré et le modèle de Kheifer Chu.

La modélisation de ces courbes s'est basé sur une méthode graphique par régression non linéaire « sur EXCEL » tout en respectant le critère de NASH pour assurer le minimum d'erreur.

Les meilleurs modèles évalués sont :

Le modèle de Talbo « à deux et à trois paramètres » successivement pour les stations de Soumaa et Mouzaia

Le modèle de Montana pour la station d'Oued Zeboudj

Les paramètres caractérisant les courbes IDF pour ces trois stations se rapprochent, ce qui prouve le climat engendrant ces trois stations qui est le climat méditerranéen

Les représentations bi-logarithmiques pour les modèles choisis indiquent une certaine courbure plus ou moins sauf pour le modèle de Talbo « à 3 paramètres » où la courbure est négligeable vu que le coefficient « c » est très faible (1min environ)

Puisque certains chercheurs ont préconisé le choix du modèle de Montana, ce dernier ne peut pas être rejeté surtout qu'il s'agit des séries de durées partielles ajustées suivant la loi exponentielle, contrairement à ce qui a été cité dans la littérature concernant le rejet de cette loi mais sur la base des séries de maximums annuels.

Enfin, il faut dire qu'une mise à jour des courbes IDF pour le Nord d'Algérie suivant une étude régionale et sur la base des séries de durées partielles est indispensable pour comprendre la variation des intensités pluviales dans le contexte du changement climatique, et ce pour le but de la prévention contre les inondations.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDRE MUSY ET CHRISTOPHE HIGY. (2004). *Hydrologie une science de la nature*. Presses polytechniques et universitaires Romandes.

PAUL MEYLAN ET ANDRE MUSY . (1999). *Hydrologie fréquentielle*. Edition HGA Bucarest.

BERNARD MOHYOUT; Gaston R. Demarée. (2006). *Courbes-intensité-durée-fréquence des précipitations à YANGAMBI, CONGO aux moyens de différents modèles de type Montana*. *Journal des sciences hydrologiques* 51(2) Avril 2006. Institut Royal Météorologique Bruxelles, Belgique.

PAUL MEYLAN. A.F.P.C *Analyse fréquentielle par comptage*. (2010). AIC Ingénieurs conseils SA Lausanne.

TAMARA BENABDESSELAM et YAHIA HAMMAR. (2009). *Estimation De La Réponse Hydrologique D'un Bassin Versant Urbanisé*. *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X, vol 29 N°3, pp.334-348.

RIOU BENSOTRA MOHAMED. (2008). *Etude statistique des précipitations journalières et horaires de la plaine de Cheliff*. Centre universitaire de khemis Miliana.

G.I OKONKOW AND C.C MBAJIORGU. (2010). *Rainfall Intensity-Duration-Frequency analyses for south eastern Nigeria*. *Agricultural Engineering International*. CIGR Ejournal. Manuscript 1304. Vol. XII

LE MINH NHAT, Y.TACHIKAWA, T.SAYAMA, K.TAKARA. (2006). *Derivation of rainfall Intensity-Duration-Frequency*. *Technical documents in hydrology* n°6, Kyoto university, Japan .pp 89-96.

PAUL MEYLAN, ANNE-CATHERINE FAVRE, ANDRE MUSY. (1999). *Hydrologie fréquentielle une science prédictive*. Presses Polytechniques et universitaires romandes.

VINCENT MORON & FRANÇOIS SABATIER. (2003). *Rapport final de recherche, Impact des évènements extrêmes (tempêtes et surcotes) sur les hydrosystèmes du littoral méditerranéen dans le cadre du changement climatique*. Université d'Aix-Marseille (CNRS).

HUSER RAPHAËL. (2007). *Modélisation statistique des précipitations extrêmes*. Ecole polytechnique de Lausanne.

BECHIR RAGGAD. (2009). *Fondements de la théorie des valeurs extrêmes, ses principales applications et son apport à la gestion des risques du marché pétrolier*. *Mathematics and Social Sciences* n° 186, p. 29-63.

GOUBANOVA KATERINA. (2007). *Thèse de Doctorat, Une étude des événements climatiques extrêmes sur l'Europe et le bassin Méditerranéen et de leur évolution futur*. Laboratoire de Météorologie Dynamique du CNRS, IPSL Université Pierre et Marie Curie Paris, France.

NOUREDDINE BENLAGHA, MICHEL GRUN-REHOMME, OLGA VASECHKO. *Les sinistres graves en assurance automobile : Une nouvelle approche par la théorie des valeurs extrêmes*. Research Institute of Statistics, ERMES-UMR7181-CNRS. Université Paris, France.

AHMADI KINGUMBI – ALAIN MAILHOT. *Courbes intensité-durée-fréquence (IDF) : Comparaison des estimateurs des durées partielles et des maximums annuels. Journal des sciences hydrologiques – INRS Terre et Environnement – Québec, Canada*

VINCENT MORON & FRANÇOIS SABATIER. (2007). *IMPLIT – Impact des évènements extrêmes (tempêtes et surcotes) sur les hydrosystèmes du littoral méditerranéen dans le cadre du changement climatique. Université d'Aix-Marseille I & CEREGE, UMR 6635 CNRS.*

BERNARD MOHYMONT & GASTON R. DEMAREE. (2006). *Établissement des courbes Intensité- Durée-Fréquence (IDF) des précipitations basées sur les séries temporelles de longue durée des stations hydrométéorologiques situées en Région wallonne pour des durées de 10 minutes, 1 heure jusqu'à 1 mois. Institut Royal Météorologique de Belgique.*

A. BENKHALED. (2007). *Distributions statistiques des pluies maximales annuelles dans la région du Cheliff - comparaison des techniques et des résultats. Courrier du Savoir N°08. Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface (LARHYSS) - Faculté des Sciences et des Sciences de l'Ingénieur - Université de Biskra, pp.83 – 91.*

MARIO HACHE. (1993). *Modélisation de variables de précipitation par des distributions statistiques, Application à la région du Québec et du nouveau Brunswick, université du Québec.*

FRANCK MAZAS, LUC HAMM. (2008). *Réconcilier théorie et pratique dans la détermination des houles extrêmes, Xèmes Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil, Sophia Antipolis.*

AZIZ KOUIDER. (2003). *Analyse fréquentielle locale des crues au Québec. université du Québec, INRS – ETE.*

DR NK. GOEL & SHIBAYAN SARKAR. (2007). *Regional Rainfall Intensity-Duration-Frequency Relationships, NTPC Sponsored training course on Design flood analysis for hydropower projects . Indian Institute of technology Roorkee.*

B. MOHYMONT, G. R. DEMARÉE, AND D. N. FAKA. (2004). *Establishment of IDF-curves for precipitation in the tropical area of Central Africa – comparison, of techniques and results. Natural Hazards and Earth System Sciences. Royal Meteorological Institute of Belgium, 375–387*

MOHAMED MEDDI ET HIND MEDDI. (2009). *Variabilité des précipitations annuelles du Nord Ouest de l'Algérie. Centre universitaire de Khemis Miliana, 57-65.*

SORO GNENEYOUGO EMILE, GOULA BI TIE ALBERT, KOUASSI FRANCIS WILLIAMS, KOFFI KOUADIO, KAMAGATE BAMORY, DOUMOUYA INZA, SAVANE ISSIAKA, SROHOROU BERNARD. (2008). *Courbes Intensité Durée Fréquence des Précipitations En climat Tropical Humide : Cas de la Région D'Abidjan (Côte D'Ivoire). European Journal of Scientific Research Vol.21 No.3, pp.394-405*

NICOLAS ROMIEUX. (2011). *Synthèse et régionalisation des données pluviométriques de la Nouvelle Calédonie, Direction des affaires vétérinaires alimentaires et rurales, Service de l'eau, statistiques et études rurales.*

EDILBERTO GUEVARA , ADRIANA M. MÁRQUEZ. (2008). Regional Modeling of IDF Curves for Venezuela. School of Civil Engineering, Carabobo University, Venezuela.

G.I. OKONKWO AND C.C. MBAJIORGU. (2010). Rainfall Intensity-Duration-Frequency Analyses for South Eastern Nigeria. Agricultural and Bioresources Engineering Department, University of Nigeria, the CIGR Ejournal. Manuscript 1304. Vol. XII.

ALBERT GOULA BI TIE, BROU KONAN, YAO TELESOPHORE BROU, SAVANE ISSIAKA, VAMORYBA FADIKA & BERNARD SROHOUROU. (2007). Estimation des pluies exceptionnelles journalières en zone tropicale: cas de la Côte d'Ivoire par comparaison des lois log normale et de Gumbel. UFR Sciences de l'Homme et de la Société, Université de Cocody Abidjan, Côte d'Ivoire.

I- **ANALYSE FREQUENTIELLE DES PLUIES MAXIMALES ANNUELLES**

I-1 **COMPARAISON GRAPHIQUE :**

A- **STATION DE SOUMAA :**

15 minutes :

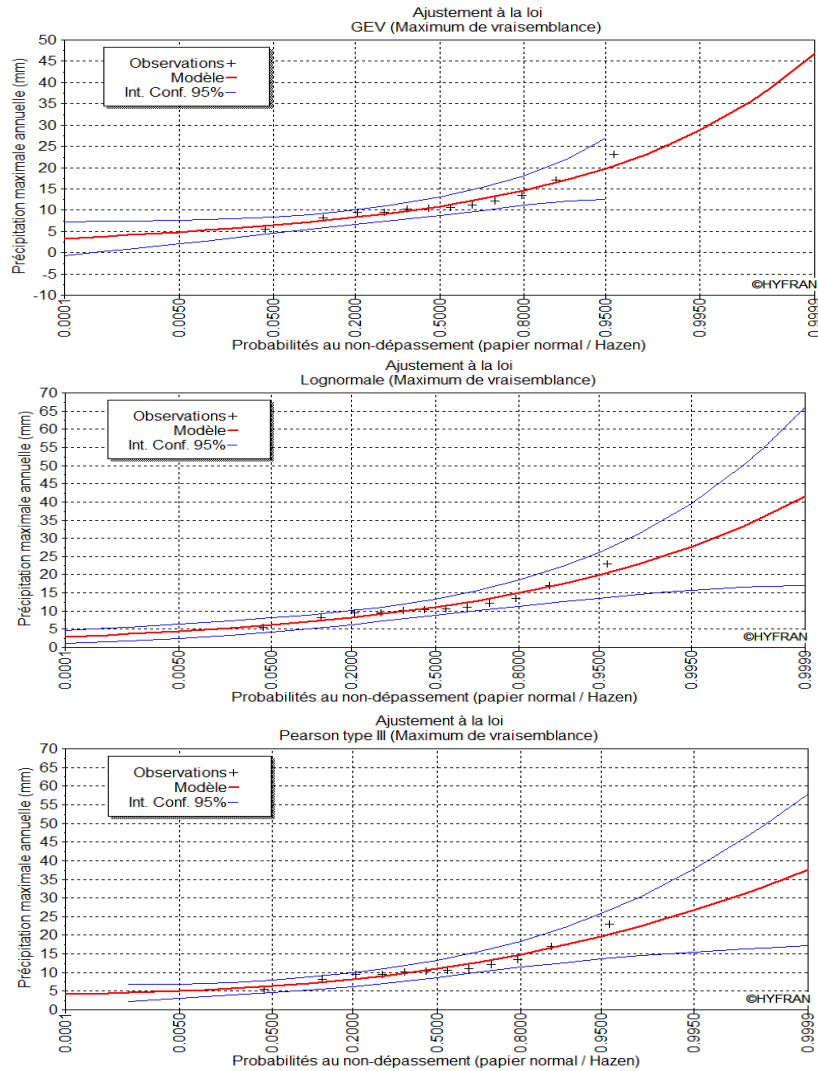
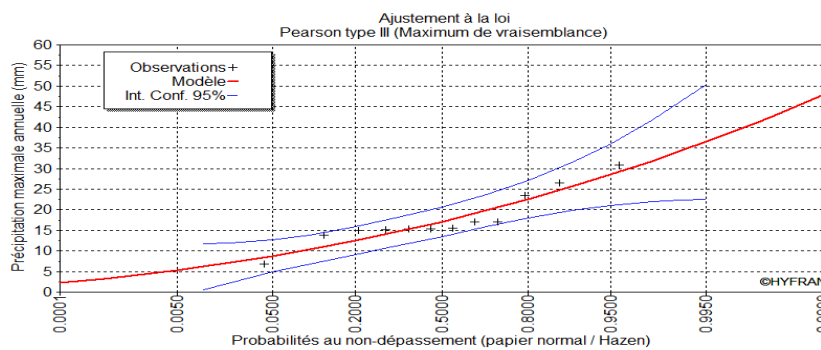


Figure 165 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 15 min suivant les lois de GEV, Log normale, et Pearson III «station de Soumaa »

30 minutes :



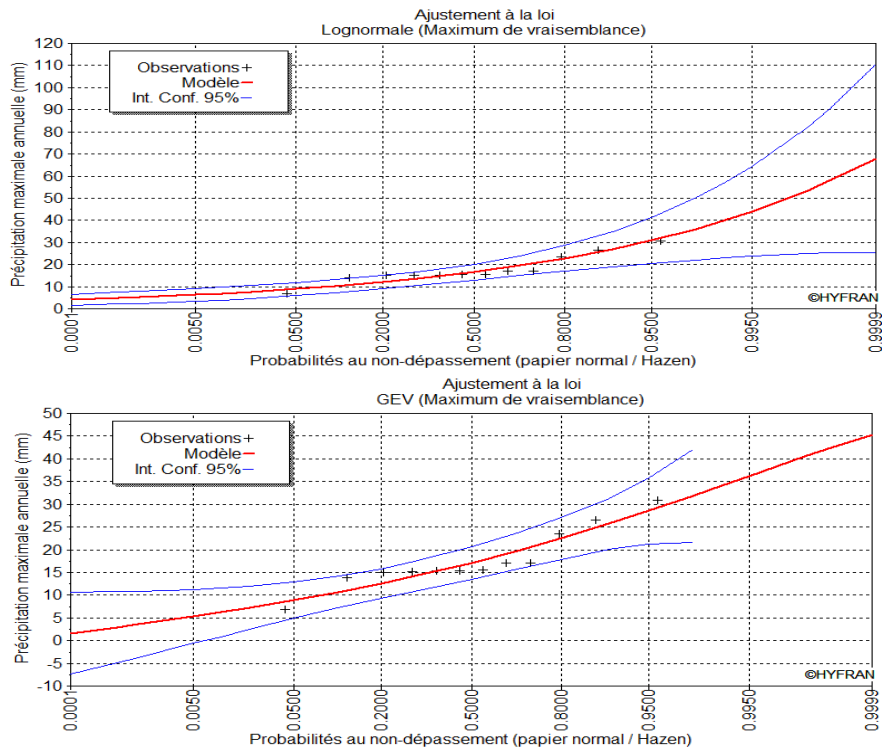
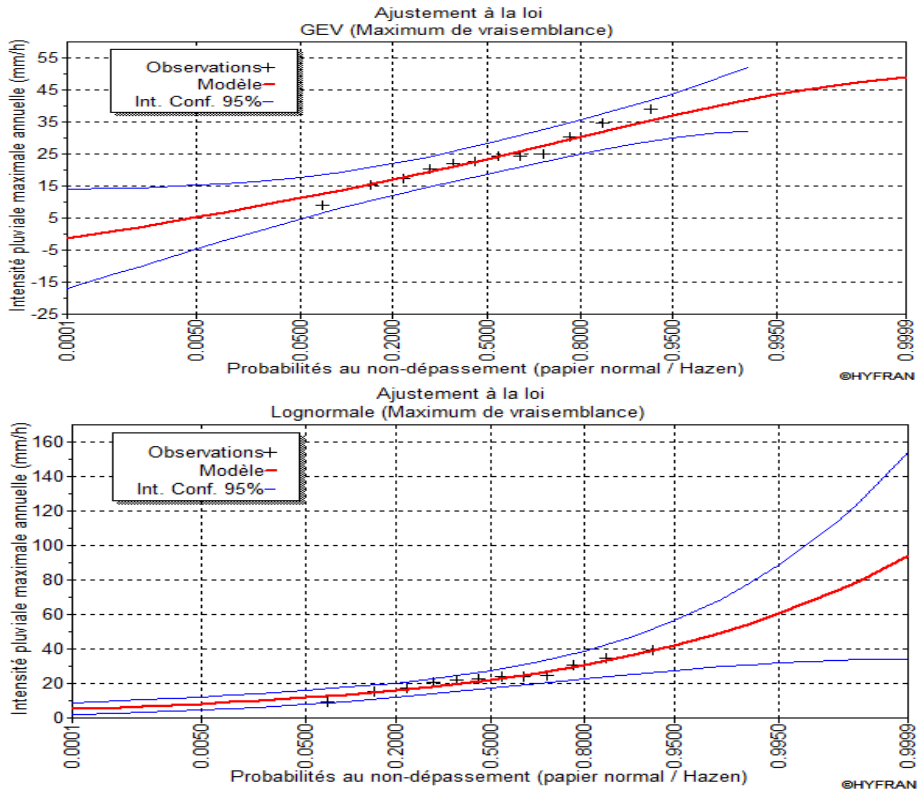


Figure 166 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 30 min suivant les lois de GEV, Log normale, et Pearson III «station de Soumaa »

60 minutes :



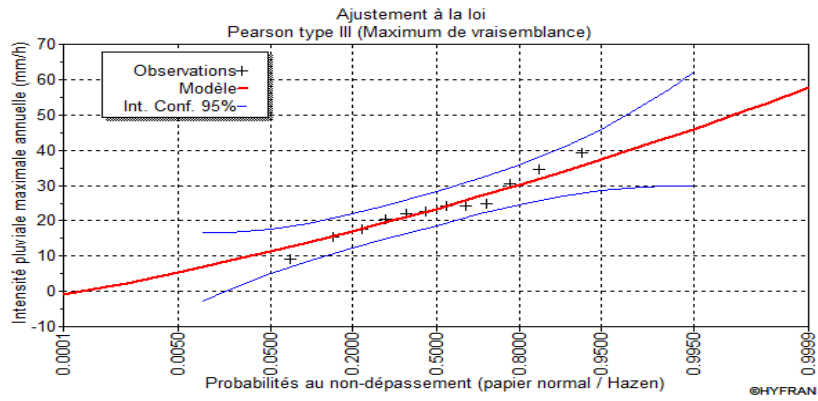


Figure 167 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 60 min suivant les lois de GEV, Log normale, et Pearson III «station de Soumaa »

120 minutes :

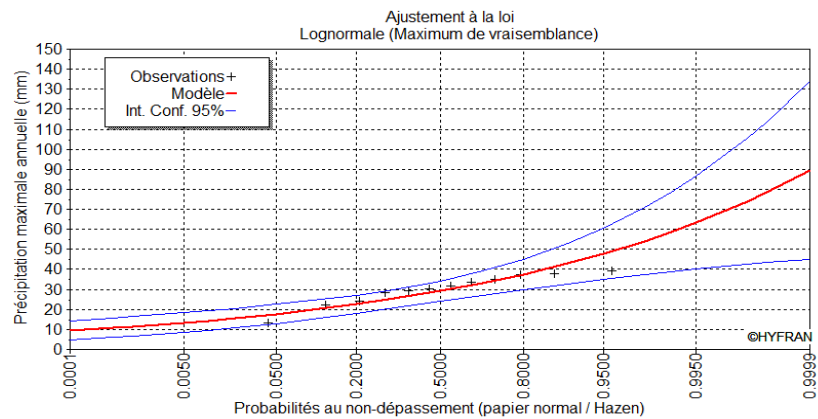
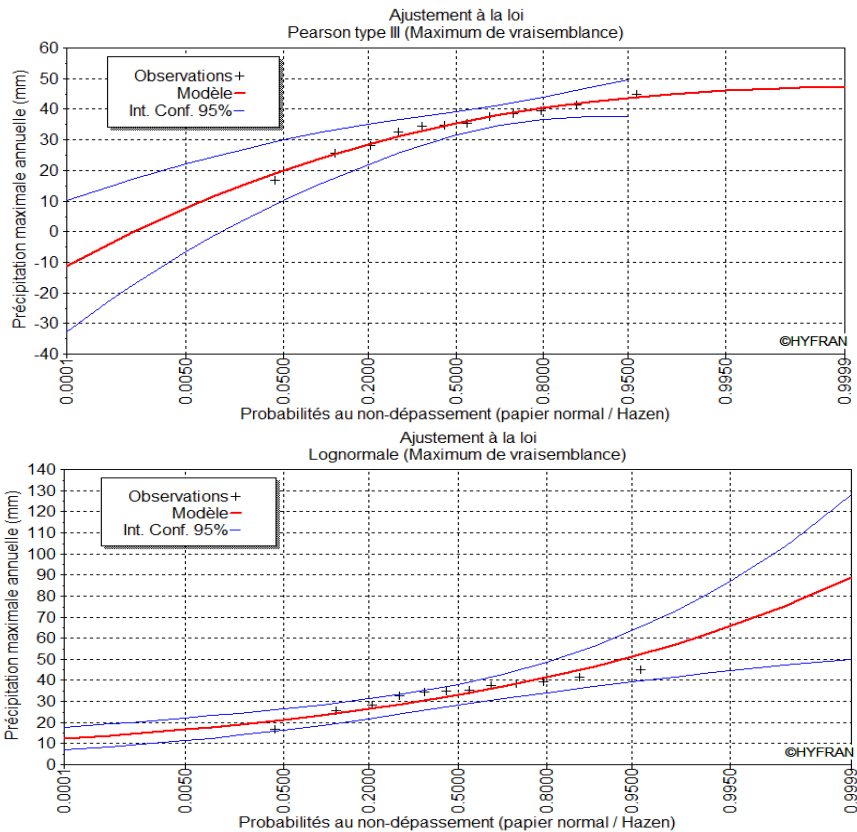


Figure 168 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 120 min suivant la loi de Log normale «station de Soumaa »

180 minutes :



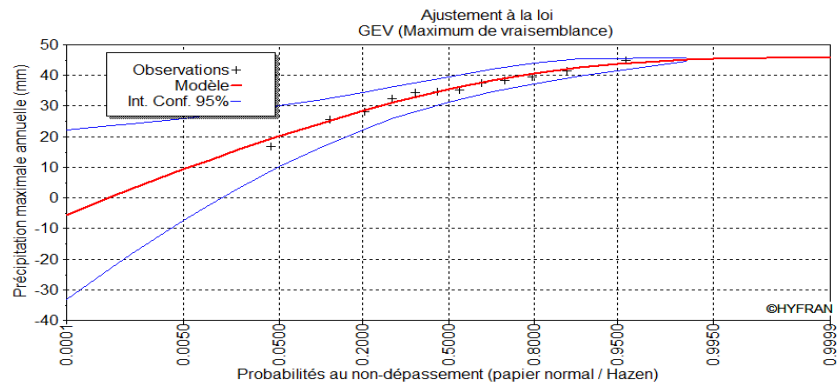


Figure 169 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 180 min suivant les lois de GEV, Log normale, et Pearson III «station de Soumaa »

360 minutes :

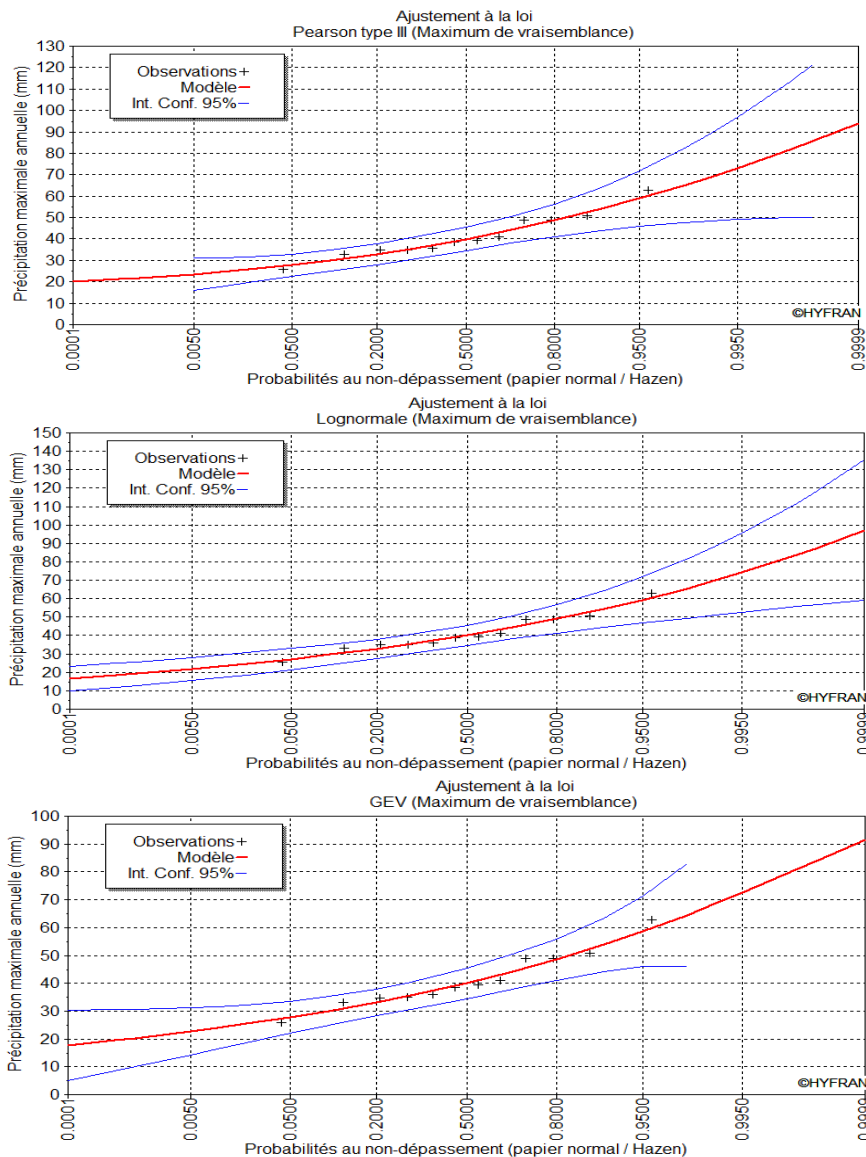


Figure 170 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 360 min suivant les lois de GEV, Log normale, et Pearson III «station de Soumaa »

B- STATION DE MOUZAIA

15 minutes

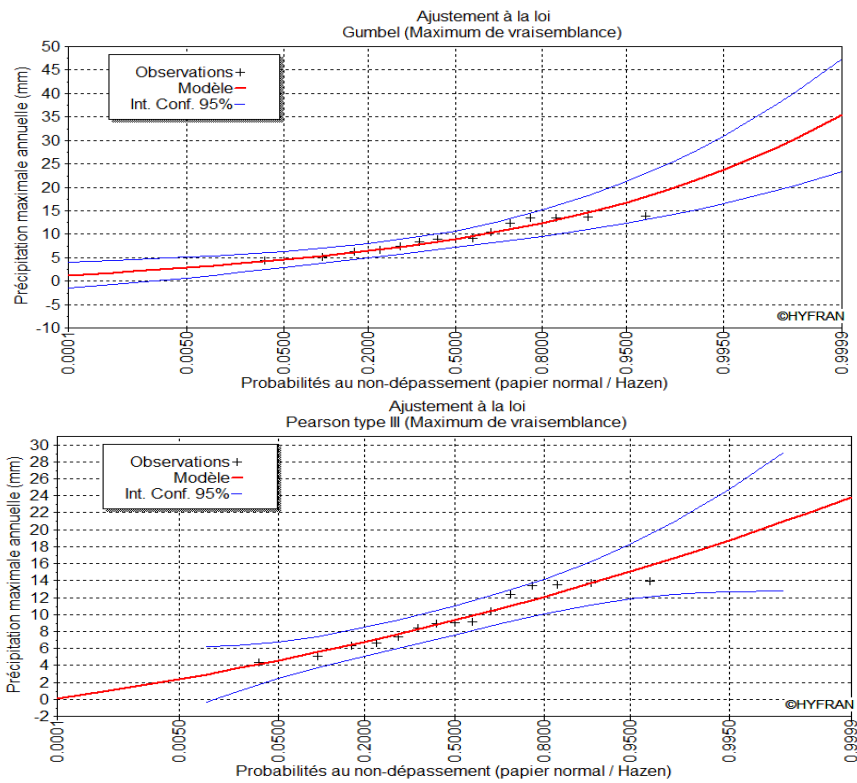
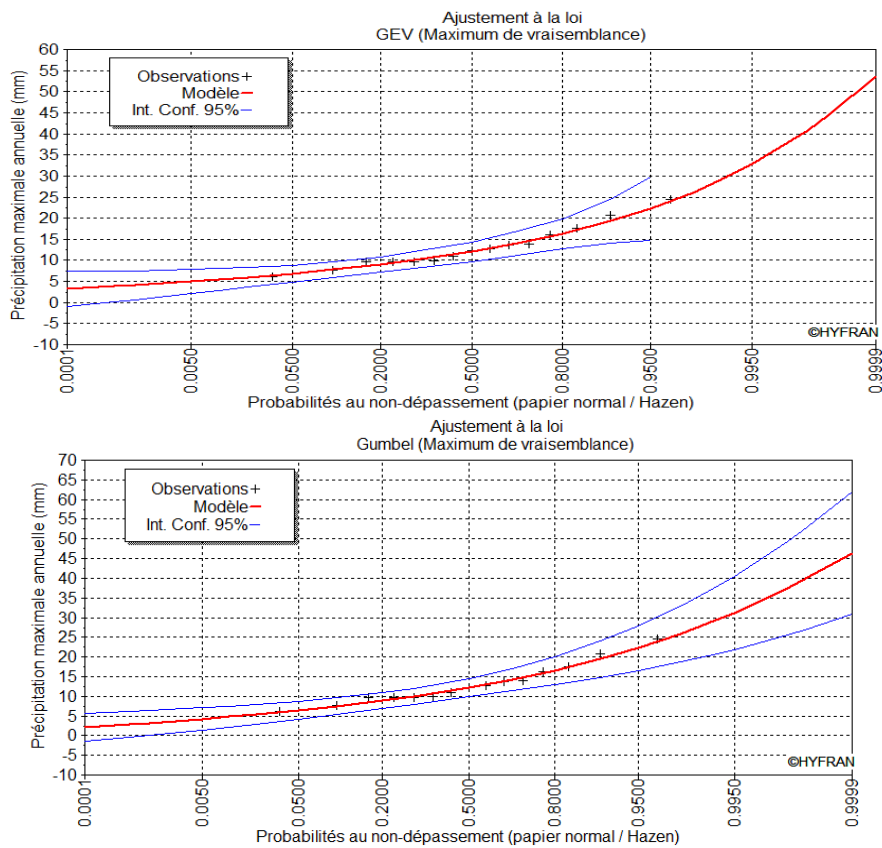


Figure 171 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 15 min suivant les lois de Gumbel et Pearson III «station de Mouzaia »

30 minutes



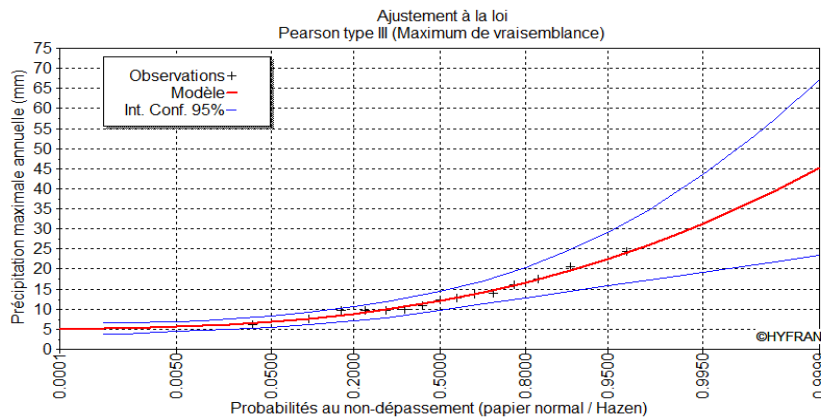


Figure 172 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 30 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Pearson III « station de Mouzaia »

60 minutes

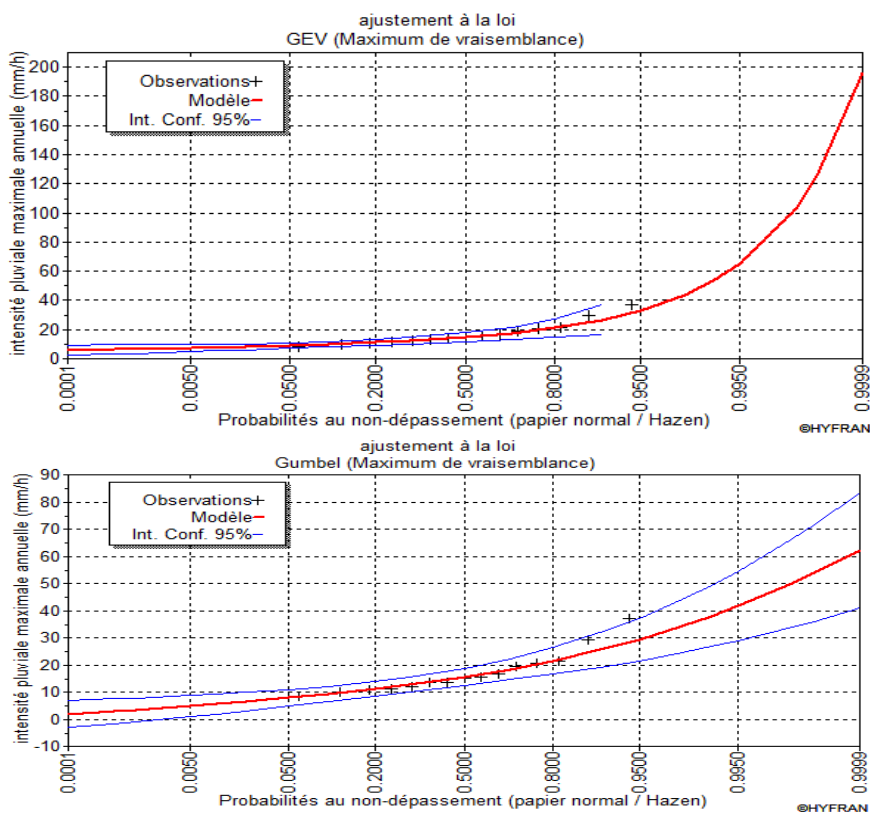
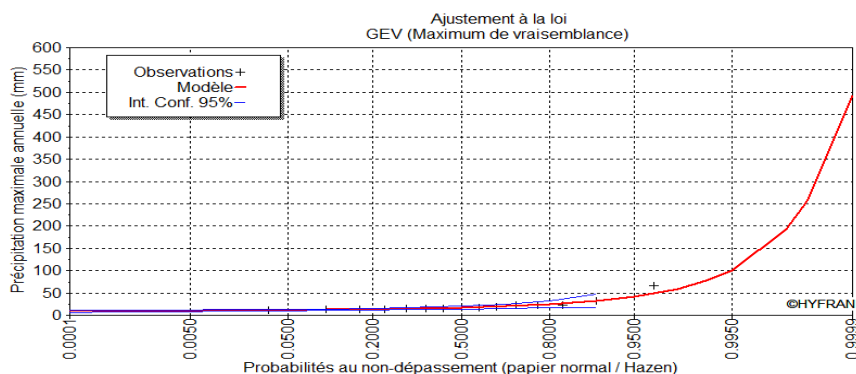


Figure 173 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 60 min suivant les lois de GEV et Gumbel « station de Mouzaia »

120 minutes :



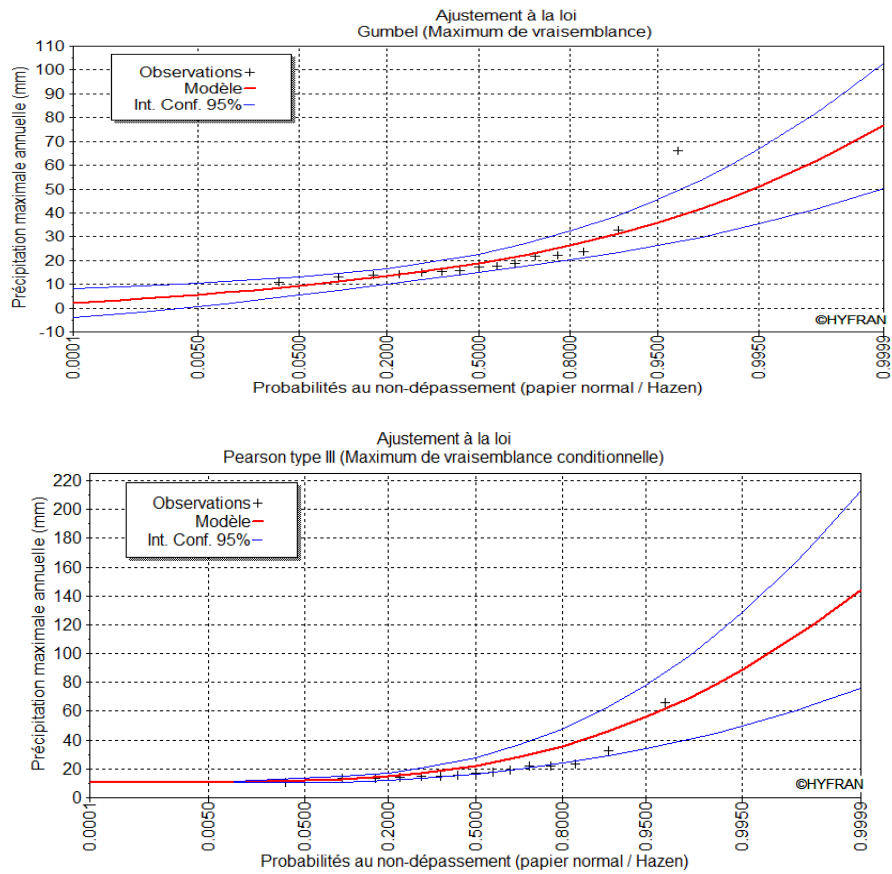
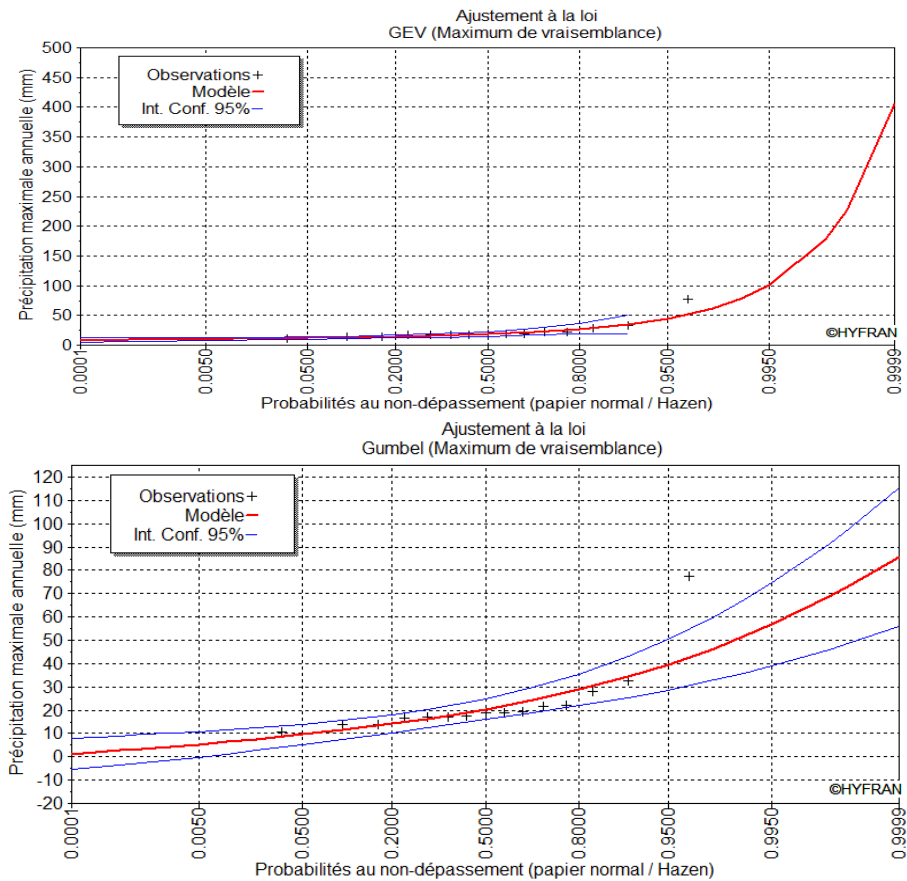


Figure 174 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 120 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Pearson III «station de Mouzaia »

180 minutes :



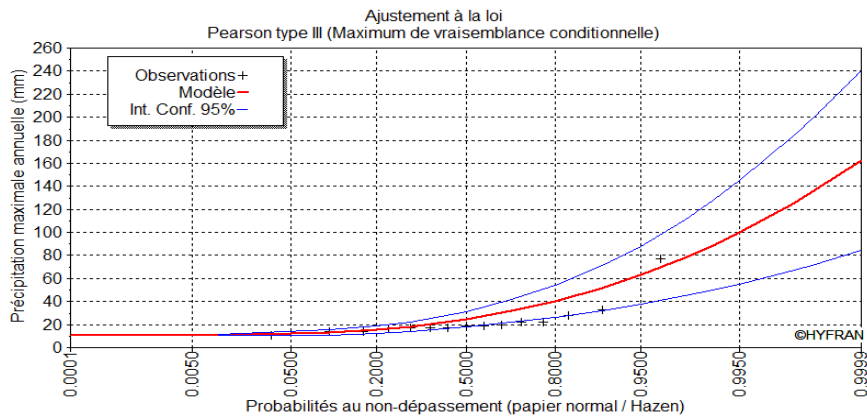


Figure 175 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 180 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Pearson III «station de Mouzaia »

360 minutes :

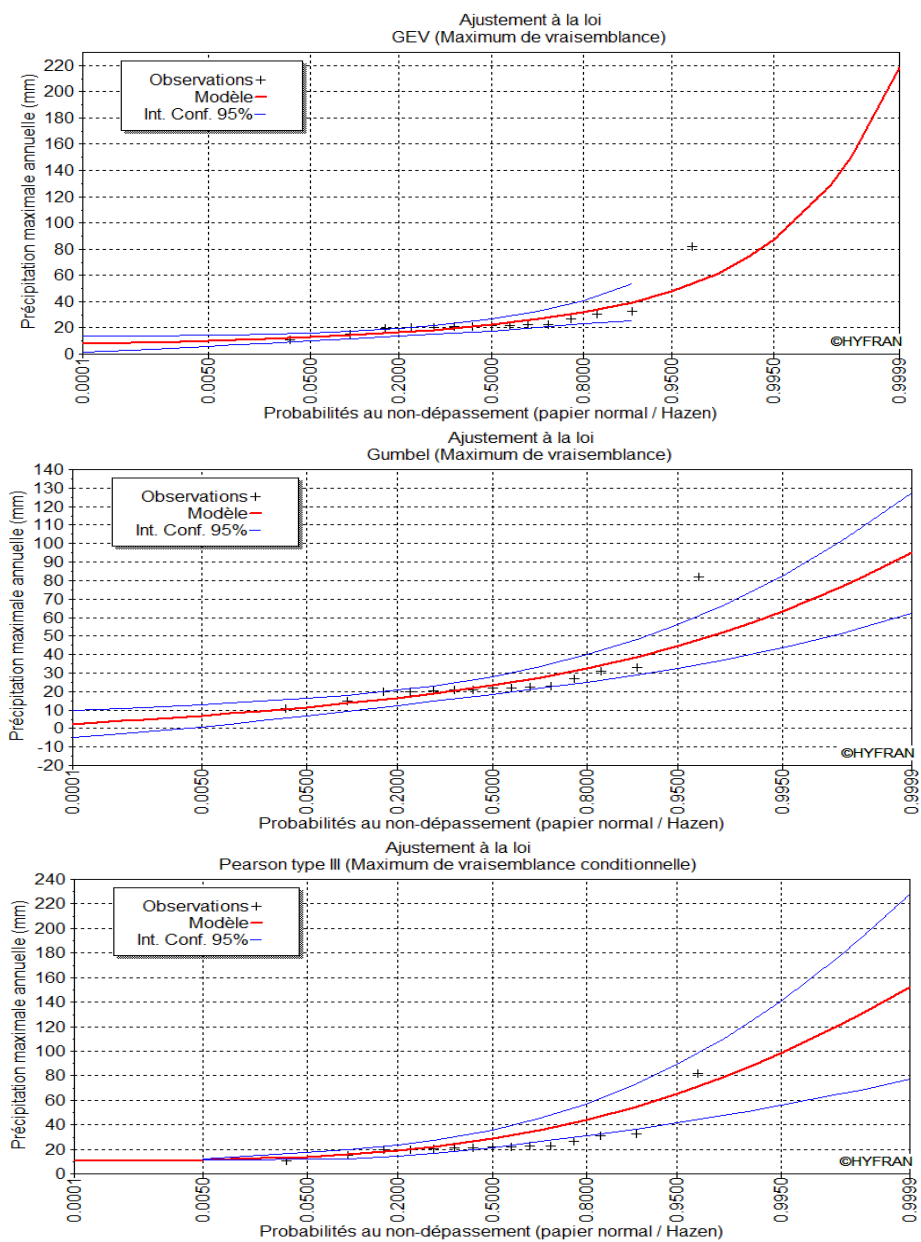


Figure 176 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 360 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Pearson III «station de Mouzaia »

C- STATION D'OUED ZBOUDJ

15 MINUTES :

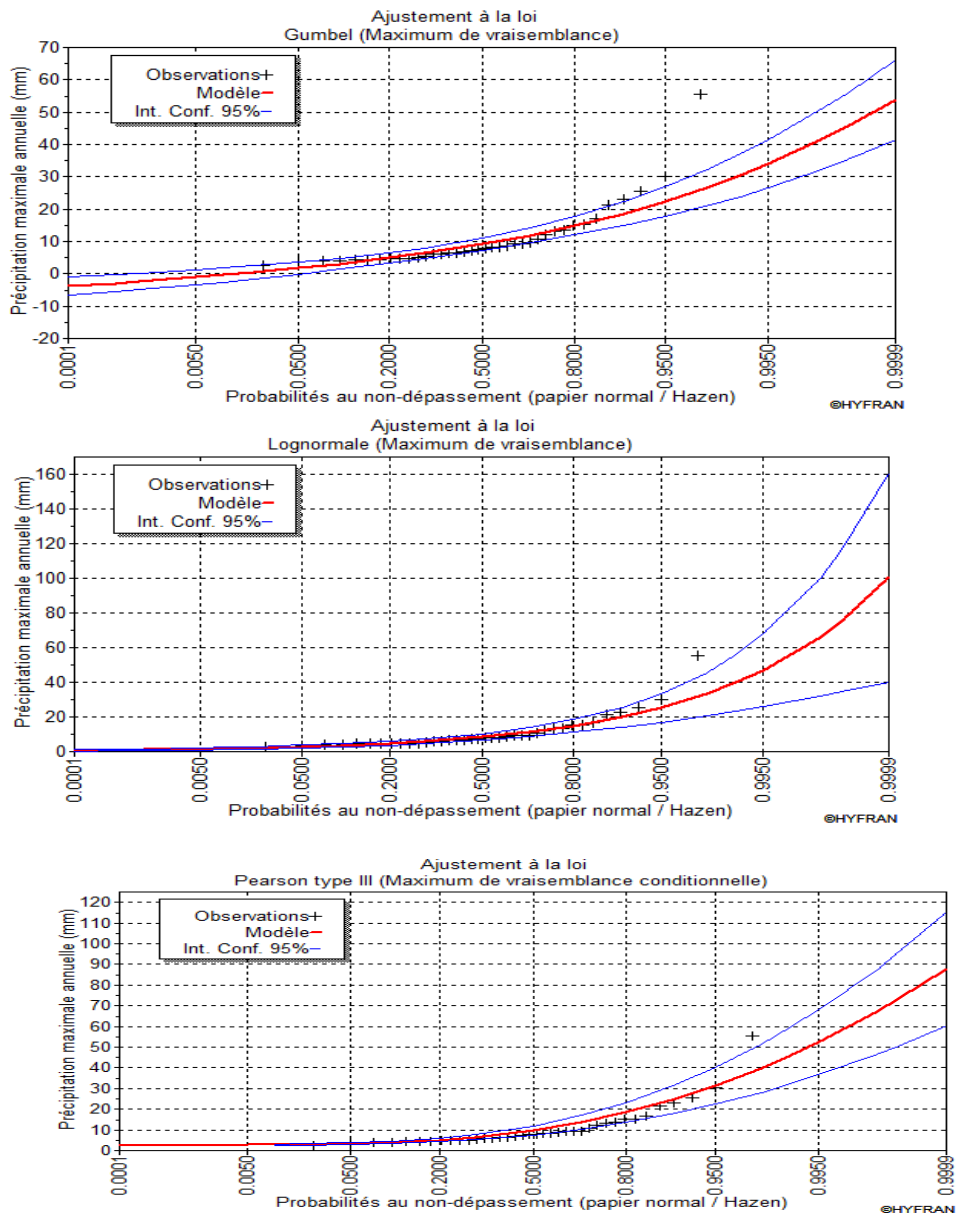
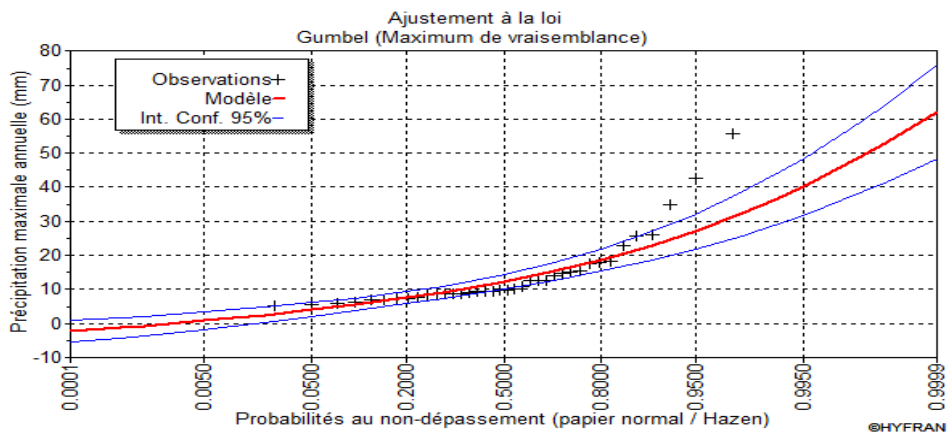


Figure 177 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 15 min suivant les lois de Gumbel, Log normale et Pearson III «station de Oued Zeboudj »

30 minutes :



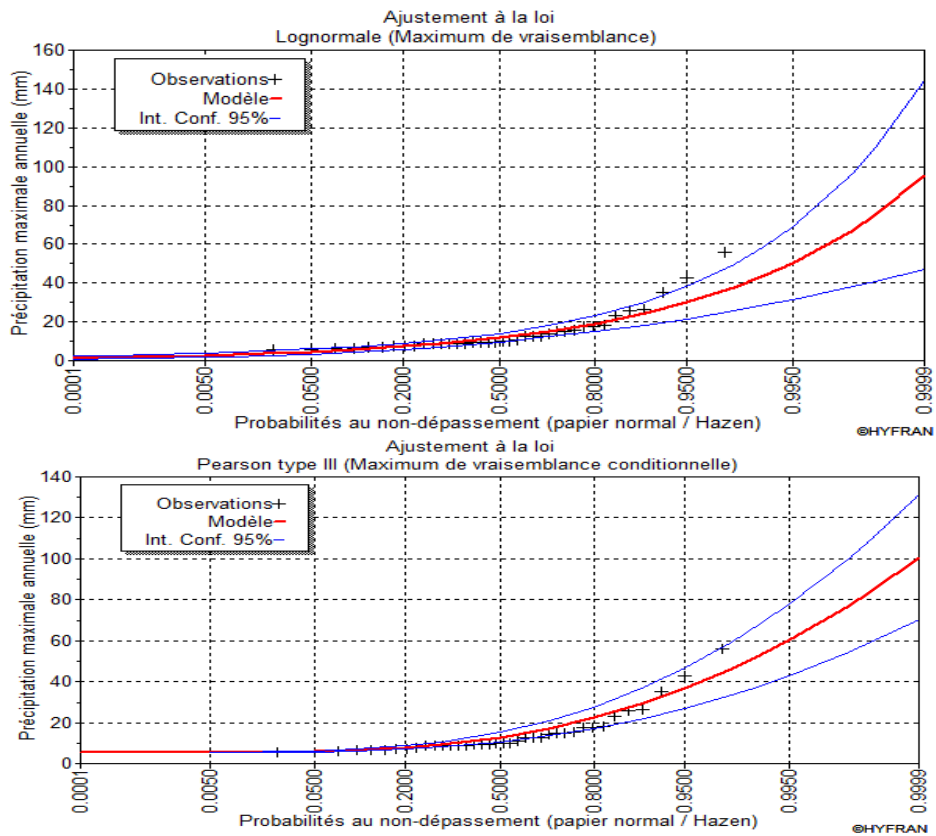
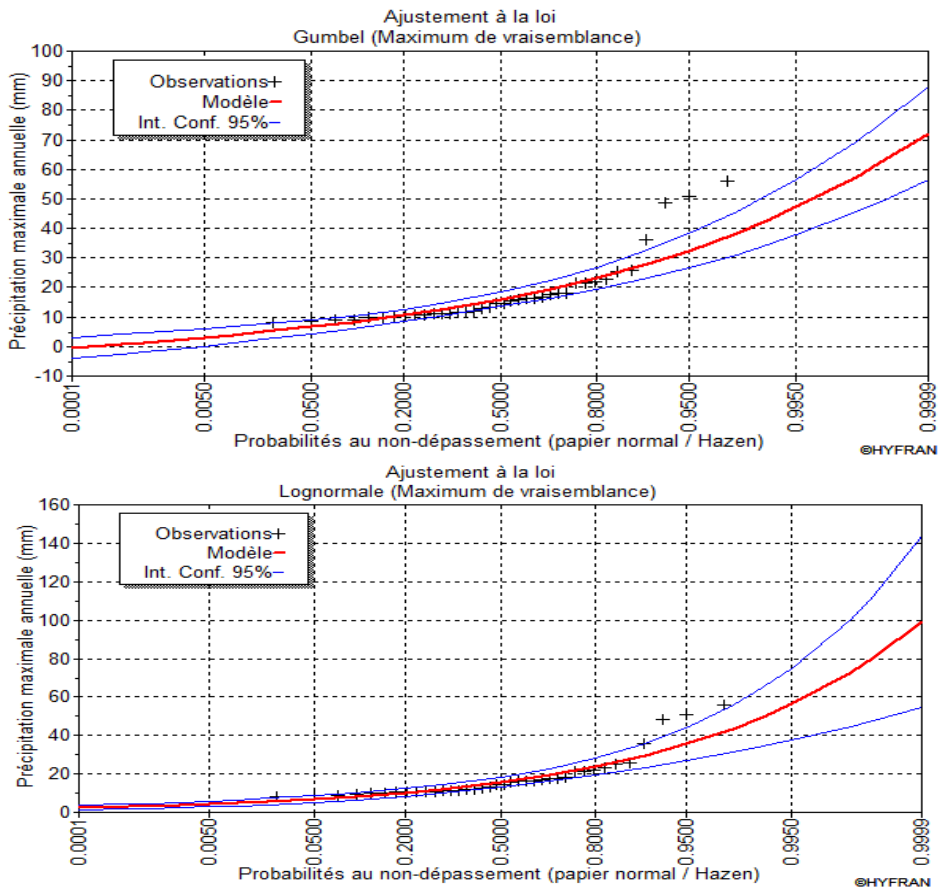


Figure 178 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 30 min suivant les lois de Gumbel, Log normale et Pearson III «station de Oued Zeboudj »

60 minutes :



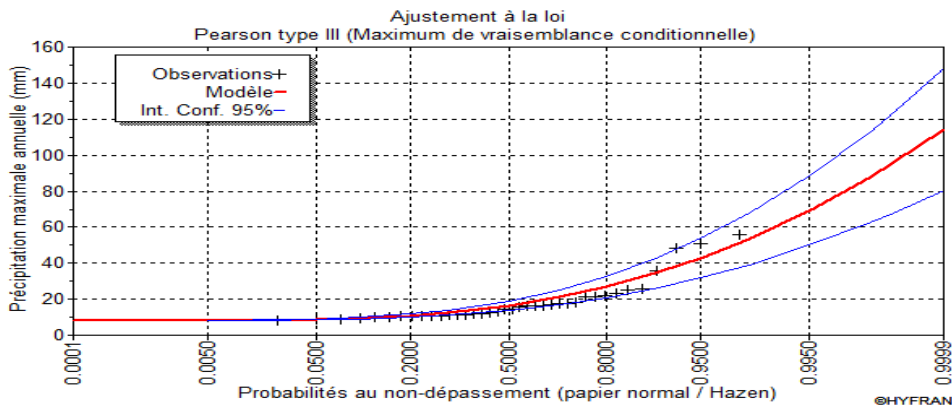


Figure 179 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 60 min suivant les lois de Gumbel, Log normale et Pearson III «station de Oued Zeboudj »

120 minutes :

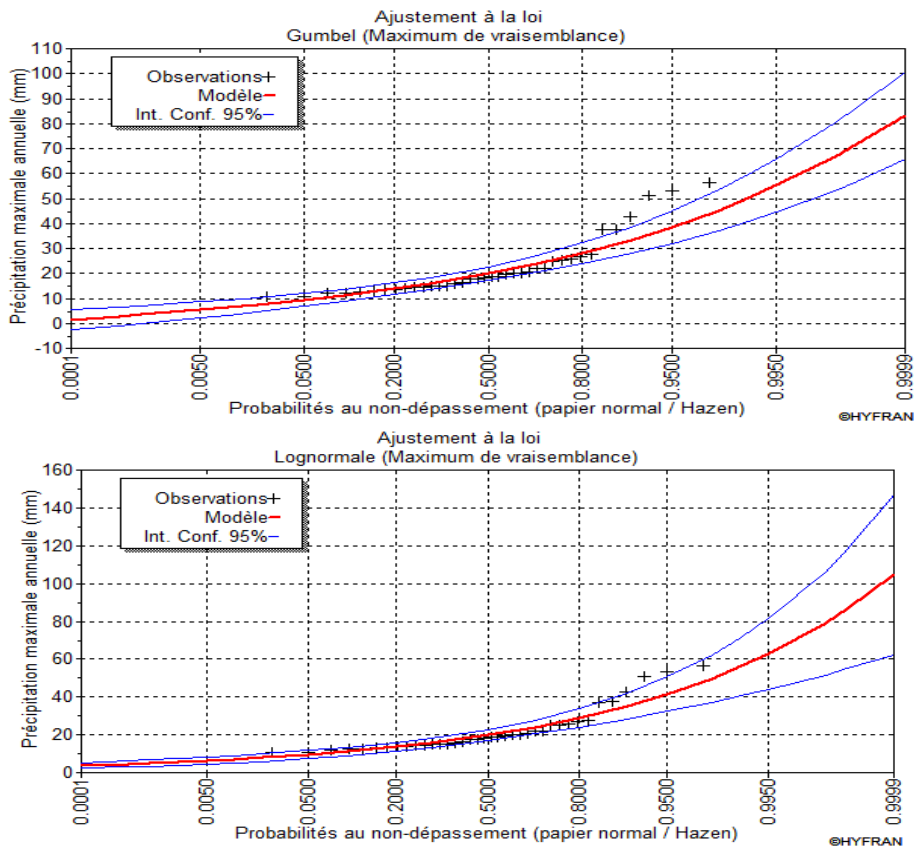
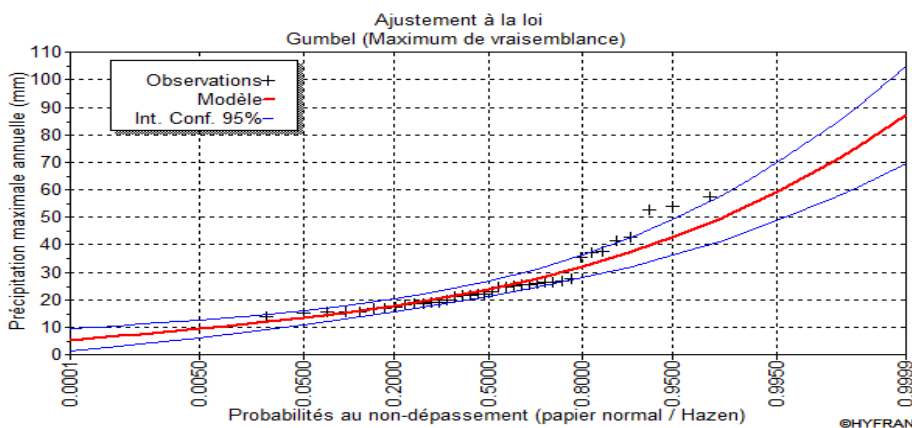


Figure 180 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 120 min suivant les lois de Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »

180 minutes :



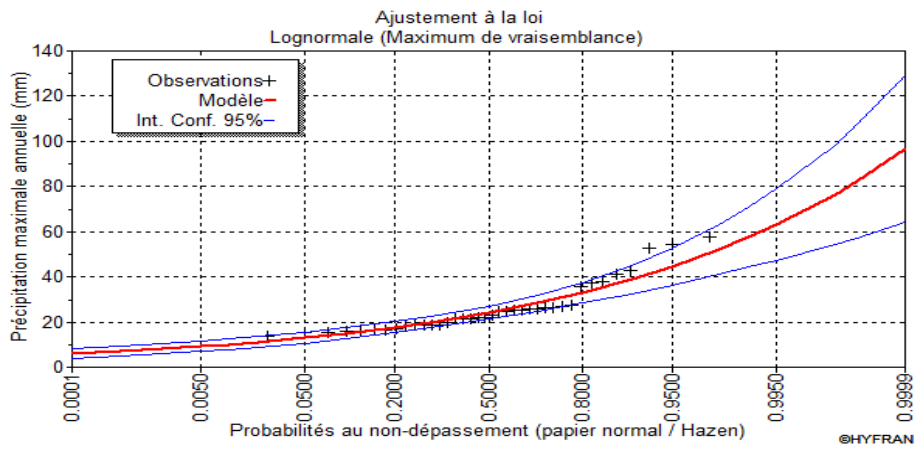


Figure 181 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 180 min suivant les lois de Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »

360 MINUTES :

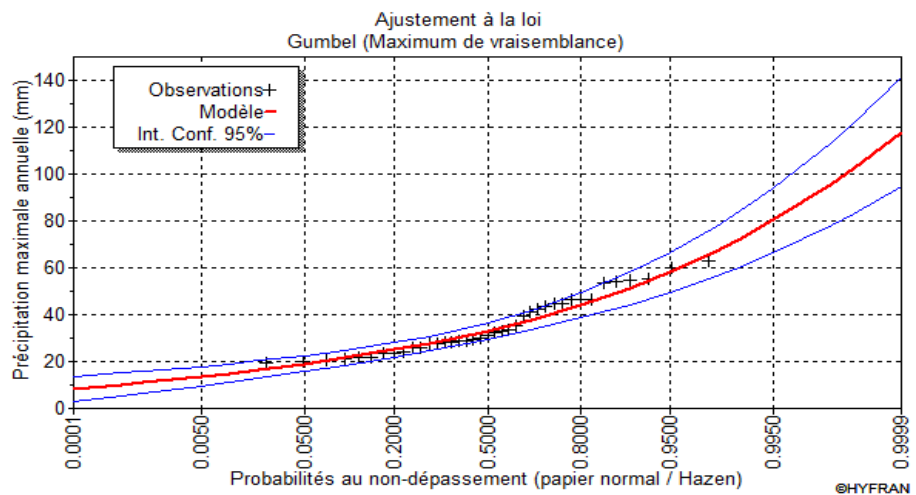
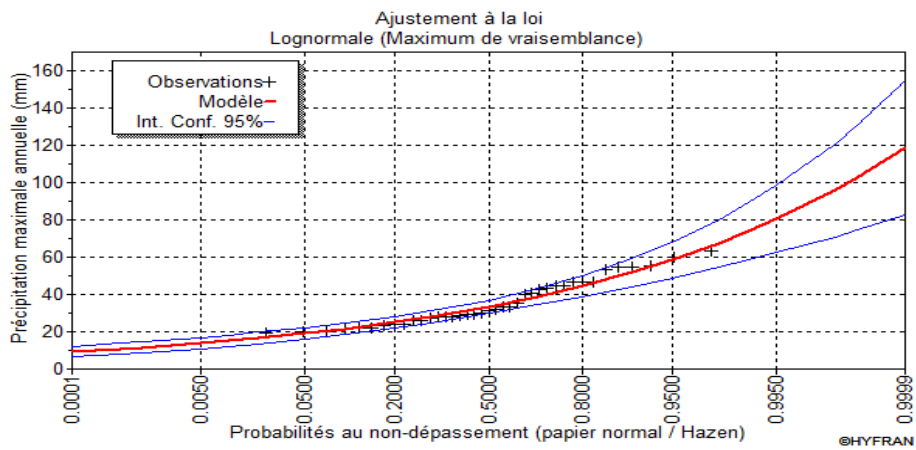


Figure 182 : Ajustement statistique des pluies maximales annuelles pour une durée de 360 min suivant les lois de Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »

I-2 ESTIMATION DES QUANTILES ET CALCUL DES ERREURS RELATIVES (ou biais relatives) :**A- SOUMAA :****A-1 Durée de 15 minutes :**

GUMBEL			GEV		LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	25,2155	0,0269	100.0	25,9118	100.0	25,3012	0,0236	100.0	24,6220	0,0498
50.0	22,8682	0,0141	50.0	23,1944	50.0	22,9600	0,0101	50.0	22,5374	0,0283
20.0	19,7357	-0,0005	20.0	19,7252	20.0	19,8474	-0,0062	20.0	19,6636	0,0031
10.0	17,3157	-0,0089	10.0	17,1628	10.0	17,4371	-0,0160	10.0	17,3590	-0,0114
5.0	14,7928	-0,0135	5.0	14,5961	5.0	14,9061	-0,0212	5.0	14,8718	-0,0189
2.0	10,9823	-0,0064	2.0	10,9128	2.0	11,0457	-0,0122	2.0	10,9912	-0,0072
GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	25,9118	-0,0241	100.0	25,3012	100.0	25,2155	0,0034	100.0	24,6220	0,0268
50.0	23,1944	-0,0102	50.0	22,9600	50.0	22,8682	0,0040	50.0	22,5374	0,0184
20.0	19,7252	0,0062	20.0	19,8474	20.0	19,7357	0,0056	20.0	19,6636	0,0093
10.0	17,1628	0,0157	10.0	17,4371	10.0	17,3157	0,0070	10.0	17,3590	0,0045
5.0	14,5961	0,0208	5.0	14,9061	5.0	14,7928	0,0076	5.0	14,8718	0,0023
2.0	10,9128	0,0120	2.0	11,0457	2.0	10,9823	0,0057	2.0	10,9912	0,0049
GEV			PEARSON III		LOG NORMALE			GUMBEL		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	25,9118	-0,0524	100.0	24,6220	100.0	25,3012	-0,0276	100.0	25,2155	-0,0241
50.0	23,1944	-0,0292	50.0	22,5374	50.0	22,9600	-0,0188	50.0	22,8682	-0,0147
20.0	19,7252	-0,0031	20.0	19,6636	20.0	19,8474	-0,0093	20.0	19,7357	-0,0037
10.0	17,1628	0,0113	10.0	17,3590	10.0	17,4371	-0,0045	10.0	17,3157	0,0025
5.0	14,5961	0,0185	5.0	14,8718	5.0	14,9061	-0,0023	5.0	14,7928	0,0053
2.0	10,9128	0,0071	2.0	10,9912	2.0	11,0457	-0,0050	2.0	10,9823	0,0008

Tableau 96 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 15 minutes

A-2 Durée de 30 minutes :

GUMBEL			GEV		LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	40,4911	-0,1851	100.0	34,1661	100.0	40,0349	-0,1718	100.0	34,2153	-0,0014
50.0	36,5659	-0,1471	50.0	31,8772	50.0	36,1076	-0,1327	50.0	31,8510	0,0008
20.0	31,3278	-0,0983	20.0	28,5245	20.0	30,9262	-0,0842	20.0	28,4864	0,0013
10.0	27,2810	-0,0624	10.0	25,6788	10.0	26,9487	-0,0495	10.0	25,6771	0,0001
5.0	23,0623	-0,0272	5.0	22,4524	5.0	22,8096	-0,0159	5.0	22,4973	-0,0020
2.0	16,6903	0,0196	2.0	17,0243	2.0	16,5847	0,0258	2.0	17,0704	-0,0027
GUMBEL			LOG NORMALE		GEV			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	40,4911	-0,0114	100.0	40,0349	100.0	34,1661	0,1466	100.0	34,2153	0,1454
50.0	36,5659	-0,0127	50.0	36,1076	50.0	31,8772	0,1172	50.0	31,8510	0,1179
20.0	31,3278	-0,0130	20.0	30,9262	20.0	28,5245	0,0777	20.0	28,4864	0,0789
10.0	27,2810	-0,0123	10.0	26,9487	10.0	25,6788	0,0471	10.0	25,6771	0,0472
5.0	23,0623	-0,0111	5.0	22,8096	5.0	22,4524	0,0157	5.0	22,4973	0,0137
2.0	16,6903	-0,0064	2.0	16,5847	2.0	17,0243	-0,0265	2.0	17,0704	-0,0293

ANNEXE

GEV			PEARSON III		LOG NORMALE			GUMBEL		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	34,1661	0,0014	100.0	34,2153	100.0	40,0349	-0,1701	100.0	40,4911	-0,1834
50.0	31,8772	-0,0008	50.0	31,8510	50.0	36,1076	-0,1336	50.0	36,5659	-0,1480
20.0	28,5245	-0,0013	20.0	28,4864	20.0	30,9262	-0,0856	20.0	31,3278	-0,0997
10.0	25,6788	-0,0001	10.0	25,6771	10.0	26,9487	-0,0495	10.0	27,2810	-0,0625
5.0	22,4524	0,0020	5.0	22,4973	5.0	22,8096	-0,0139	5.0	23,0623	-0,0251
2.0	17,0243	0,0027	2.0	17,0704	2.0	16,5847	0,0285	2.0	16,6903	0,0223

Tableau 97 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 30 minutes

A-3 Durée de 60 minutes :

GUMBEL			GEV		LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	55,6902	-0,3283	100.0	41,9257	100.0	54,8317	-0,3078	100.0	43,5838	-0,0395
50.0	50,2188	-0,2548	50.0	40,0200	50.0	49,3437	-0,2330	50.0	41,0097	-0,0247
20.0	42,9175	-0,1624	20.0	36,9222	20.0	42,1230	-0,1409	20.0	37,2530	-0,0090
10.0	37,2767	-0,0962	10.0	34,0046	10.0	36,5974	-0,0762	10.0	34,0190	-0,0004
5.0	31,3961	-0,0337	5.0	30,3732	5.0	30,8659	-0,0162	5.0	30,2324	0,0046
2.0	22,5143	0,0411	2.0	23,4790	2.0	22,2897	0,0507	2.0	23,3770	0,0043
GUMBEL			LOG NORMALE		GEV			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	55,6902	-0,0157	100.0	54,8317	100.0	41,9257	0,2354	100.0	43,5838	0,2051
50.0	50,2188	-0,0177	50.0	49,3437	50.0	40,0200	0,1890	50.0	41,0097	0,1689
20.0	42,9175	-0,0189	20.0	42,1230	20.0	36,9222	0,1235	20.0	37,2530	0,1156
10.0	37,2767	-0,0186	10.0	36,5974	10.0	34,0046	0,0708	10.0	34,0190	0,0705
5.0	31,3961	-0,0172	5.0	30,8659	5.0	30,3732	0,0160	5.0	30,2324	0,0205
2.0	22,5143	-0,0101	2.0	22,2897	2.0	23,4790	-0,0534	2.0	23,3770	-0,0488
GUMBEL			PEARSON III		LOG NORMALE			GEV		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	55,6902	-0,2778	100.0	43,5838	100.0	54,8317	-0,2581	100.0	41,9257	0,0380
50.0	50,2188	-0,2246	50.0	41,0097	50.0	49,3437	-0,2032	50.0	40,0200	0,0241
20.0	42,9175	-0,1521	20.0	37,2530	20.0	42,1230	-0,1307	20.0	36,9222	0,0089
10.0	37,2767	-0,0958	10.0	34,0190	10.0	36,5974	-0,0758	10.0	34,0046	0,0004
5.0	31,3961	-0,0385	5.0	30,2324	5.0	30,8659	-0,0210	5.0	30,3732	-0,0047
2.0	22,5143	0,0369	2.0	23,3770	2.0	22,2897	0,0465	2.0	23,4790	-0,0044

Tableau 98 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 60 minutes

A-4 Durée de 120 minutes :

GUMBEL			LOG NORMALE	
T	XT	ERREUR	T	XT
100.0	66,1018	-0,1259	100.0	58,7106
50.0	60,0310	-0,1101	50.0	54,0769
20.0	51,9300	-0,0864	20.0	47,8013
10.0	45,6709	-0,0661	10.0	42,8378
5.0	39,1461	-0,0436	5.0	37,5108
2.0	29,2912	-0,0065	2.0	29,1027

Tableau 99 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 120 minutes

ANNEXE

A-5 Durée de 180 minutes :

GEV		GUMBEL			LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	45,0702	100.0	71,0800	-0,5771	100.0	61,4662	-0,3638	100.0	45,4913	-0,0093
50.0	44,6575	50.0	64,8342	-0,4518	50.0	57,1747	-0,2803	50.0	44,8456	-0,0042
20.0	43,7419	20.0	56,5007	-0,2917	20.0	51,2914	-0,1726	20.0	43,6580	0,0019
10.0	42,5716	10.0	50,0625	-0,1760	10.0	46,5727	-0,0940	10.0	42,3489	0,0052
5.0	40,6510	5.0	43,3507	-0,0664	5.0	41,4347	-0,0193	5.0	40,3984	0,0062
2.0	35,4080	2.0	33,2134	0,0620	2.0	33,1388	0,0641	2.0	35,4018	0,0002
LOG NORMALE		GUMBEL			GEV			PEARSON III		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	61,4662	100.0	71,0800	-0,1564	100.0	45,0702	0,2667	100.0	45,4913	0,2599
50.0	57,1747	50.0	64,8342	-0,1340	50.0	44,6575	0,2189	50.0	44,8456	0,2156
20.0	51,2914	20.0	56,5007	-0,1016	20.0	43,7419	0,1472	20.0	43,6580	0,1488
10.0	46,5727	10.0	50,0625	-0,0749	10.0	42,5716	0,0859	10.0	42,3489	0,0907
5.0	41,4347	5.0	43,3507	-0,0462	5.0	40,6510	0,0189	5.0	40,3984	0,0250
2.0	33,1388	2.0	33,2134	-0,0023	2.0	35,4080	-0,0685	2.0	35,4018	-0,0683
PEARSON III		LOG NORMALE			GEV			GUMBEL		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	45,4913	100.0	61,4662	-0,3512	100.0	45,0702	0,0093	100.0	71,0800	-0,5625
50.0	44,8456	50.0	57,1747	-0,2749	50.0	44,6575	0,0042	50.0	64,8342	-0,4457
20.0	43,6580	20.0	51,2914	-0,1748	20.0	43,7419	-0,0019	20.0	56,5007	-0,2942
10.0	42,3489	10.0	46,5727	-0,0997	10.0	42,5716	-0,0053	10.0	50,0625	-0,1821
5.0	40,3984	5.0	41,4347	-0,0257	5.0	40,6510	-0,0063	5.0	43,3507	-0,0731
2.0	35,4018	2.0	33,1388	0,0639	2.0	35,4080	-0,0002	2.0	33,2134	0,0618

Tableau 100 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 180 minutes

A-6 Durée de 360 minutes :

GUMBEL			LOG NORMALE			GEV		PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR
100.0	75,4950	-0,0996	100.0	69,7989	-0,0166	100.0	68,6561	100.0	68,9990	-0,0050
50.0	69,5740	-0,0786	50.0	65,4202	-0,0142	50.0	64,5047	50.0	64,7942	-0,0045
20.0	61,6725	-0,0519	20.0	59,3606	-0,0125	20.0	58,6304	20.0	58,9001	-0,0046
10.0	55,5682	-0,0326	10.0	54,4478	-0,0118	10.0	53,8152	10.0	54,0704	-0,0047
5.0	49,2044	-0,0140	5.0	49,0385	-0,0106	5.0	48,5232	5.0	48,7215	-0,0041
2.0	39,5926	0,0094	2.0	40,1499	-0,0045	2.0	39,9695	2.0	39,9501	0,0005
GEV			GUMBEL			LOG NORMALE		PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR
100.0	68,6561	0,0164	100.0	75,4950	-0,0816	100.0	69,7989	100.0	68,9990	0,0115
50.0	64,5047	0,0140	50.0	69,5740	-0,0635	50.0	65,4202	50.0	64,7942	0,0096
20.0	58,6304	0,0123	20.0	61,6725	-0,0389	20.0	59,3606	20.0	58,9001	0,0078
10.0	53,8152	0,0116	10.0	55,5682	-0,0206	10.0	54,4478	10.0	54,0704	0,0069
5.0	48,5232	0,0105	5.0	49,2044	-0,0034	5.0	49,0385	5.0	48,7215	0,0065
2.0	39,9695	0,0045	2.0	39,5926	0,01388	2.0	40,1499	2.0	39,9501	0,0050

ANNEXE

GEV			LOG NORMALE			PEARSON III		GUMBEL		
T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR
100.0	68,6561	0,0050	100.0	69,7989	-0,0116	100.0	68,9990	100.0	75,4950	-0,0941
50.0	64,5047	0,0045	50.0	65,4202	-0,0097	50.0	64,7942	50.0	69,5740	-0,0738
20.0	58,6304	0,0046	20.0	59,3606	-0,0078	20.0	58,9001	20.0	61,6725	-0,0471
10.0	53,8152	0,0047	10.0	54,4478	-0,007	10.0	54,0704	10.0	55,5682	-0,0277
5.0	48,5232	0,0041	5.0	49,0385	-0,0065	5.0	48,7215	5.0	49,2044	-0,0099
2.0	39,9695	-0,0005	2.0	40,1499	-0,005	2.0	39,9501	2.0	39,5926	0,0089

Tableau 101 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 360 minutes

B – MOUZAIA :

B-1 Durée de 15 minutes :

GUMBEL		LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	21,2624	100.0	21,5970	-0,0157	100.0	17,7169	0,1667
50.0	19,2096	50.0	19,5133	-0,0158	50.0	16,6196	0,1348
20.0	16,4954	20.0	16,7326	-0,0144	20.0	15,0306	0,0888
10.0	14,4068	10.0	14,5844	-0,0123	10.0	13,6757	0,0507
5.0	12,2279	5.0	12,3449	-0,0096	5.0	12,1055	0,0100
2.0	8,9380	2.0	8,9623	-0,0027	2.0	9,3125	-0,0419
PEARSON III		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	17,7169	100.0	21,2624	-0,2001	100.0	21,5970	-0,2190
50.0	16,6196	50.0	19,2096	-0,1558	50.0	19,5133	-0,1741
20.0	15,0306	20.0	16,4954	-0,0975	20.0	16,7326	-0,1132
10.0	13,6757	10.0	14,4068	-0,0535	10.0	14,5844	-0,0664
5.0	12,1055	5.0	12,2279	-0,0101	5.0	12,3449	-0,0198
2.0	9,3125	2.0	8,9380	0,0402	2.0	8,9623	0,0376

Tableau 102 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 15 minutes

B-2 Durée de 30 minutes :

LOG NORMALE			GEV		GUMBEL			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	28,8404	0,0217	100.0	29,4810	100.0	28,5279	0,0323	100.0	28,7335	0,0254
50.0	26,0698	0,0095	50.0	26,3187	50.0	25,8239	0,0188	50.0	26,0984	0,0084
20.0	22,4043	-0,0055	20.0	22,2824	20.0	22,2154	0,0030	20.0	22,4966	-0,0096
10.0	19,5815	-0,0145	10.0	19,3020	10.0	19,4276	-0,0065	10.0	19,6407	-0,0175
5.0	16,6342	-0,0194	5.0	16,3173	5.0	16,5214	-0,0125	5.0	16,6016	-0,0174
2.0	12,1789	-0,0119	2.0	12,0351	2.0	12,1318	-0,0080	2.0	11,9927	0,0035
GEV			GUMBEL		LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	29,4810	-0,0334	100.0	28,5279	100.0	28,8404	-0,0110	100.0	28,7335	-0,0072
50.0	26,3187	-0,0192	50.0	25,8239	50.0	26,0698	-0,0095	50.0	26,0984	-0,0106
20.0	22,2824	-0,0030	20.0	22,2154	20.0	22,4043	-0,0085	20.0	22,4966	-0,0127
10.0	19,3020	0,0065	10.0	19,4276	10.0	19,5815	-0,0079	10.0	19,6407	-0,0110
5.0	16,3173	0,0124	5.0	16,5214	5.0	16,6342	-0,0068	5.0	16,6016	-0,0049
2.0	12,0351	0,0080	2.0	12,1318	2.0	12,1789	-0,0039	2.0	11,9927	0,0115

ANNEXE

GEV			PEARSON III		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	29,4810	-0,0260	100.0	28,7335	100.0	28,5279	0,0072	100.0	28,8404	-0,0037
50.0	26,3187	-0,0084	50.0	26,0984	50.0	25,8239	0,0105	50.0	26,0698	0,0011
20.0	22,2824	0,0095	20.0	22,4966	20.0	22,2154	0,0125	20.0	22,4043	0,0041
10.0	19,3020	0,0172	10.0	19,6407	10.0	19,4276	0,0108	10.0	19,5815	0,0030
5.0	16,3173	0,0171	5.0	16,6016	5.0	16,5214	0,0048	5.0	16,6342	-0,0020
2.0	12,0351	-0,0035	2.0	11,9927	2.0	12,1318	-0,0116	2.0	12,1789	-0,0155

Tableau 103 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 30 minutes

B-3 Durée de 60 minutes :

GEV			GUMBEL		LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR
100.0	53,1217	-0,4002	100.0	37,9374	100.0	40,3681	-0,0641
50.0	43,3654	-0,2662	50.0	34,2495	50.0	36,1227	-0,0547
20.0	32,9563	-0,1237	20.0	29,3281	20.0	30,5759	-0,0425
10.0	26,5609	-0,0405	10.0	25,5260	10.0	26,3652	-0,0329
5.0	21,1173	0,0206	5.0	21,5622	5.0	22,0338	-0,0219
2.0	14,7634	0,0521	2.0	15,5755	2.0	15,6360	-0,0039
LOG NORMALE			GEV		GUMBEL		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR
100.0	40,3681	0,2401	100.0	53,1217	100.0	37,9374	0,2858
50.0	36,1227	0,1670	50.0	43,3654	50.0	34,2495	0,2102
20.0	30,5759	0,0722	20.0	32,9563	20.0	29,3281	0,1101
10.0	26,3652	0,0074	10.0	26,5609	10.0	25,5260	0,0390
5.0	22,0338	-0,0434	5.0	21,1173	5.0	21,5622	-0,0211
2.0	15,6360	-0,0591	2.0	14,7634	2.0	15,5755	-0,0550

Tableau 104 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 60 minutes

B-4 Durée de 120 minutes :

GEV		GUMBEL			LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	76,9272	100.0	46,4832	0,3958	100.0	53,0018	0,3110	100.0	79,0752	-0,0279
50.0	58,7948	50.0	41,9264	0,2869	50.0	46,9641	0,2012	50.0	69,1603	-0,1763
20.0	41,4866	20.0	35,8454	0,1360	20.0	39,1708	0,0558	20.0	55,9907	-0,3496
10.0	32,0141	10.0	31,1475	0,0271	10.0	33,3369	-0,0413	10.0	45,9585	-0,4356
5.0	24,7302	5.0	26,2498	-0,0614	5.0	27,4215	-0,1088	5.0	35,8284	-0,4488
2.0	17,2460	2.0	18,8526	-0,0932	2.0	18,8780	-0,0946	2.0	22,1294	-0,2832
GUMBEL		GEV			LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	46,4832	100.0	76,9272	-0,6549	100.0	53,0018	-0,1402	100.0	79,0752	-0,7012
50.0	41,9264	50.0	58,7948	-0,4023	50.0	46,9641	-0,1202	50.0	69,1603	-0,6496
20.0	35,8454	20.0	41,4866	-0,1574	20.0	39,1708	-0,0928	20.0	55,9907	-0,5620
10.0	31,1475	10.0	32,0141	-0,0278	10.0	33,3369	-0,0703	10.0	45,9585	-0,4755
5.0	26,2498	5.0	24,7302	0,0579	5.0	27,4215	-0,0446	5.0	35,8284	-0,3649
2.0	18,8526	2.0	17,2460	0,0852	2.0	18,8780	-0,0013	2.0	22,1294	-0,1738

ANNEXE

PEARSON III		GEV			GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	79,0752	100.0	76,9272	0,0272	100.0	46,4832	0,4122	100.0	53,0018	0,3297
50.0	69,1603	50.0	58,7948	0,1499	50.0	41,9264	0,3938	50.0	46,9641	0,3209
20.0	55,9907	20.0	41,4866	0,2590	20.0	35,8454	0,3598	20.0	39,1708	0,3004
10.0	45,9585	10.0	32,0141	0,3034	10.0	31,1475	0,3223	10.0	33,3369	0,2746
5.0	35,8284	5.0	24,7302	0,3098	5.0	26,2498	0,2673	5.0	27,4215	0,2346
2.0	22,1294	2.0	17,2460	0,2207	2.0	18,8526	0,1481	2.0	18,8780	0,1469

Tableau 105 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 120 minutes

II-5 Durée de 180 minutes :

GEV		GUMBEL			LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	78,6894	100.0	51,6214	0,3440	100.0	59,4055	0,2451	100.0	88,9625	-0,1306
50.0	61,6617	50.0	46,4667	0,2464	50.0	52,3748	0,1506	50.0	77,7864	-0,2615
20.0	44,6786	20.0	39,5879	0,1139	20.0	43,3560	0,0296	20.0	62,9149	-0,4082
10.0	34,9488	10.0	34,2737	0,0193	10.0	36,6526	-0,0488	10.0	51,5567	-0,4752
5.0	27,1607	5.0	28,7335	-0,0579	5.0	29,9055	-0,1011	5.0	40,0470	-0,4744
2.0	18,7463	2.0	20,3657	-0,0864	2.0	20,2716	-0,0814	2.0	24,3539	-0,2991
GUMBEL		GEV			LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	51,6214	100.0	78,6894	-0,5244	100.0	59,4055	-0,1508	100.0	88,9625	-0,7234
50.0	46,4667	50.0	61,6617	-0,3270	50.0	52,3748	-0,1271	50.0	77,7864	-0,6740
20.0	39,5879	20.0	44,6786	-0,1286	20.0	43,3560	-0,0952	20.0	62,9149	-0,5892
10.0	34,2737	10.0	34,9488	-0,0197	10.0	36,6526	-0,0694	10.0	51,5567	-0,5043
5.0	28,7335	5.0	27,1607	0,0547	5.0	29,9055	-0,0408	5.0	40,0470	-0,3937
2.0	20,3657	2.0	18,7463	0,0795	2.0	20,2716	0,0046	2.0	24,3539	-0,1958
PEARSON III		GUMBEL			GEV			LOG NORMALE		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	88,9625	100.0	51,6214	0,4197	100.0	78,6894	0,1155	100.0	59,4055	0,3322
50.0	77,7864	50.0	46,4667	0,4026	50.0	61,6617	0,2073	50.0	52,3748	0,3267
20.0	62,9149	20.0	39,5879	0,3708	20.0	44,6786	0,2899	20.0	43,3560	0,3109
10.0	51,5567	10.0	34,2737	0,3352	10.0	34,9488	0,3221	10.0	36,6526	0,2891
5.0	40,0470	5.0	28,7335	0,2825	5.0	27,1607	0,3218	5.0	29,9055	0,2532
2.0	24,3539	2.0	20,3657	0,1638	2.0	18,7463	0,2303	2.0	20,2716	0,1676

Tableau 106 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 180 minutes

B-6 Durée de 360 minutes :

GEV			LOG NORMALE			GUMBEL		PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR
100.0	73,1929	-0,2709	100.0	64,2308	-0,1153	100.0	57,5894	100.0	88,5985	-0,5385
50.0	61,3015	-0,1802	50.0	57,0212	-0,0978	50.0	51,9430	50.0	78,6510	-0,5142
20.0	47,9888	-0,0806	20.0	47,6935	-0,0740	20.0	44,4080	20.0	65,2470	-0,4693
10.0	39,3929	-0,0209	10.0	40,6922	-0,0546	10.0	38,5867	10.0	54,8256	-0,4208
5.0	31,7489	0,0237	5.0	33,5736	-0,0325	5.0	32,5180	5.0	44,0104	-0,3534
2.0	22,3194	0,0442	2.0	23,2480	0,0045	2.0	23,3520	2.0	28,4563	-0,2186

ANNEXE

LOG NORMALE			GUMBEL			GEV		PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR
100.0	64,2308	0,1224	100.0	57,5894	0,2132	100.0	73,1929	100.0	88,5985	-0,2105
50.0	57,0212	0,0698	50.0	51,9430	0,1527	50.0	61,3015	50.0	78,6510	-0,2830
20.0	47,6935	0,0062	20.0	44,4080	0,0746	20.0	47,9888	20.0	65,2470	-0,3596
10.0	40,6922	-0,0330	10.0	38,5867	0,0205	10.0	39,3929	10.0	54,8256	-0,3918
5.0	33,5736	-0,0575	5.0	32,5180	-0,0242	5.0	31,7489	5.0	44,0104	-0,3862
2.0	23,2480	-0,0416	2.0	23,3520	-0,0463	2.0	22,3194	2.0	28,4563	-0,2750
GEV			GUMBEL			PEARSON III		LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR
100.0	73,1929	0,1739	100.0	57,5894	0,3500	100.0	88,5985	100.0	64,2308	0,2750
50.0	61,3015	0,2206	50.0	51,9430	0,3396	50.0	78,6510	50.0	57,0212	0,2750
20.0	47,9888	0,2645	20.0	44,4080	0,3194	20.0	65,2470	20.0	47,6935	0,2690
10.0	39,3929	0,2815	10.0	38,5867	0,2962	10.0	54,8256	10.0	40,6922	0,2578
5.0	31,7489	0,2786	5.0	32,5180	0,2611	5.0	44,0104	5.0	33,5736	0,2371
2.0	22,3194	0,2157	2.0	23,3520	0,1794	2.0	28,4563	2.0	23,2480	0,1830

Tableau 107 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 360 minutes

C- OUED ZBOUDJ

C.1- Durée de 15 minutes :

GEV			GUMBEL		LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	71,6491	-1,3519	100.0	30,4642	100.0	39,6904	-0,3029	100.0	46,0059	-0,5102
50.0	49,3210	-0,8303	50.0	26,9469	50.0	33,0980	-0,2283	50.0	39,6627	-0,4719
20.0	29,9817	-0,3473	20.0	22,2531	20.0	25,2030	-0,1326	20.0	31,2481	-0,4042
10.0	20,4241	-0,0965	10.0	18,6269	10.0	19,7818	-0,0620	10.0	24,8501	-0,3341
5.0	13,7012	0,0771	5.0	14,8466	5.0	14,7523	0,0064	5.0	18,4065	-0,2398
2.0	7,5192	0,1770	2.0	9,1368	2.0	8,4209	0,0784	2.0	9,7454	-0,0666
GEV			PEARSON III		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	71,6491	-0,5574	100.0	46,0059	100.0	30,4642	0,3378	100.0	39,6904	0,1373
50.0	49,3210	-0,2435	50.0	39,6627	50.0	26,9469	0,3206	50.0	33,0980	0,1655
20.0	29,9817	0,0405	20.0	31,2481	20.0	22,2531	0,2879	20.0	25,2030	0,1935
10.0	20,4241	0,1781	10.0	24,8501	10.0	18,6269	0,2504	10.0	19,7818	0,2040
5.0	13,7012	0,2556	5.0	18,4065	5.0	14,8466	0,1934	5.0	14,7523	0,1985
2.0	7,5192	0,2284	2.0	9,7454	2.0	9,1368	0,0624	2.0	8,4209	0,1359

Tableau 108 : Calcul des erreurs relatives pour la station d'Oued Zeboudj suivant une durée de 15 min

C.2- Durée de 30 minutes :

GEV			GUMBEL		LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	88,1645	-1,4381	100.0	36,1611	100.0	43,7478	-0,2098	100.0	53,2792	-0,4734
50.0	60,2883	-0,8710	50.0	32,2225	50.0	37,5357	-0,1649	50.0	46,1317	-0,4317
20.0	36,6838	-0,3603	20.0	26,9666	20.0	29,8302	-0,1062	20.0	36,6723	-0,3599
10.0	25,2935	-0,1042	10.0	22,9061	10.0	24,3202	-0,0617	10.0	29,5045	-0,2881
5.0	17,4465	0,0657	5.0	18,6730	5.0	18,9908	-0,0170	5.0	22,3196	-0,1953
2.0	10,4145	0,1519	2.0	12,2793	2.0	11,8367	0,0360	2.0	12,7689	-0,0399

ANNEXE

GEV			PEARSON III		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	88,1645	-0,6548	100.0	53,2792	100.0	36,1611	0,3213	100.0	43,7478	0,1789
50.0	60,2883	-0,3069	50.0	46,1317	50.0	32,2225	0,3015	50.0	37,5357	0,1863
20.0	36,6838	-0,0003	20.0	36,6723	20.0	26,9666	0,2647	20.0	29,8302	0,1866
10.0	25,2935	0,1427	10.0	29,5045	10.0	22,9061	0,2236	10.0	24,3202	0,1757
5.0	17,4465	0,2183	5.0	22,3196	5.0	18,6730	0,1634	5.0	18,9908	0,1491
2.0	10,4145	0,1844	2.0	12,7689	2.0	12,2793	0,0383	2.0	11,8367	0,0730

Tableau 109: Calcul des erreurs relatives pour la station d'Oued Zeboudj suivant une durée de 30 minutes

C.3- Durée de 60 minutes :

GEV			GUMBEL		LOG NORMALE			PEARSON III		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	114,0167	-1,6619	100.0	42,8323	100.0	49,7239	-0,1609	100.0	61,3361	-0,4320
50.0	76,3027	-0,9873	50.0	38,3950	50.0	43,4378	-0,1313	50.0	53,3612	-0,3898
20.0	45,5601	-0,4030	20.0	32,4736	20.0	35,4653	-0,0921	20.0	42,8164	-0,3185
10.0	31,3107	-0,1223	10.0	27,8989	10.0	29,6166	-0,0616	10.0	34,8367	-0,2487
5.0	21,8317	0,0561	5.0	23,1298	5.0	23,8085	-0,0293	5.0	26,8530	-0,1610
2.0	13,6974	0,1400	2.0	15,9266	2.0	15,6872	0,0150	2.0	16,2870	-0,0226
GEV			PEARSON III		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	114,0167	-0,8589	100.0	61,3361	100.0	42,8323	0,3017	100.0	49,7239	0,1893
50.0	76,3027	-0,4299	50.0	53,3612	50.0	38,3950	0,2805	50.0	43,4378	0,1860
20.0	45,5601	-0,0641	20.0	42,8164	20.0	32,4736	0,2416	20.0	35,4653	0,1717
10.0	31,3107	0,1012	10.0	34,8367	10.0	27,8989	0,1992	10.0	29,6166	0,1498
5.0	21,8317	0,1870	5.0	26,8530	5.0	23,1298	0,1387	5.0	23,8085	0,1134
2.0	13,6974	0,1590	2.0	16,2870	2.0	15,9266	0,0221	2.0	15,6872	0,0368

Tableau 110 : Calcul des erreurs relatives pour la station d'Oued Zeboudj suivant une durée de 60 min

C.4- Durée de 120 minutes :

GUMBEL		GEV			LOG NORMALE		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	50,2063	100.0	100,2036	-0,9958	100.0	56,1798	-0,1190
50.0	45,2109	50.0	73,4987	-0,6257	50.0	49,7359	-0,1001
20.0	38,5445	20.0	49,1468	-0,2751	20.0	41,4274	-0,0748
10.0	33,3944	10.0	36,4425	-0,0913	10.0	35,2157	-0,0545
5.0	28,0253	5.0	27,0740	0,0339	5.0	28,9254	-0,0321
2.0	19,9160	2.0	17,9381	0,0993	2.0	19,8588	0,0029

Tableau 111 : Calcul des erreurs relatives pour la station d'Oued Zeboudj suivant une durée de 120 min

ANNEXE

C.5- Durée de 180 minutes :

GUMBEL		GEV			LOG NORMALE		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	54,2404	100.0	90,9440	-0,6767	100.0	57,4806	-0,0597
50.0	49,2395	50.0	70,8016	-0,4379	50.0	51,9241	-0,0545
20.0	42,5660	20.0	51,1245	-0,2011	20.0	44,5787	-0,0473
10.0	37,4103	10.0	40,0922	-0,0717	10.0	38,9273	-0,0406
5.0	32,0355	5.0	31,4274	0,0190	5.0	33,0327	-0,0311
2.0	23,9174	2.0	22,2854	0,0682	2.0	24,1354	-0,0091

Tableau 112 : Calcul des erreurs relatives pour la station d'Oued Zeboudj suivant une durée de 180 min

C.6- Durée de 360 minutes :

GEV			LOG NORMALE			GUMBEL	
T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT
100.0	89,1011	-0,2095	100.0	73,8737	-0,0028	100.0	73,6649
50.0	76,6772	-0,1448	50.0	67,3136	-0,0050	50.0	66,9785
20.0	62,2369	-0,0720	20.0	58,5476	-0,0085	20.0	58,0556
10.0	52,5467	-0,0271	10.0	51,7197	-0,0109	10.0	51,1622
5.0	43,6312	0,0078	5.0	44,5068	-0,0121	5.0	43,9757
2.0	32,1487	0,0294	2.0	33,4009	-0,0084	2.0	33,1215

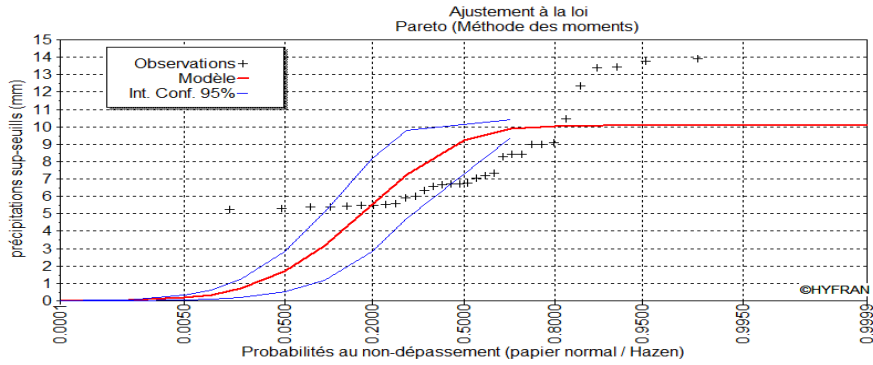
Tableau 113 : Calcul des erreurs relatives pour la station d'Oued Zeboudj suivant une durée de 360 min

II- ANALYSE FREQUENTIELLE DES PLUIES SUP SEUIL :

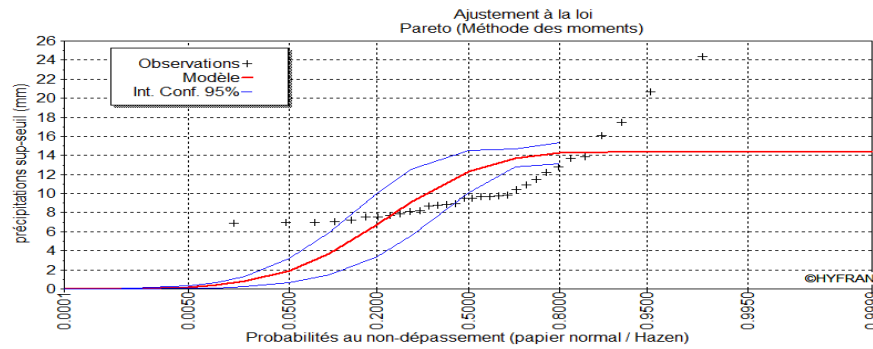
II-1 GRAPHIQUES D'AJUSTEMENT STATISTIQUE SUIVANT LA LOI DE PARETO :

A- MOUZAIA

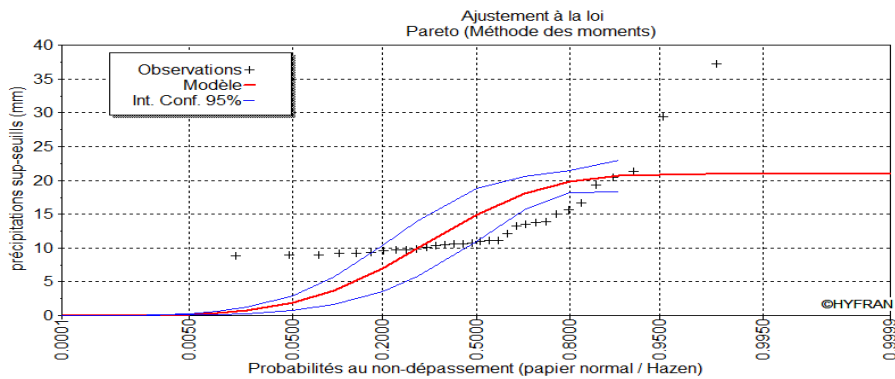
15 min



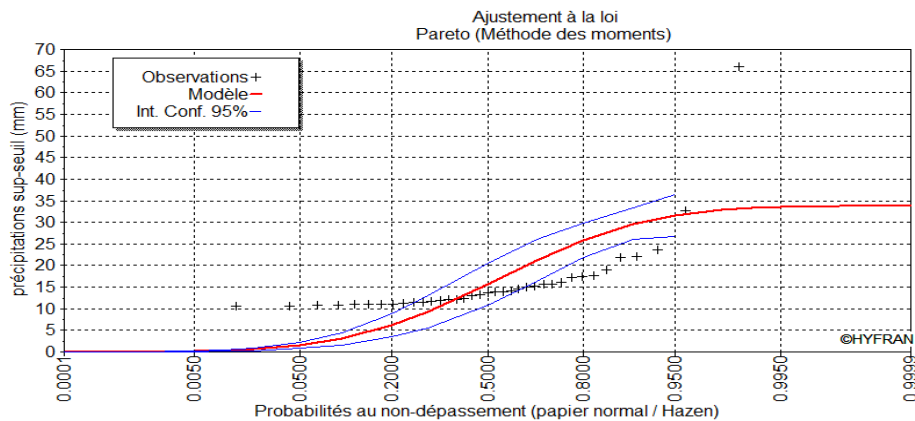
30 min



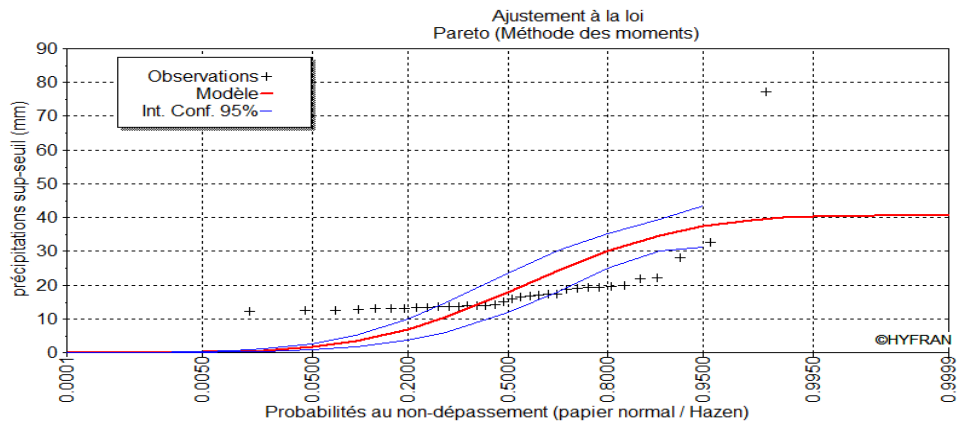
60 min



120MIN



180 MIN :



360min :

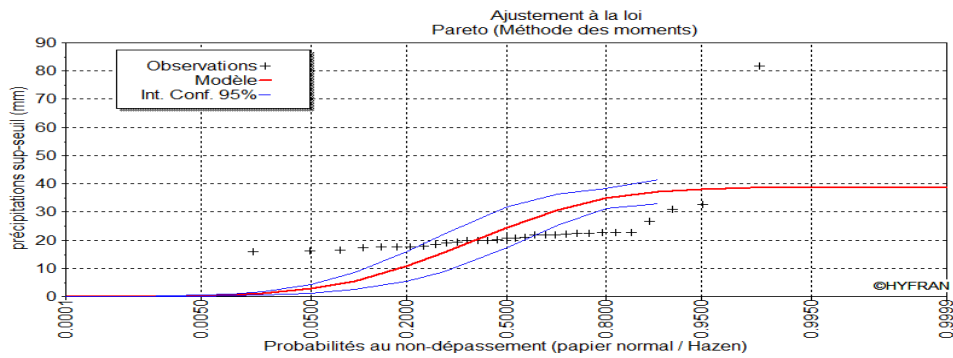
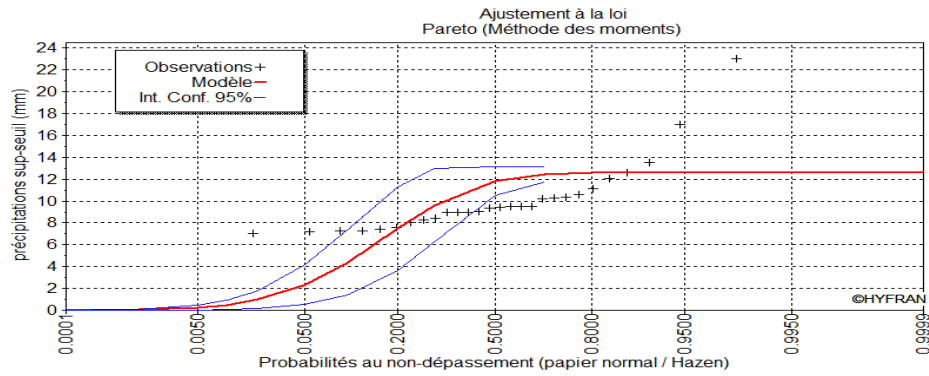


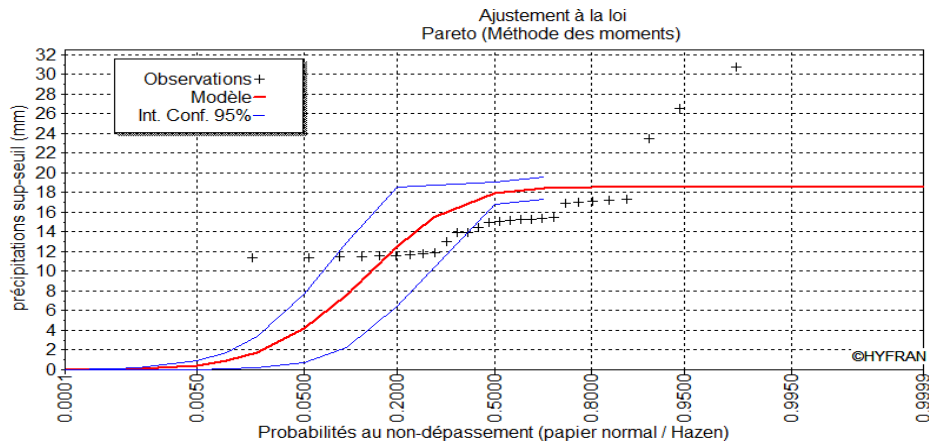
Figure 183 : Ajustement statistique des pluies sup seuils suivant la loi de Pareto «station de Mouzaia »

B- SOUMAA :

15 min :

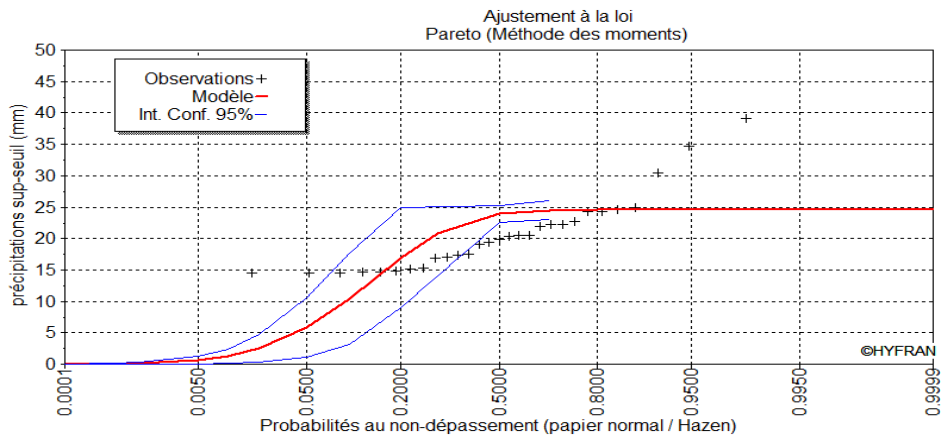


30min :

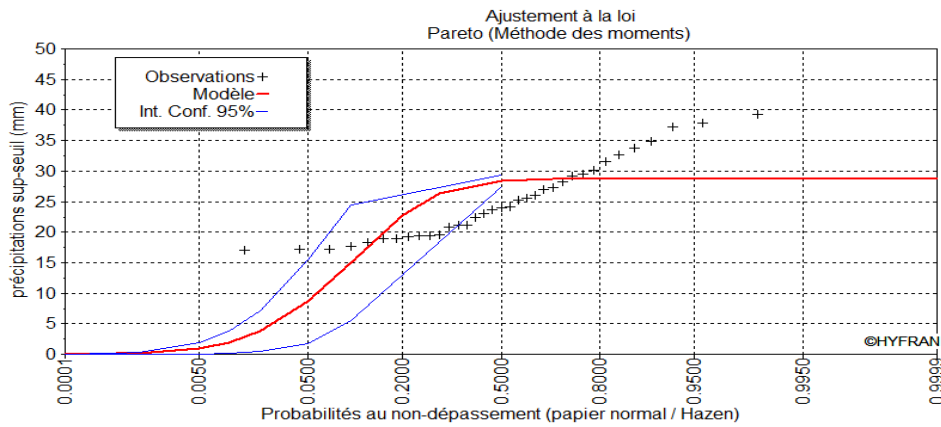


ANNEXE

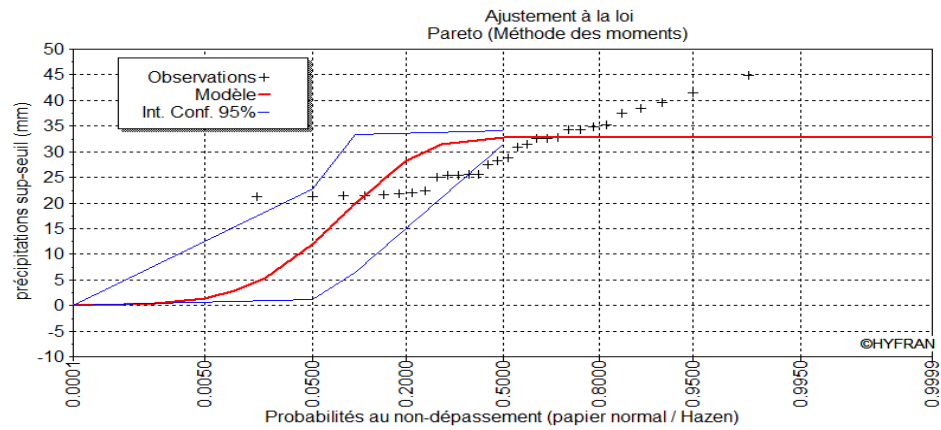
60 min :



120 min :



180 min :



360 min :

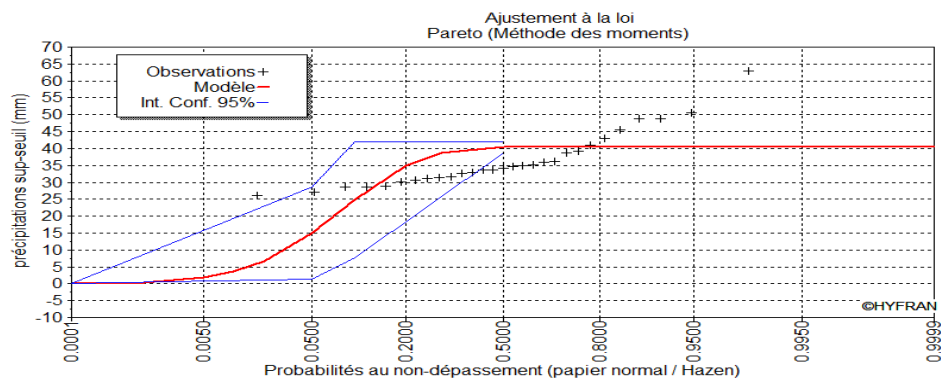
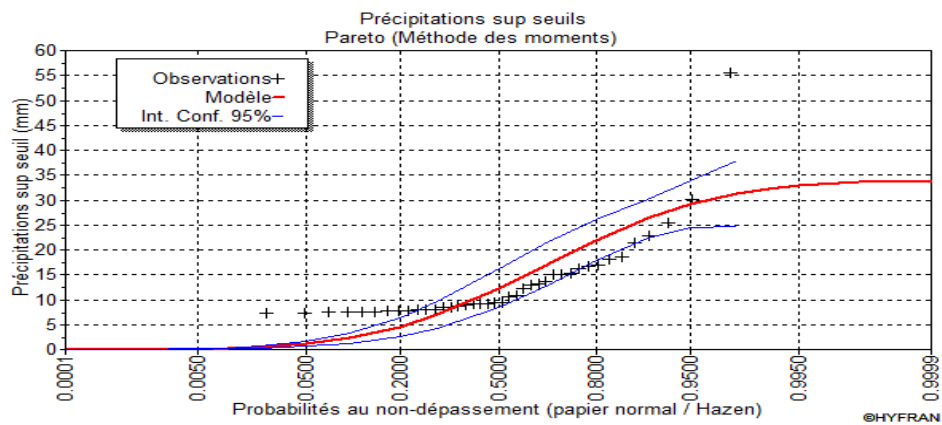


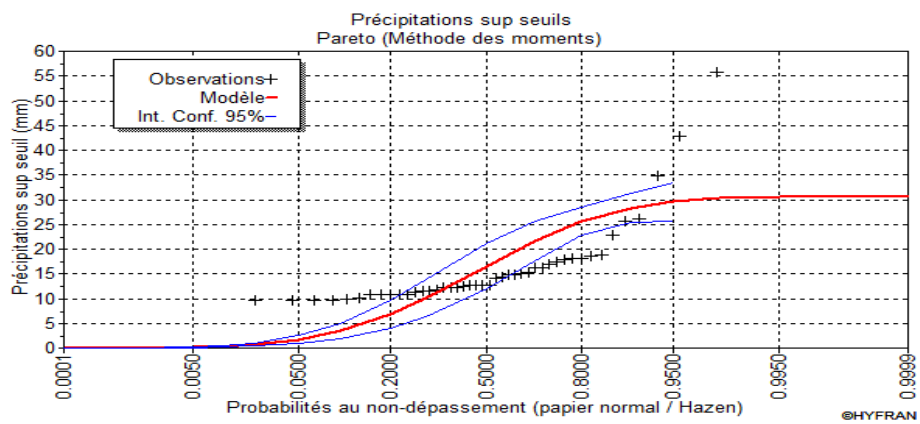
Figure 184 : Ajustement statistique des pluies sup seuils suivant la loi de Pareto «station de Soumaa »

C- OUED ZBOUDJ :

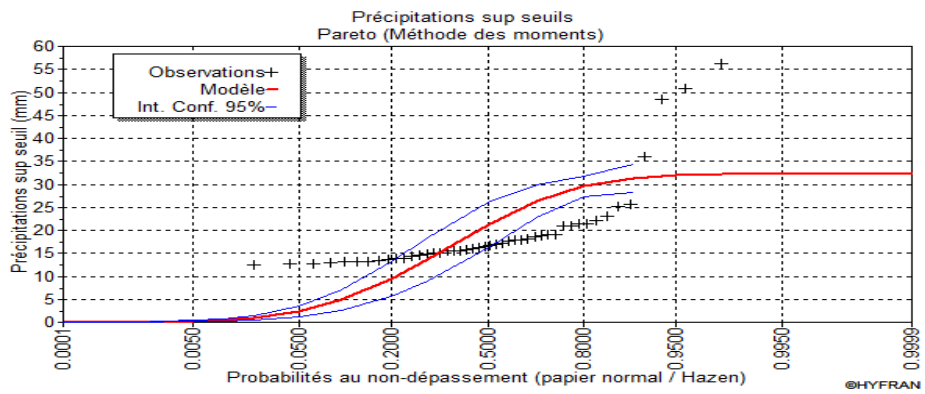
15 min



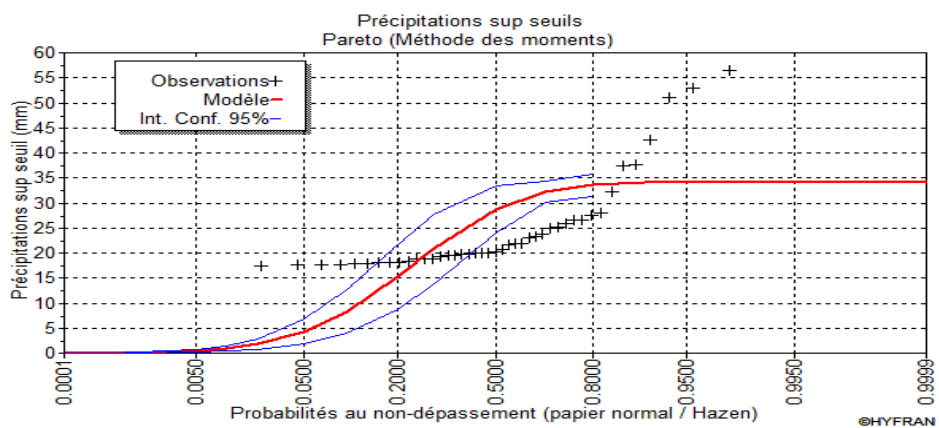
30 min



60 min :

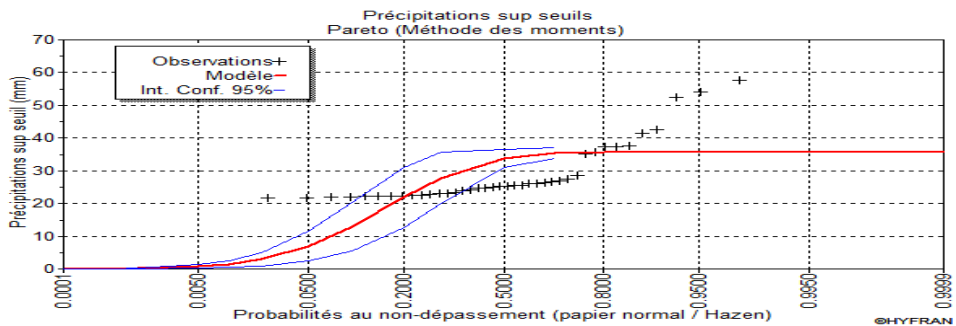


120 min :



ANNEXE

180 min :



360 min :

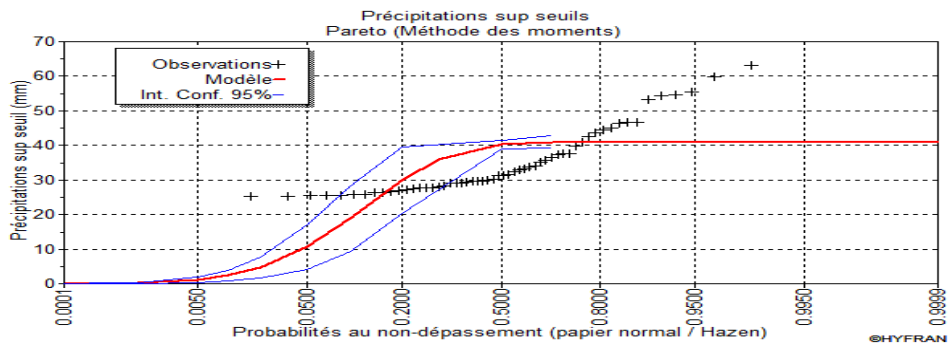
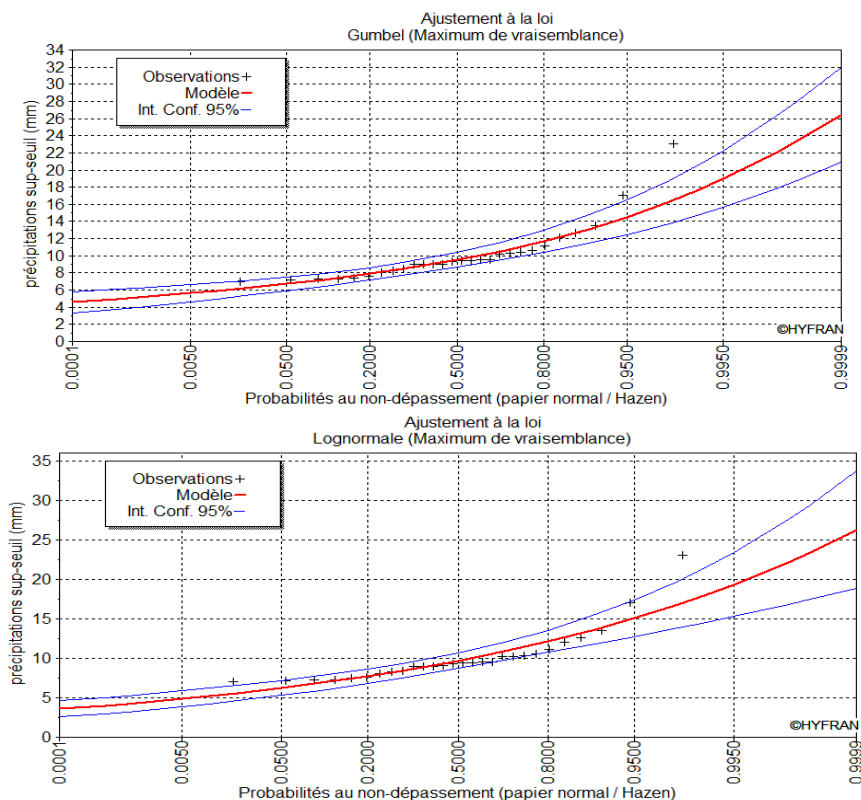


Figure 185 : Ajustement statistique des pluies sup seuils suivant la loi de Pareto «station d'Oued Zeboudj »

II-2 GRAPHIQUES D'AJUSTEMENT STATISTIQUE SUIVANT LES LOIS DE : GEV, GUMBEL, ET LOG NORMALE :

A- STATION DE SOUMAA :

15 minutes :



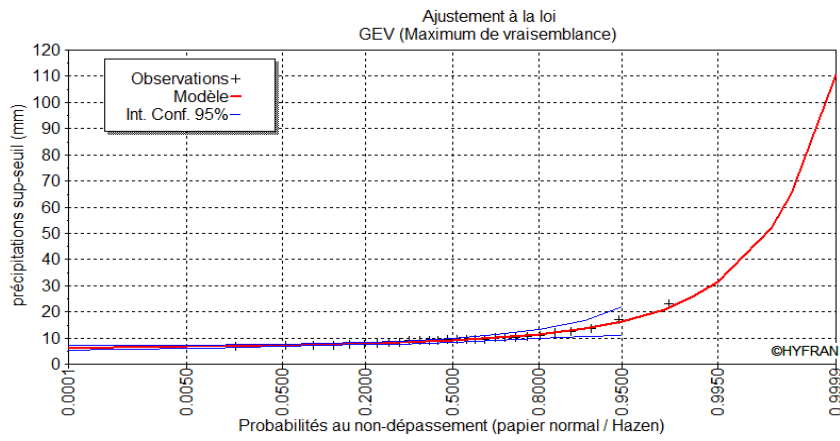


Figure 186 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 15 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Soumaa »

30 minutes :

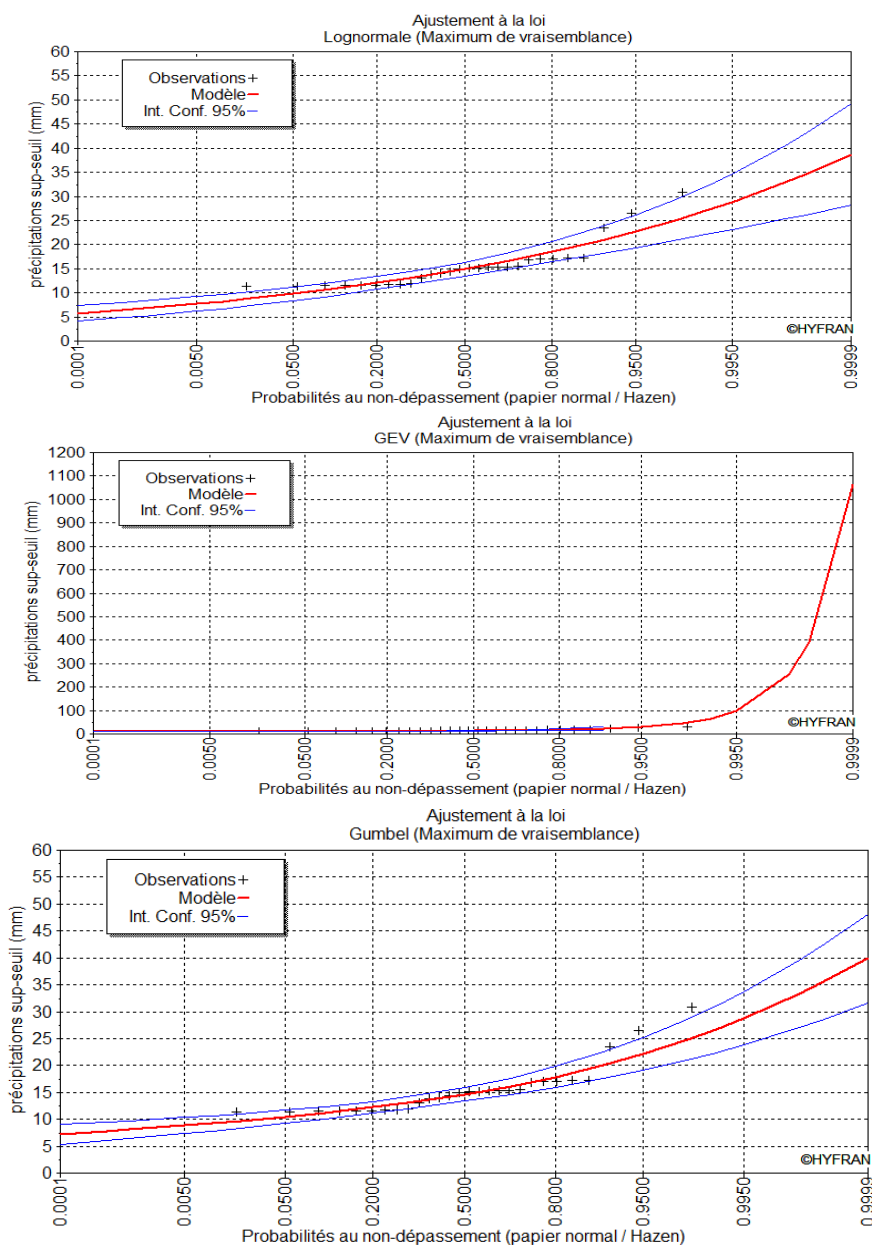


Figure 187 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 30 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Soumaa »

60 minutes :

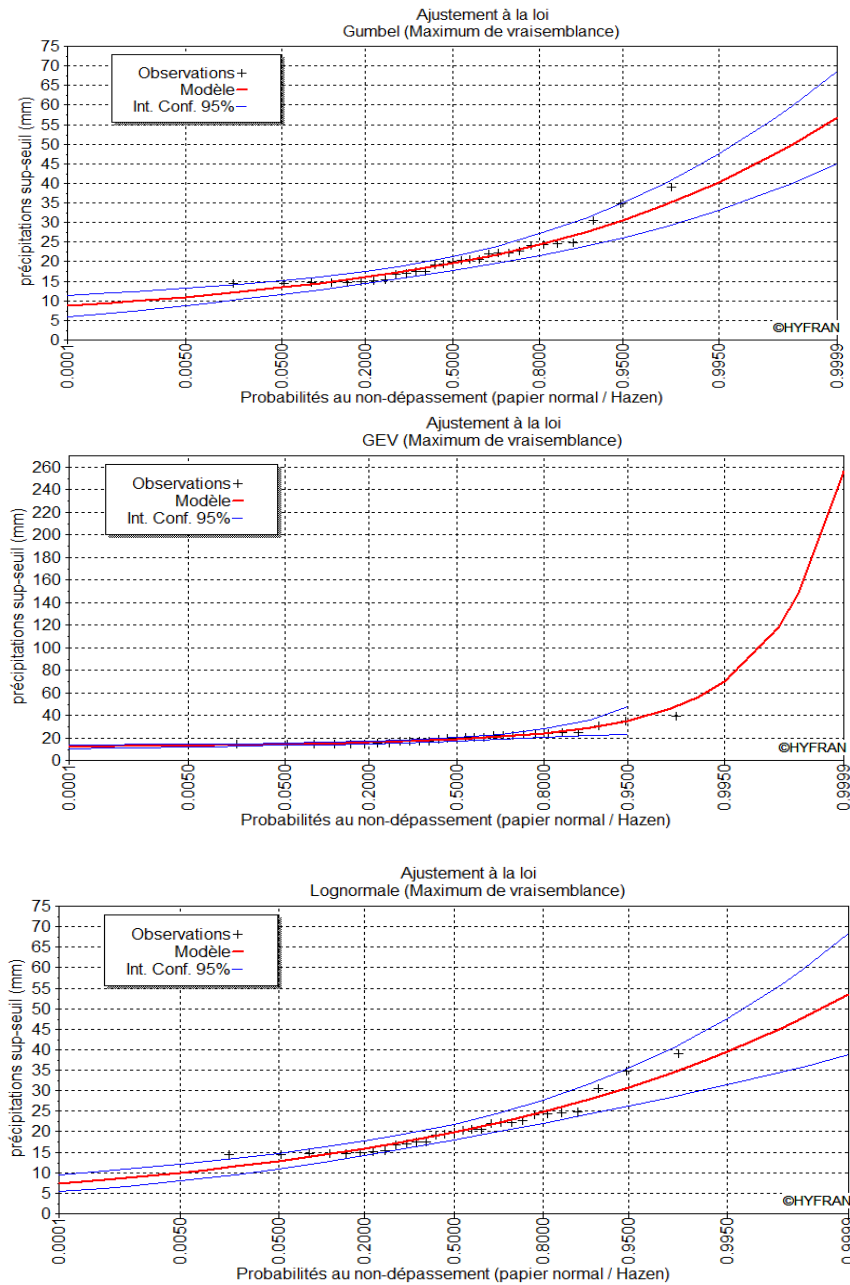
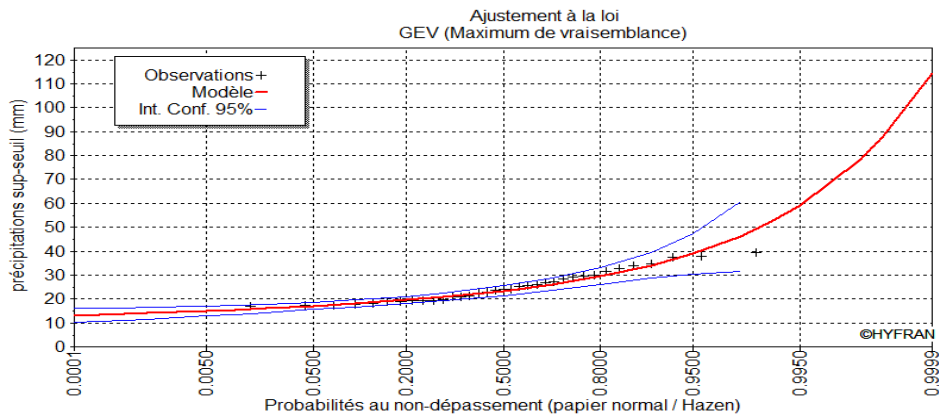


Figure 188 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 60 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Soumaa »

120 minutes :



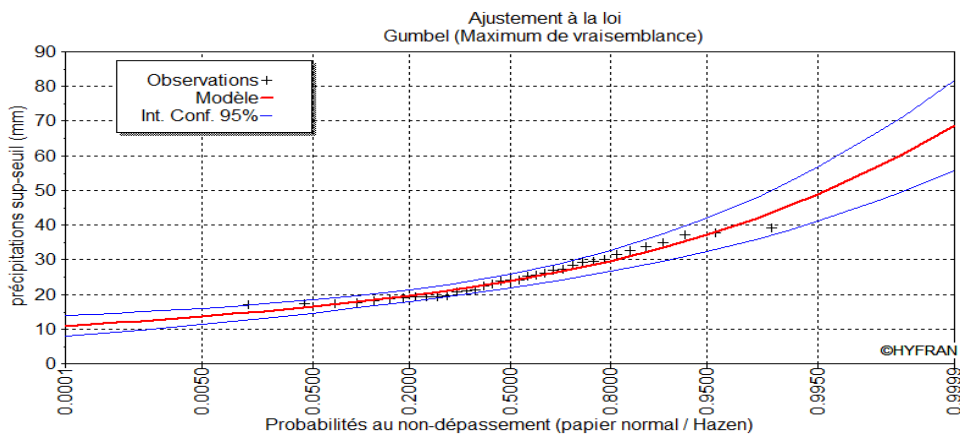
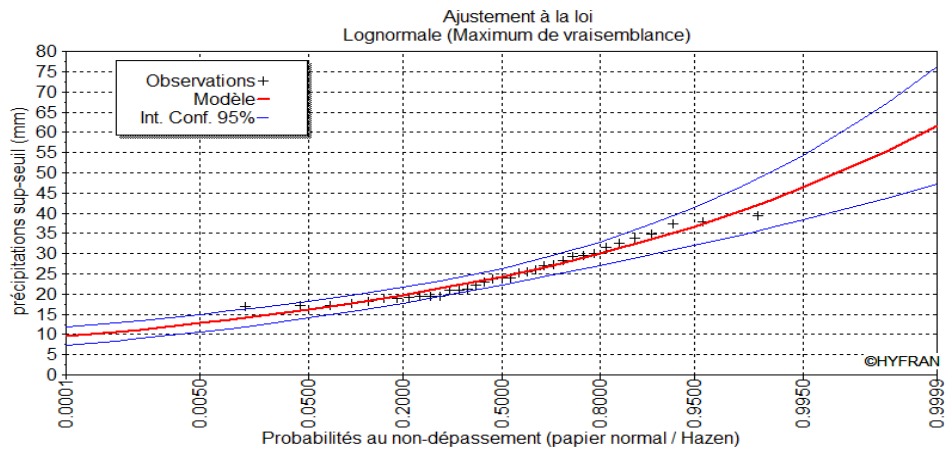
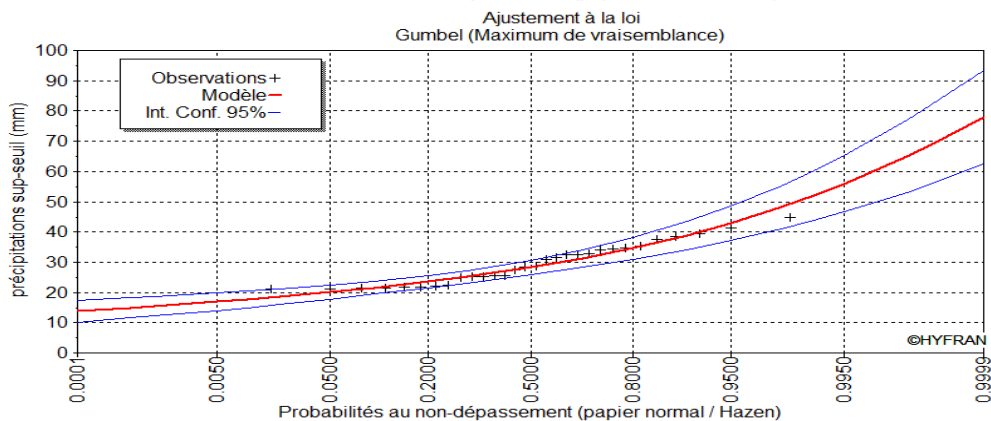
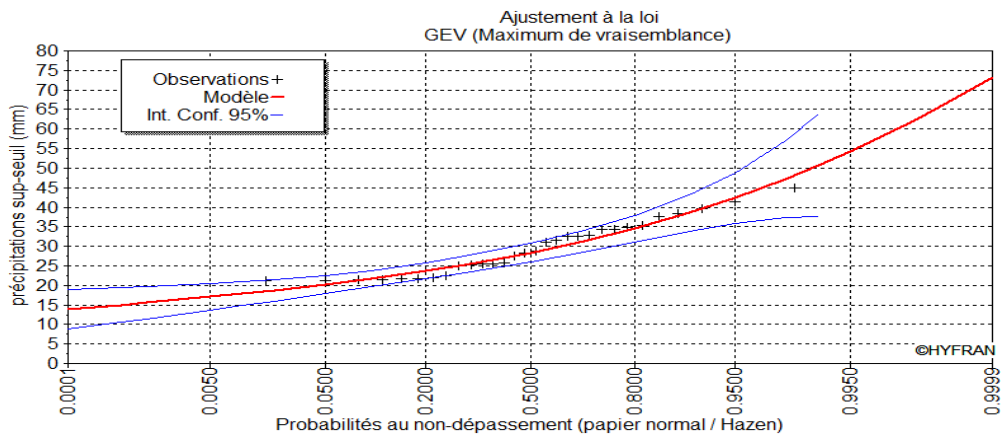


Figure 189 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 120 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Soumaa »

180 minutes :



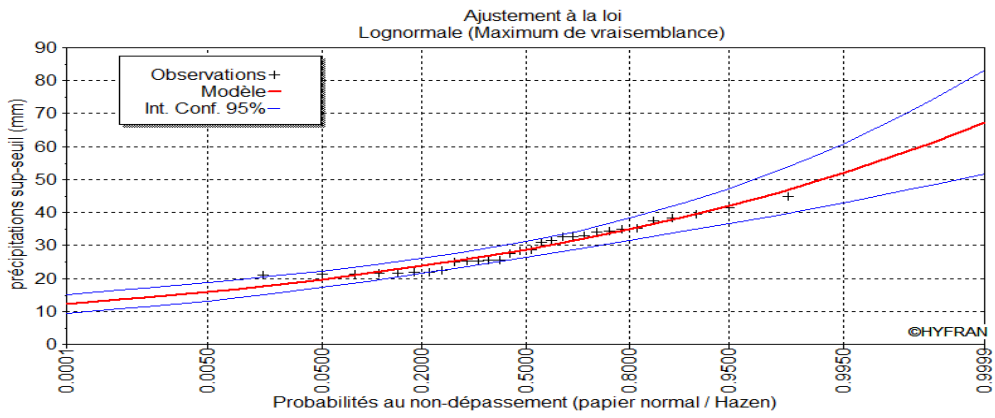


Figure 190 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 180 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Soumaa »

360 minutes :

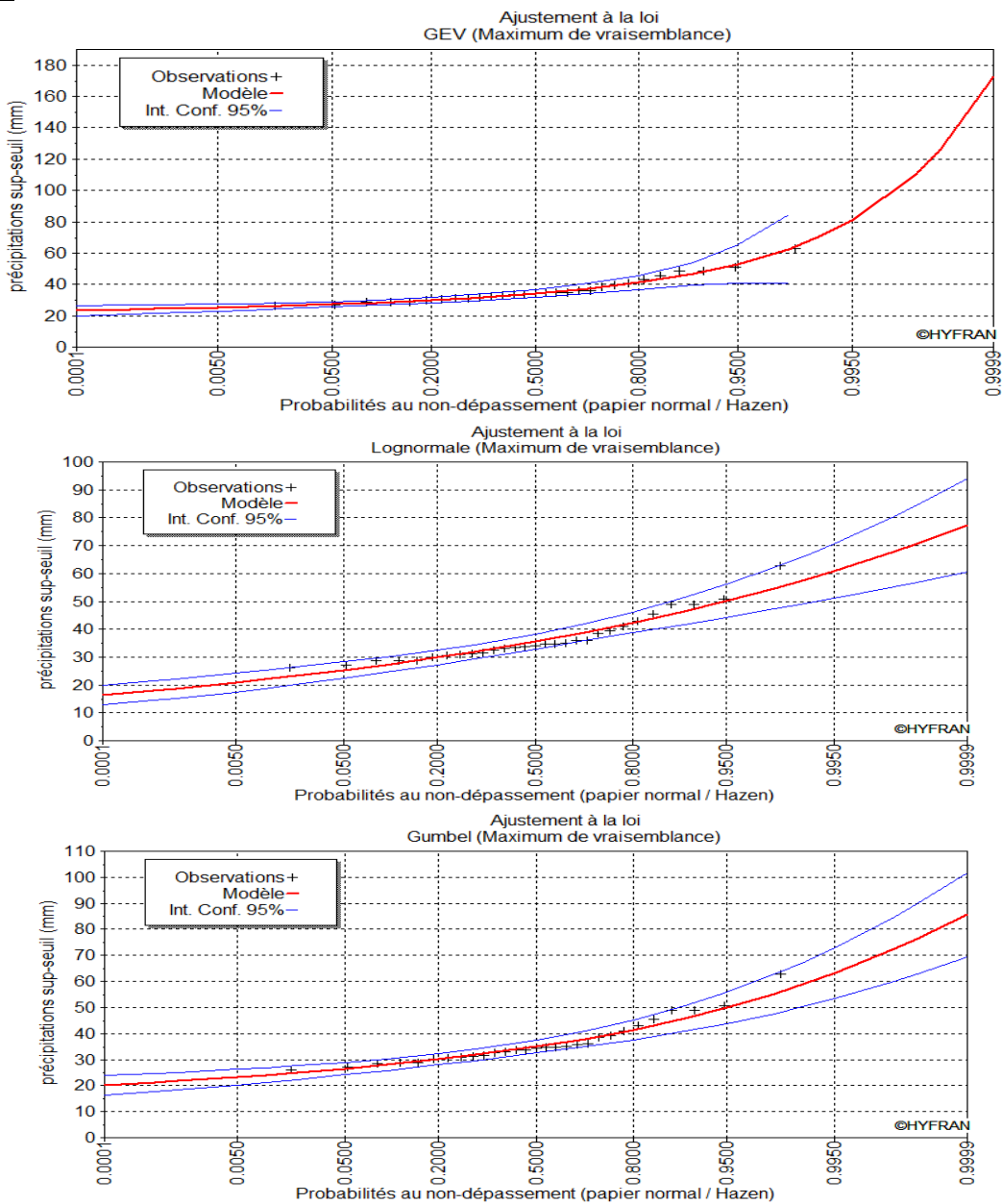


Figure 191 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 360 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Soumaa »

B- MOUZAIA

15 minutes :

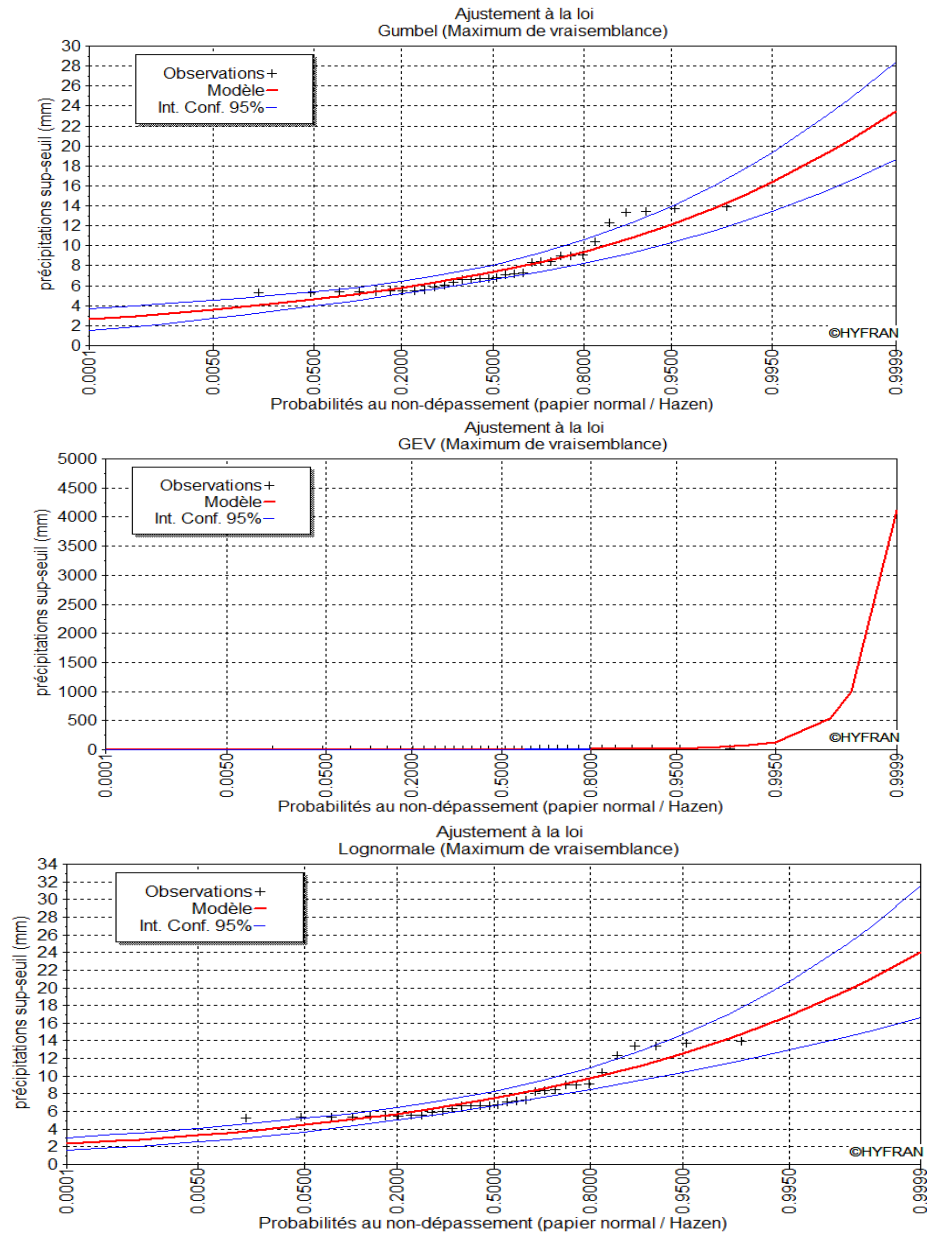
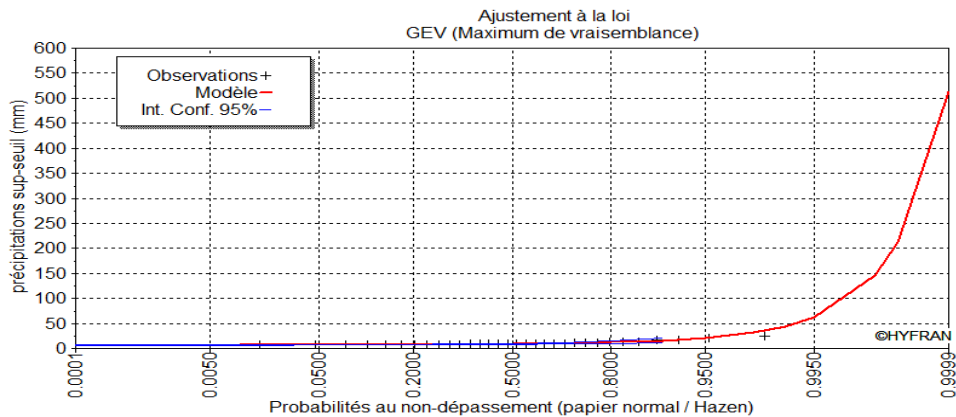


Figure 192 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 15 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Mouzaïa »

30 minutes :



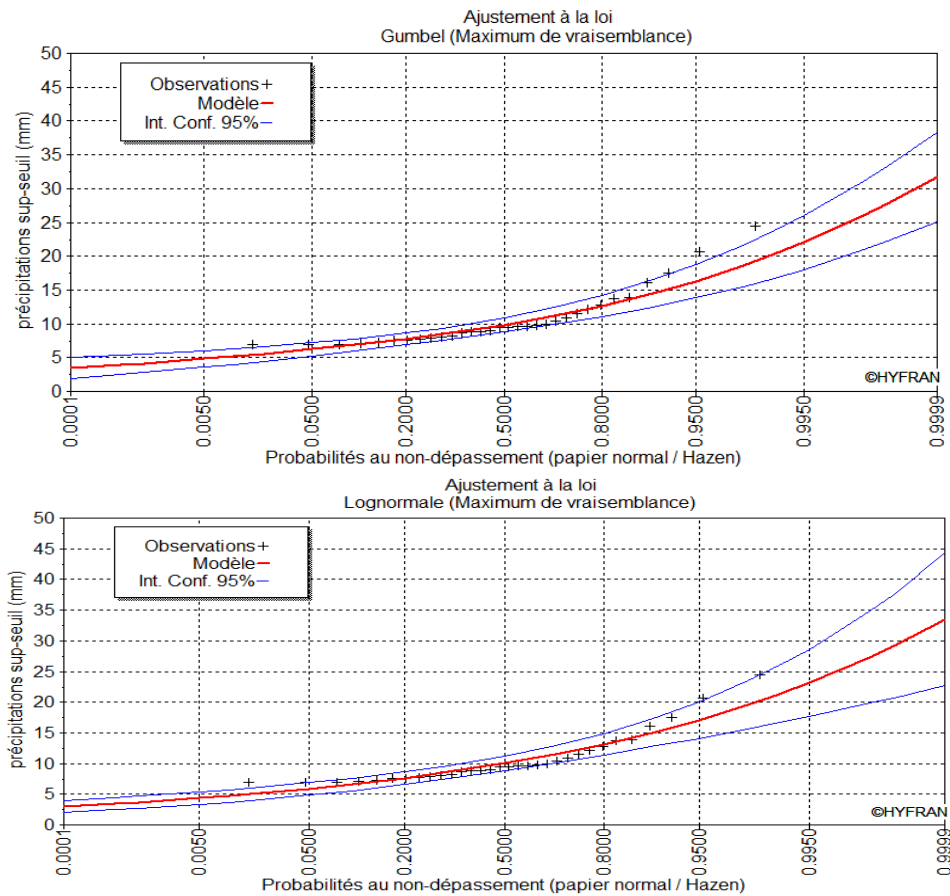
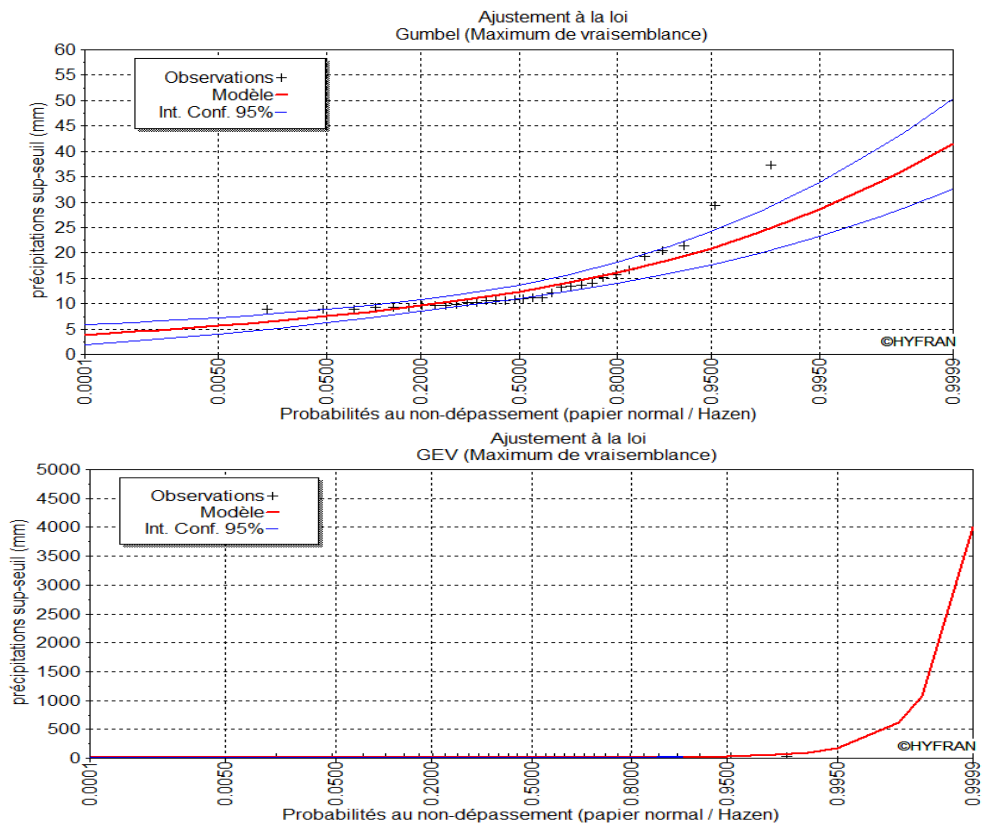


Figure 193 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 30 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale « station de Mouzaïa »

60 minutes :



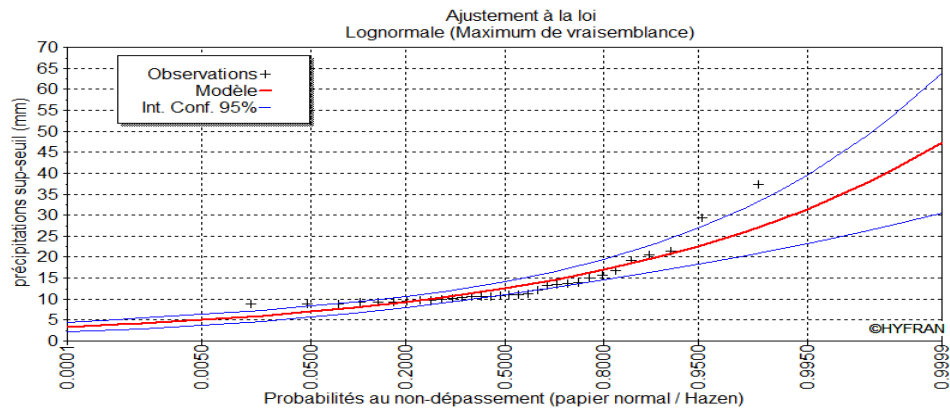


Figure 194 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 60 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Mouzaia »

120 minutes :

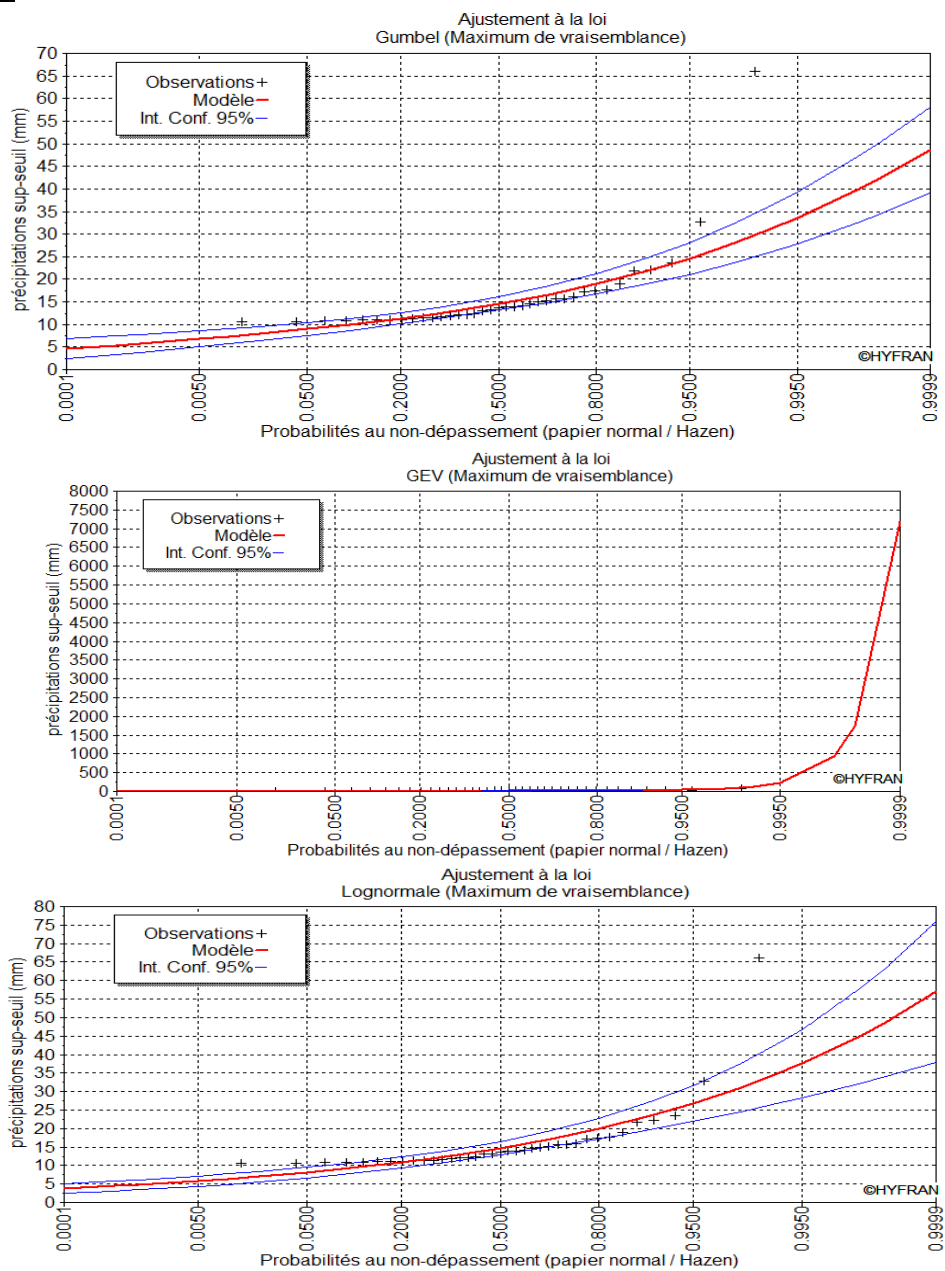


Figure 195 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 120 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Mouzaia »

180 minutes :

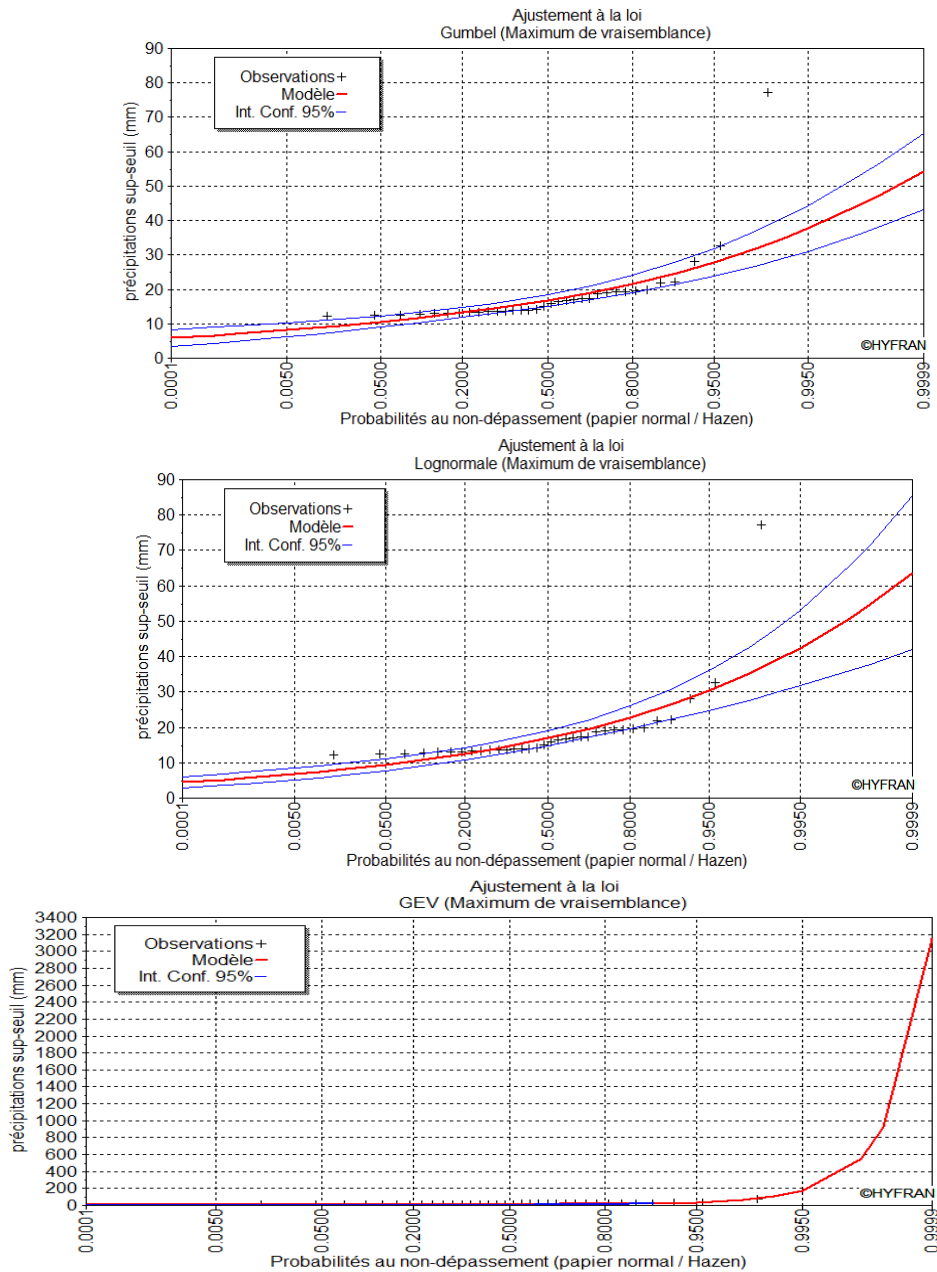
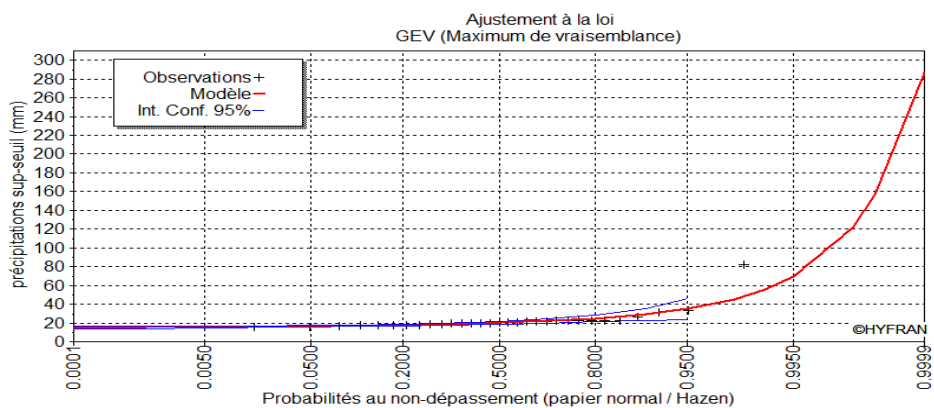


Figure 196 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 180 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Mouzaia »

360 mintes :



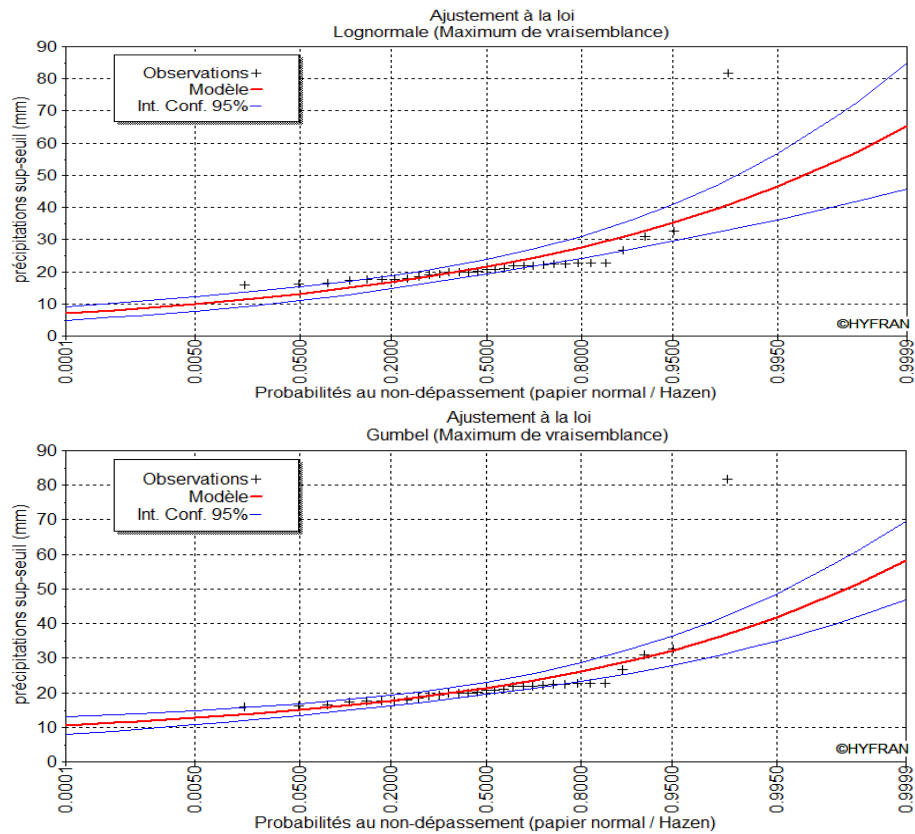
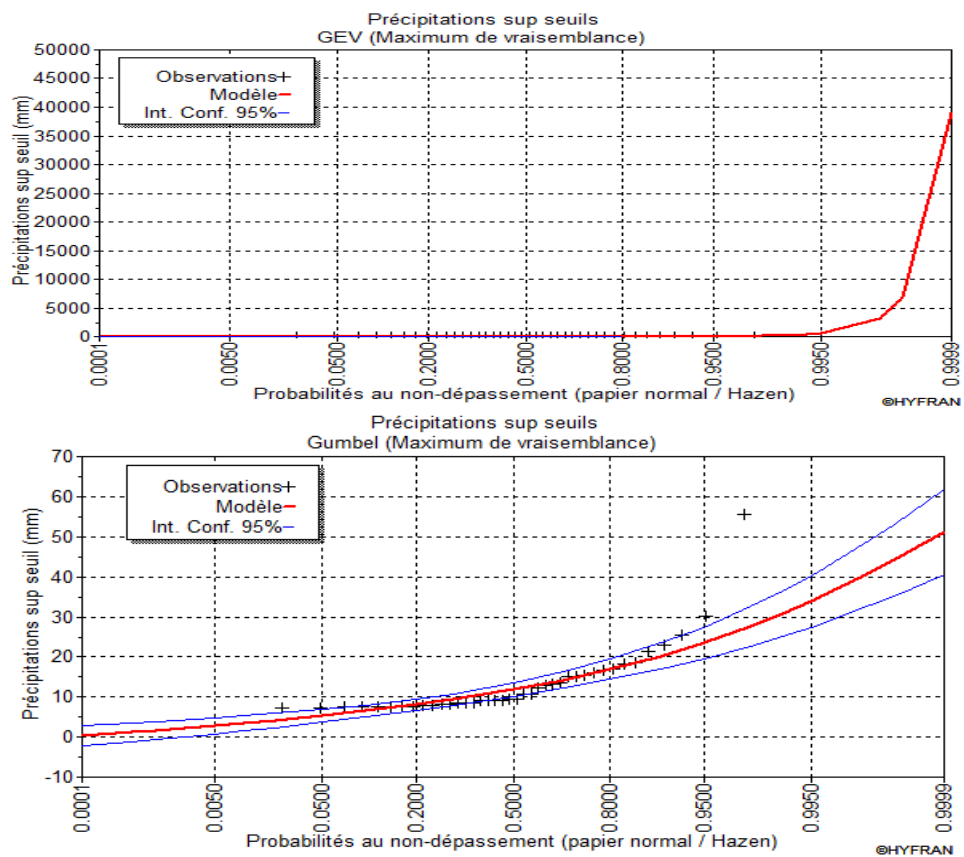


Figure 197 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 360 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Mouzaia »

C- STATION DE OUED ZBOUDJ :

15 min :



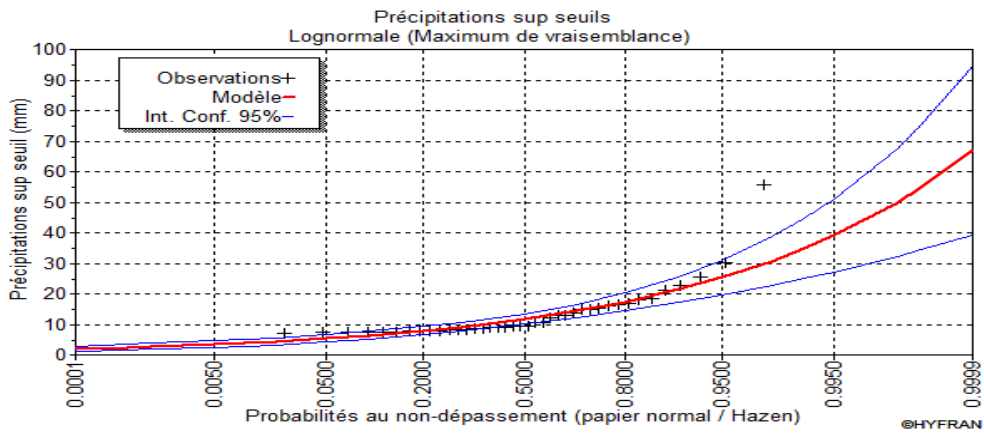


Figure 198 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 15 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »

30 min :

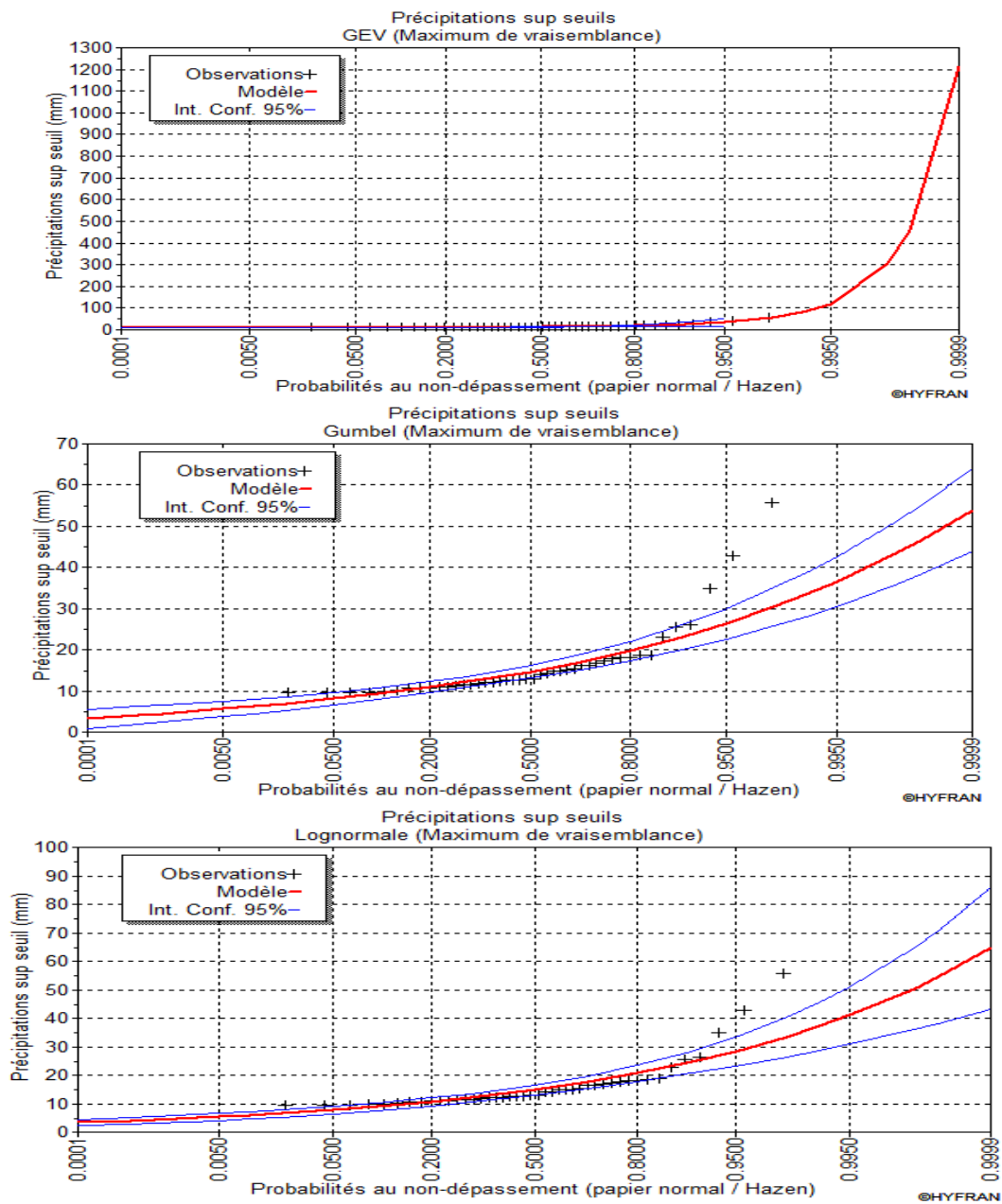


Figure 199 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 30 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »

60 min :

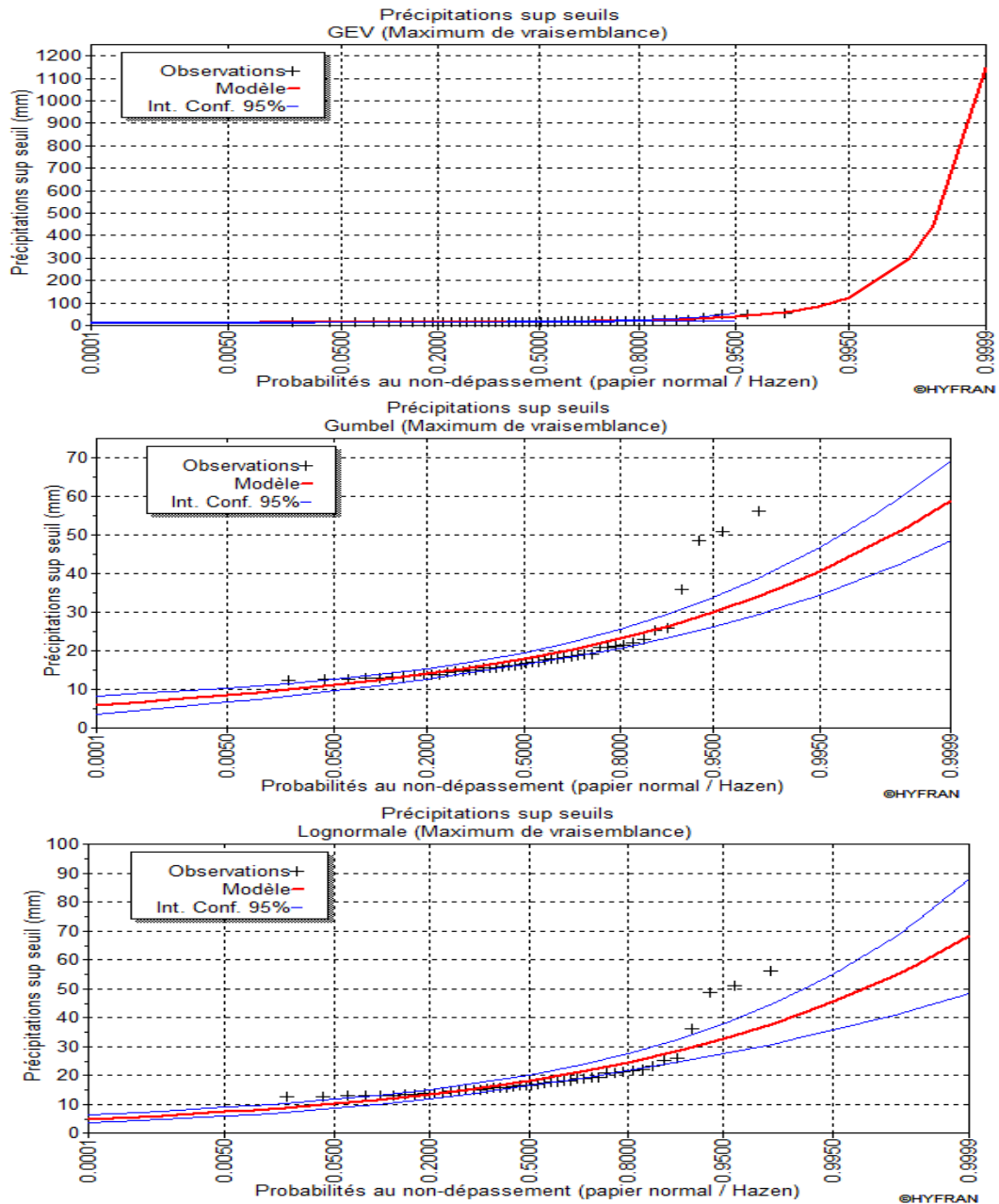
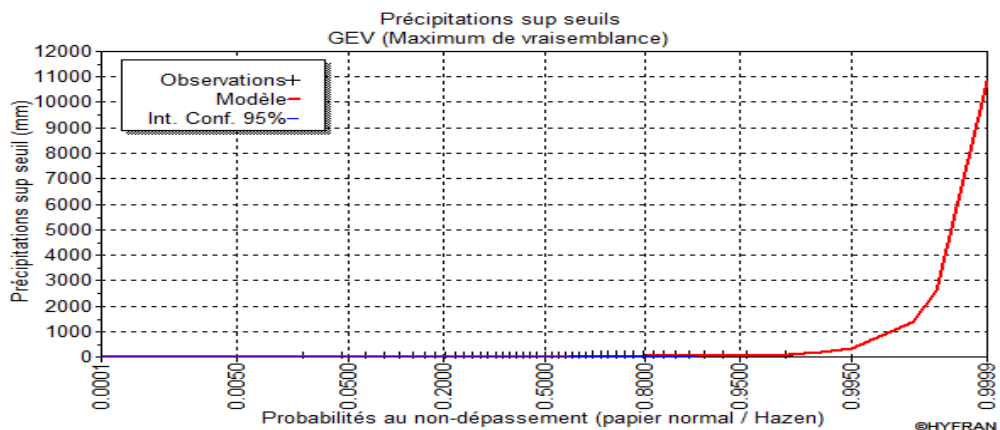


Figure 200 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 60 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »

120 min :



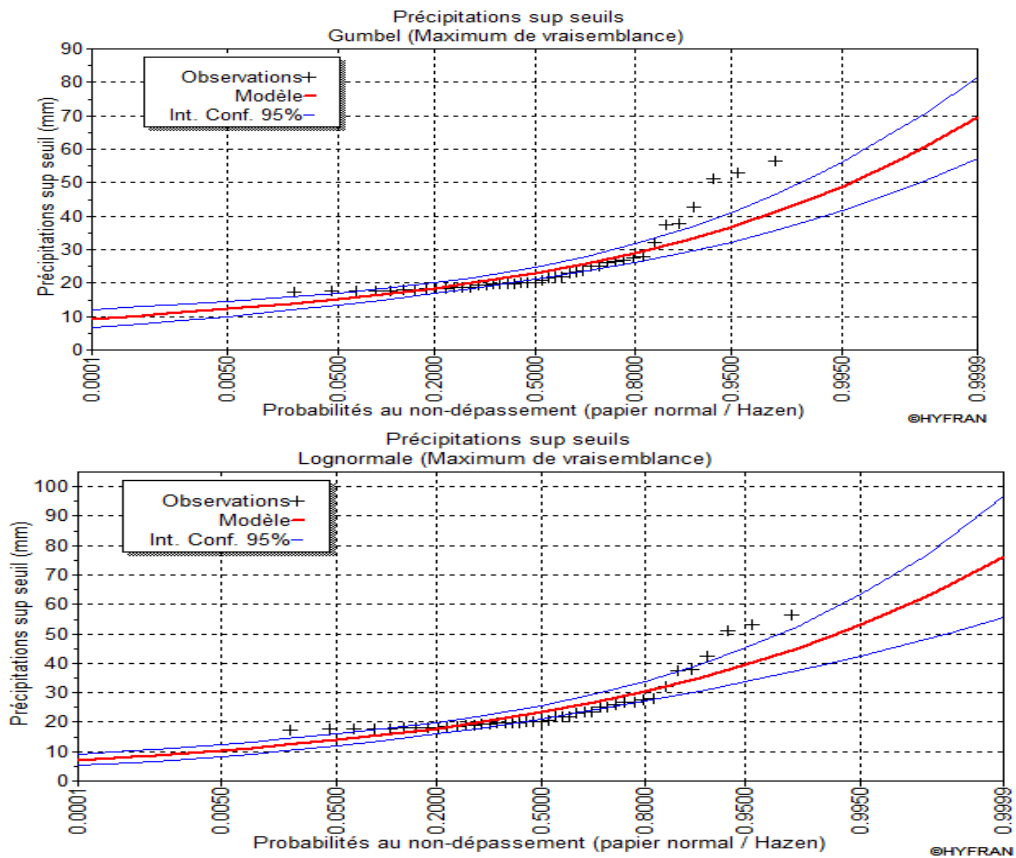
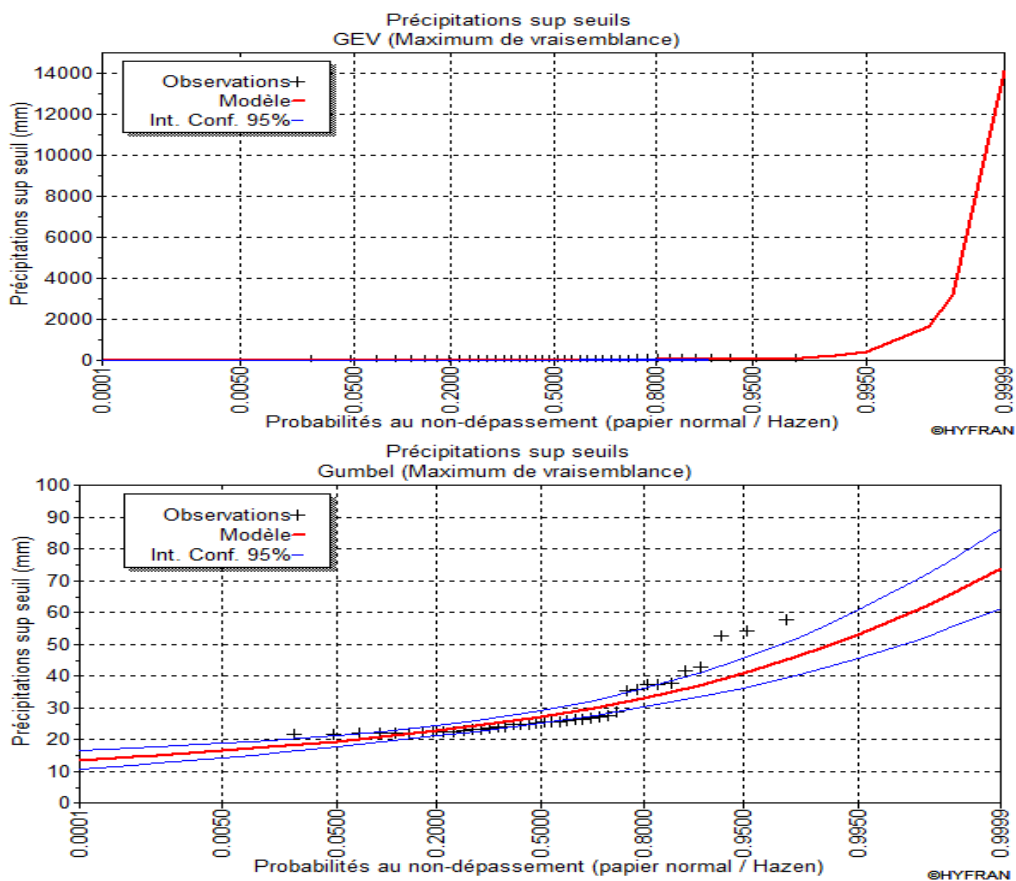


Figure 201 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 120 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »

180 min :



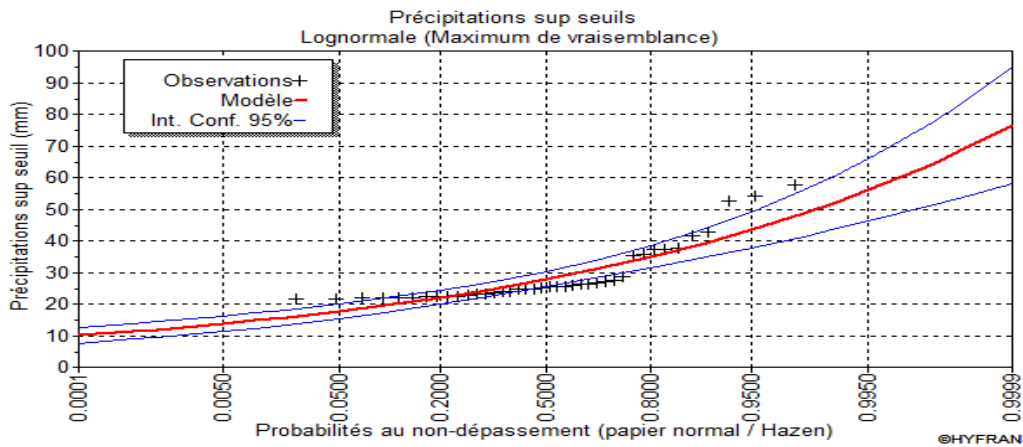


Figure 202 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 180 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »

360 min :

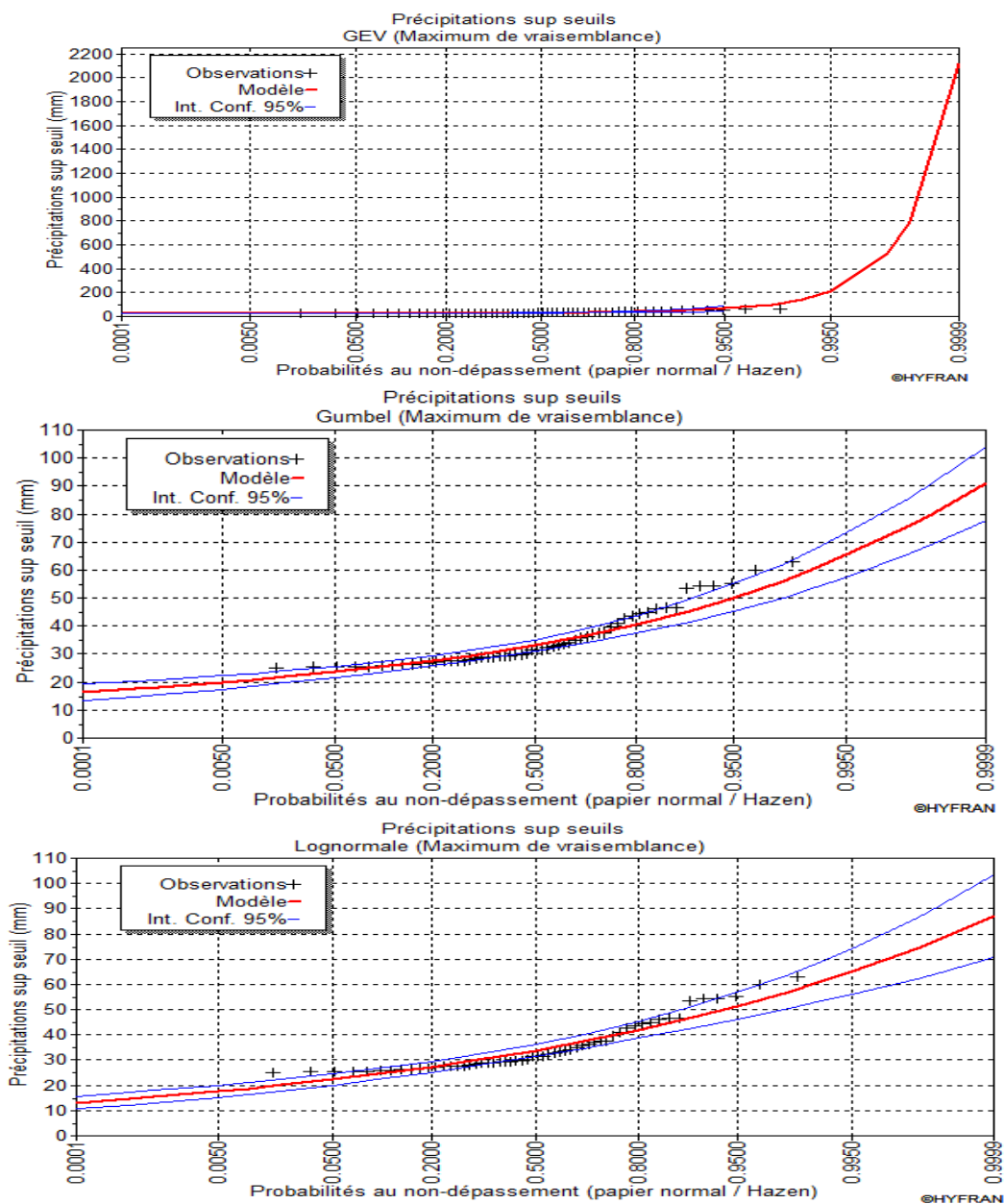


Figure 203 : Ajustement statistique des pluies de durées partielles pour une durée de 360 min suivant les lois de GEV, Gumbel et Log normale «station de Oued Zeboudj »

II-3 ESTIMATION DES QUANTILES ET CALCUL DES ERREURS RELATIVES (ou biais relatives) :**A- STATION DE SOUMAA :****a-1 Durée de 15 minutes :**

EXPONENTIELLE			GEV		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	21,6600	0,1542	100.0	25,6100	100.0	17,6200	0,3120	100.0	18,0900	0,2936
50.0	19,4400	0,0738	50.0	20,9900	50.0	16,2800	0,2244	50.0	16,8200	0,1987
20.0	16,5000	-0,0092	20.0	16,3500	20.0	14,5000	0,1131	20.0	15,0800	0,0777
10.0	14,2700	-0,0447	10.0	13,6600	10.0	13,1300	0,0388	10.0	13,6800	-0,0015
5.0	12,0500	-0,0487	5.0	11,4900	5.0	11,6900	-0,0174	5.0	12,1600	-0,0583
2.0	9,1100	0,0011	2.0	9,1200	2.0	9,5200	-0,0439	2.0	9,7000	-0,0636
GEV			GUMBEL		EXPONENTIELLE			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	25,6100	-0,4535	100.0	17,6200	100.0	21,6600	-0,2293	100.0	18,0900	-0,0267
50.0	20,9900	-0,2893	50.0	16,2800	50.0	19,4400	-0,1941	50.0	16,8200	-0,0332
20.0	16,3500	-0,1276	20.0	14,5000	20.0	16,5000	-0,1379	20.0	15,0800	-0,0400
10.0	13,6600	-0,0404	10.0	13,1300	10.0	14,2700	-0,0868	10.0	13,6800	-0,0419
5.0	11,4900	0,0171	5.0	11,6900	5.0	12,0500	-0,0308	5.0	12,1600	-0,0402
2.0	9,1200	0,0420	2.0	9,5200	2.0	9,1100	0,0431	2.0	9,7000	-0,0189

GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	25,6100	-0,4157	100.0	18,0900	100.0	17,6200	0,0260	100.0	21,6600	-0,1973
50.0	20,9900	-0,2479	50.0	16,8200	50.0	16,2800	0,0321	50.0	19,4400	-0,1558
20.0	16,3500	-0,0842	20.0	15,0800	20.0	14,5000	0,0385	20.0	16,5000	-0,0942
10.0	13,6600	0,0015	10.0	13,6800	10.0	13,1300	0,0402	10.0	14,2700	-0,0431
5.0	11,4900	0,0551	5.0	12,1600	5.0	11,6900	0,0387	5.0	12,0500	0,0090
2.0	9,1200	0,0598	2.0	9,7000	2.0	9,5200	0,0186	2.0	9,1100	0,0608

Tableau 114 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 15 minutes

a-2 Durée de 30 minutes :

EXPONENTIELLE			GEV		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	30,8500	0,5341	100.0	66,2200	100.0	26,7300	0,5963	100.0	27,0600	0,5914
50.0	27,8900	0,3938	50.0	46,0100	50.0	24,7300	0,4625	50.0	25,2400	0,4514
20.0	23,9700	0,1964	20.0	29,8300	20.0	22,0700	0,2601	20.0	22,7300	0,2380
10.0	21,0100	0,0650	10.0	22,4700	10.0	20,0100	0,1095	10.0	20,7100	0,0783
5.0	18,0500	-0,0221	5.0	17,6600	5.0	17,8700	-0,0119	5.0	18,5000	-0,0476
2.0	14,1400	-0,0382	2.0	13,6200	2.0	14,6300	-0,0742	2.0	14,9200	-0,0954
GEV			GUMBEL		EXPONENTIELLE			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	66,2200	-1,4774	100.0	26,7300	100.0	30,8500	-0,1541	100.0	27,0600	-0,0123
50.0	46,0100	-0,8605	50.0	24,7300	50.0	27,8900	-0,1278	50.0	25,2400	-0,0206
20.0	29,8300	-0,3516	20.0	22,0700	20.0	23,9700	-0,0861	20.0	22,7300	-0,0299
10.0	22,4700	-0,1229	10.0	20,0100	10.0	21,0100	-0,0500	10.0	20,7100	-0,0350
5.0	17,6600	0,0118	5.0	17,8700	5.0	18,0500	-0,0101	5.0	18,5000	-0,0353
2.0	13,6200	0,0690	2.0	14,6300	2.0	14,1400	0,0335	2.0	14,9200	-0,0198

ANNEXE

GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	66,2200	-1,4472	100.0	27,0600	100.0	26,7300	0,0122	100.0	30,8500	-0,1401
50.0	46,0100	-0,8229	50.0	25,2400	50.0	24,7300	0,0202	50.0	27,8900	-0,1050
20.0	29,8300	-0,3124	20.0	22,7300	20.0	22,0700	0,0290	20.0	23,9700	-0,0546
10.0	22,4700	-0,0850	10.0	20,7100	10.0	20,0100	0,0338	10.0	21,0100	-0,0145
5.0	17,6600	0,0454	5.0	18,5000	5.0	17,8700	0,0341	5.0	18,0500	0,0243
2.0	13,6200	0,0871	2.0	14,9200	2.0	14,6300	0,0194	2.0	14,1400	0,0523

Tableau 115 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 30 minutes

a-3 Durée de 60 minutes :

EXPONENTIELLE			GEV		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR			
100.0	43,6300	0,2274	100.0	56,4700	100.0	37,3600	0,3384	100.0	36,9300	0,3460
50.0	39,2100	0,1441	50.0	45,8100	50.0	34,4200	0,2486	50.0	34,3400	0,2504
20.0	33,3600	0,0504	20.0	35,1300	20.0	30,5000	0,1318	20.0	30,8000	0,1233
10.0	28,9400	0,0014	10.0	28,9800	10.0	27,4700	0,0521	10.0	27,9700	0,0349
5.0	24,5100	-0,0200	5.0	24,0300	5.0	24,3100	-0,0117	5.0	24,8800	-0,0354
2.0	18,6600	0,0000	2.0	18,6600	2.0	19,5400	-0,0472	2.0	19,8900	-0,0659
GEV			GUMBEL		EXPONENTIELLE			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR			
100.0	56,4700	-0,5115	100.0	37,3600	100.0	43,6300	-0,1678	100.0	36,9300	0,0115
50.0	45,8100	-0,3309	50.0	34,4200	50.0	39,2100	-0,1392	50.0	34,3400	0,0023
20.0	35,1300	-0,1518	20.0	30,5000	20.0	33,3600	-0,0938	20.0	30,8000	-0,0098
10.0	28,9800	-0,0550	10.0	27,4700	10.0	28,9400	-0,0535	10.0	27,9700	-0,0182
5.0	24,0300	0,0115	5.0	24,3100	5.0	24,5100	-0,0082	5.0	24,8800	-0,0234
2.0	18,6600	0,0450	2.0	19,5400	2.0	18,6600	0,0450	2.0	19,8900	-0,0179
GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR			
100.0	56,4700	-0,5291	100.0	36,9300	100.0	37,3600	-0,0116	100.0	43,6300	-0,1814
50.0	45,8100	-0,3340	50.0	34,3400	50.0	34,4200	-0,0023	50.0	39,2100	-0,1418
20.0	35,1300	-0,1406	20.0	30,8000	20.0	30,5000	0,0097	20.0	33,3600	-0,0831
10.0	28,9800	-0,0361	10.0	27,9700	10.0	27,4700	0,0179	10.0	28,9400	-0,0347
5.0	24,0300	0,0342	5.0	24,8800	5.0	24,3100	0,0229	5.0	24,5100	0,0149
2.0	18,6600	0,0618	2.0	19,8900	2.0	19,5400	0,0176	2.0	18,6600	0,0618

Tableau 116 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 60 minutes

a-4 Durée de 120 minutes :

GUMBEL		EXPONENTIELLE			LOG NORMALE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	45,3500	100.0	55,2100	-0,2174	100.0	43,5400	0,0399	100.0	52,3500	-0,1544
50.0	41,8100	50.0	49,4200	-0,1820	50.0	40,6700	0,0273	50.0	46,2100	-0,1052
20.0	37,1000	20.0	41,7700	-0,1259	20.0	36,7200	0,0102	20.0	38,9800	-0,0507
10.0	33,4600	10.0	35,9800	-0,0753	10.0	33,5300	-0,0021	10.0	34,0500	-0,0176
5.0	29,6600	5.0	30,1900	-0,0179	5.0	30,0300	-0,0125	5.0	29,4700	0,0064
2.0	23,9200	2.0	22,5300	0,0581	2.0	24,3300	-0,0171	2.0	23,4600	0,0192

ANNEXE

LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	43,5400	100.0	45,3500	-0,0416	100.0	55,2100	-0,2680	100.0	52,3500	-0,2023
50.0	40,6700	50.0	41,8100	-0,0280	50.0	49,4200	-0,2151	50.0	46,2100	-0,1362
20.0	36,7200	20.0	37,1000	-0,0103	20.0	41,7700	-0,1375	20.0	38,9800	-0,0615
10.0	33,5300	10.0	33,4600	0,0021	10.0	35,9800	-0,0731	10.0	34,0500	-0,0155
5.0	30,0300	5.0	29,6600	0,0123	5.0	30,1900	-0,0053	5.0	29,4700	0,0186
2.0	24,3300	2.0	23,9200	0,0169	2.0	22,5300	0,0740	2.0	23,4600	0,0358
GEV		GUMBEL			LOG NORMALE			EXPONENTIELLE		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	52,3500	100.0	45,3500	0,1337	100.0	43,5400	0,1683	100.0	55,2100	-0,0546
50.0	46,2100	50.0	41,8100	0,0952	50.0	40,6700	0,1199	50.0	49,4200	-0,0695
20.0	38,9800	20.0	37,1000	0,0482	20.0	36,7200	0,0580	20.0	41,7700	-0,0716
10.0	34,0500	10.0	33,4600	0,0173	10.0	33,5300	0,0153	10.0	35,9800	-0,0567
5.0	29,4700	5.0	29,6600	-0,0064	5.0	30,0300	-0,0190	5.0	30,1900	-0,0244
2.0	23,4600	2.0	23,9200	-0,0196	2.0	24,3300	-0,0371	2.0	22,5300	0,0396

Tableau 117 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 120 minutes

a-5 Durée de 180 minutes :

GUMBEL		EXPONENTIELLE			LOG NORMALE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	52,0400	100.0	60,6800	-0,1660	100.0	49,0000	0,0584	100.0	50,6800	0,0261
50.0	48,1200	50.0	54,6900	-0,1365	50.0	46,0400	0,0432	50.0	47,1200	0,0208
20.0	42,8900	20.0	46,7600	-0,0902	20.0	41,9200	0,0226	20.0	42,2900	0,0140
10.0	38,8600	10.0	40,7700	-0,0492	10.0	38,5700	0,0075	10.0	38,5000	0,0093
5.0	34,6500	5.0	34,7700	-0,0035	5.0	34,8700	-0,0063	5.0	34,5000	0,0043
2.0	28,2900	2.0	26,8500	0,0509	2.0	28,7600	-0,0166	2.0	28,3600	-0,0025
LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	49,0000	100.0	52,0400	-0,0620	100.0	60,6800	-0,2384	100.0	50,6800	-0,0343
50.0	46,0400	50.0	48,1200	-0,0452	50.0	54,6900	-0,1879	50.0	47,1200	-0,0235
20.0	41,9200	20.0	42,8900	-0,0231	20.0	46,7600	-0,1155	20.0	42,2900	-0,0088
10.0	38,5700	10.0	38,8600	-0,0075	10.0	40,7700	-0,0570	10.0	38,5000	0,0018
5.0	34,8700	5.0	34,6500	0,0063	5.0	34,7700	0,0029	5.0	34,5000	0,0106
2.0	28,7600	2.0	28,2900	0,0163	2.0	26,8500	0,0664	2.0	28,3600	0,0139
GEV		GUMBEL			LOG NORMALE			EXPONENTIELLE		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	50,6800	100.0	52,0400	-0,0268	100.0	49,0000	0,0331	100.0	60,6800	-0,1973
50.0	47,1200	50.0	48,1200	-0,0212	50.0	46,0400	0,0229	50.0	54,6900	-0,1607
20.0	42,2900	20.0	42,8900	-0,0142	20.0	41,9200	0,0087	20.0	46,7600	-0,1057
10.0	38,5000	10.0	38,8600	-0,0094	10.0	38,5700	-0,0018	10.0	40,7700	-0,0590
5.0	34,5000	5.0	34,6500	-0,0043	5.0	34,8700	-0,0107	5.0	34,7700	-0,0078
2.0	28,3600	2.0	28,2900	0,0025	2.0	28,7600	-0,0141	2.0	26,8500	0,0532

Tableau 118 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 180 minutes

ANNEXE

a-6 Durée de 360 minutes :

GUMBEL		EXPONENTIELLE			LOG NORMALE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	59,1900	100.0	74,9600	-0,2664	100.0	57,8100	0,0233	100.0	71,1200	-0,2016
50.0	55,1800	50.0	67,5500	-0,2242	50.0	54,6200	0,0101	50.0	62,6000	-0,1345
20.0	49,8400	20.0	57,7500	-0,1587	20.0	50,1600	-0,0064	20.0	52,9900	-0,0632
10.0	45,7200	10.0	50,3400	-0,1010	10.0	46,5000	-0,0171	10.0	46,7500	-0,0225
5.0	41,4200	5.0	42,9200	-0,0362	5.0	42,4300	-0,0244	5.0	41,1600	0,0063
2.0	34,9200	2.0	33,1200	0,0515	2.0	35,6100	-0,0198	2.0	34,2200	0,0200
GEV		EXPONENTIELLE			LOG NORMALE			GUMBEL		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	71,1200	100.0	74,9600	-0,0540	100.0	57,8100	0,1871	100.0	59,1900	0,1677
50.0	62,6000	50.0	67,5500	-0,0791	50.0	54,6200	0,1275	50.0	55,1800	0,1185
20.0	52,9900	20.0	57,7500	-0,0898	20.0	50,1600	0,0534	20.0	49,8400	0,0594
10.0	46,7500	10.0	50,3400	-0,0768	10.0	46,5000	0,0053	10.0	45,7200	0,0220
5.0	41,1600	5.0	42,9200	-0,0428	5.0	42,4300	-0,0309	5.0	41,4200	-0,0063
2.0	34,2200	2.0	33,1200	0,0321	2.0	35,6100	-0,0406	2.0	34,9200	-0,0205
LOG NORMALE		EXPONENTIELLE			EXPONENTIELLE			GUMBEL		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	57,8100	100.0	74,9600	-0,2967	100.0	74,9600	-0,2967	100.0	59,1900	-0,0239
50.0	54,6200	50.0	67,5500	-0,2367	50.0	67,5500	-0,2367	50.0	55,1800	-0,0103
20.0	50,1600	20.0	57,7500	-0,1513	20.0	57,7500	-0,1513	20.0	49,8400	0,0064
10.0	46,5000	10.0	50,3400	-0,0826	10.0	50,3400	-0,0826	10.0	45,7200	0,0168
5.0	42,4300	5.0	42,9200	-0,0115	5.0	42,9200	-0,0115	5.0	41,4200	0,0238
2.0	35,6100	2.0	33,1200	0,0699	2.0	33,1200	0,0699	2.0	34,9200	0,0194

Tableau 119 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Soumaa suivant une durée de 360 minutes

B- STATION DE MOUZAIA :

b-1 Durée de 15 minutes :

GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	74,1000	-3,7683	100.0	15,5400	100.0	15,0800	0,0296	100.0	17,5200	-0,1274
50.0	42,1600	-1,9565	50.0	14,2600	50.0	13,8000	0,0323	50.0	15,6700	-0,0989
20.0	21,2100	-0,6914	20.0	12,5400	20.0	12,1000	0,0351	20.0	13,2100	-0,0534
10.0	13,5100	-0,2084	10.0	11,1800	10.0	10,7800	0,0358	10.0	11,3500	-0,0152
5.0	9,3200	0,0431	5.0	9,7400	5.0	9,4100	0,0339	5.0	9,5000	0,0246
2.0	6,5100	0,1285	2.0	7,4700	2.0	7,3400	0,0174	2.0	7,0400	0,0576
GEV			GUMBEL		EXPONENTIELLE			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	74,1000	-3,9138	100.0	15,0800	100.0	17,5200	-0,1618	100.0	15,5400	-0,0305
50.0	42,1600	-2,0551	50.0	13,8000	50.0	15,6700	-0,1355	50.0	14,2600	-0,0333
20.0	21,2100	-0,7529	20.0	12,1000	20.0	13,2100	-0,0917	20.0	12,5400	-0,0364
10.0	13,5100	-0,2532	10.0	10,7800	10.0	11,3500	-0,0529	10.0	11,1800	-0,0371
5.0	9,3200	0,0096	5.0	9,4100	5.0	9,5000	-0,0096	5.0	9,7400	-0,0351
2.0	6,5100	0,1131	2.0	7,3400	2.0	7,0400	0,0409	2.0	7,4700	-0,0177

Tableau 120 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 15 minutes

b-2 Durée de 30 minutes :

GEV			GUMBEL		EXPONENTIELLE			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	44,4000	-1,1872	100.0	20,3000	100.0	24,3900	-0,2015	100.0	21,3200	-0,0502
50.0	31,8300	-0,7131	50.0	18,5800	50.0	21,7400	-0,1701	50.0	19,5100	-0,0501
20.0	21,1200	-0,2973	20.0	16,2800	20.0	18,2400	-0,1204	20.0	17,0900	-0,0498
10.0	15,9200	-0,0979	10.0	14,5000	10.0	15,5900	-0,0752	10.0	15,1800	-0,0469
5.0	12,3200	0,0261	5.0	12,6500	5.0	12,9300	-0,0221	5.0	13,1600	-0,0403
2.0	9,0700	0,0792	2.0	9,8500	2.0	9,4300	0,0426	2.0	10,0200	-0,0173
GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	44,4000	-1,0826	100.0	21,3200	100.0	20,3000	0,0478	100.0	24,3900	-0,1440
50.0	31,8300	-0,6315	50.0	19,5100	50.0	18,5800	0,0477	50.0	21,7400	-0,1143
20.0	21,1200	-0,2358	20.0	17,0900	20.0	16,2800	0,0474	20.0	18,2400	-0,0673
10.0	15,9200	-0,0487	10.0	15,1800	10.0	14,5000	0,0448	10.0	15,5900	-0,0270
5.0	12,3200	0,0638	5.0	13,1600	5.0	12,6500	0,0388	5.0	12,9300	0,0175
2.0	9,0700	0,0948	2.0	10,0200	2.0	9,8500	0,0170	2.0	9,4300	0,0589

Tableau 121 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 30 minutes

b-3 Durée de 60 minutes :

EXPONENTIELLE			GEV		GUMBEL			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR			
100.0	30,6700	0,6872	100.0	98,0500	100.0	26,2700	0,7321	100.0	28,7400	0,7069
50.0	27,3600	0,5343	50.0	58,7500	50.0	23,9800	0,5918	50.0	26,0700	0,5563
20.0	22,9900	0,2736	20.0	31,6500	20.0	20,9100	0,3393	20.0	22,5300	0,2882
10.0	19,6900	0,0690	10.0	21,1500	10.0	18,5400	0,1234	10.0	19,7900	0,0643
5.0	16,3800	-0,0805	5.0	15,1600	5.0	16,0700	-0,0600	5.0	16,9200	-0,1161
2.0	12,0200	-0,1017	2.0	10,9100	2.0	12,3400	-0,1311	2.0	12,5300	-0,1485
GEV			GUMBEL		EXPONENTIELLE			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR			
100.0	98,0500	-2,7324	100.0	26,2700	100.0	30,6700	-0,1675	100.0	28,7400	-0,0940
50.0	58,7500	-1,4500	50.0	23,9800	50.0	27,3600	-0,1410	50.0	26,0700	-0,0872
20.0	31,6500	-0,5136	20.0	20,9100	20.0	22,9900	-0,0995	20.0	22,5300	-0,0775
10.0	21,1500	-0,1408	10.0	18,5400	10.0	19,6900	-0,0620	10.0	19,7900	-0,0674
5.0	15,1600	0,0566	5.0	16,0700	5.0	16,3800	-0,0193	5.0	16,9200	-0,0529
2.0	10,9100	0,1159	2.0	12,3400	2.0	12,0200	0,0259	2.0	12,5300	-0,0154
GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR			
100.0	98,0500	-2,4116	100.0	28,7400	100.0	26,2700	0,0859	100.0	30,6700	-0,0672
50.0	58,7500	-1,2535	50.0	26,0700	50.0	23,9800	0,0802	50.0	27,3600	-0,0495
20.0	31,6500	-0,4048	20.0	22,5300	20.0	20,9100	0,0719	20.0	22,9900	-0,0204
10.0	21,1500	-0,0687	10.0	19,7900	10.0	18,5400	0,0632	10.0	19,6900	0,0051
5.0	15,1600	0,1040	5.0	16,9200	5.0	16,0700	0,0502	5.0	16,3800	0,0319
2.0	10,9100	0,1293	2.0	12,5300	2.0	12,3400	0,0152	2.0	12,0200	0,0407

Tableau 122 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 60 minutes

ANNEXE

b-4 Durée de 120 minutes :

GUMBEL		EXPONENTIELLE			LOG NORMALE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	30,8700	100.0	36,1500	-0,1710	100.0	34,2900	-0,1108	100.0	129,7900	-3,2044
50.0	28,1800	50.0	32,2800	-0,1455	50.0	31,0600	-0,1022	50.0	74,4400	-1,6416
20.0	24,6000	20.0	27,1700	-0,1045	20.0	26,7600	-0,0878	20.0	38,1700	-0,5516
10.0	21,8400	10.0	23,3000	-0,0668	10.0	23,4500	-0,0737	10.0	24,8600	-0,1383
5.0	18,9500	5.0	19,4400	-0,0259	5.0	19,9700	-0,0538	5.0	17,6300	0,0697
2.0	14,6000	2.0	14,3300	0,0185	2.0	14,7100	-0,0075	2.0	12,7900	0,1240
LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	34,2900	100.0	30,8700	0,0997	100.0	36,1500	-0,0542	100.0	129,7900	-2,7851
50.0	31,0600	50.0	28,1800	0,0927	50.0	32,2800	-0,0393	50.0	74,4400	-1,3967
20.0	26,7600	20.0	24,6000	0,0807	20.0	27,1700	-0,0153	20.0	38,1700	-0,4264
10.0	23,4500	10.0	21,8400	0,0687	10.0	23,3000	0,0064	10.0	24,8600	-0,0601
5.0	19,9700	5.0	18,9500	0,0511	5.0	19,4400	0,0265	5.0	17,6300	0,1172
2.0	14,7100	2.0	14,6000	0,0075	2.0	14,3300	0,0258	2.0	12,7900	0,1305
GEV		GUMBEL			LOG NORMALE			LOG NORMALE		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	129,7900	100.0	30,8700	0,7622	100.0	34,2900	0,7358	100.0	34,2900	0,7358
50.0	74,4400	50.0	28,1800	0,6214	50.0	31,0600	0,5828	50.0	31,0600	0,5828
20.0	38,1700	20.0	24,6000	0,3555	20.0	26,7600	0,2989	20.0	26,7600	0,2989
10.0	24,8600	10.0	21,8400	0,1215	10.0	23,4500	0,0567	10.0	23,4500	0,0567
5.0	17,6300	5.0	18,9500	-0,0749	5.0	19,9700	-0,1327	5.0	19,9700	-0,1327
2.0	12,7900	2.0	14,6000	-0,1415	2.0	14,7100	-0,1501	2.0	14,7100	-0,1501

Tableau 123 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 120 minutes

b-5 Durée de 180 minutes :

GUMBEL		EXPONENTIELLE			LOG NORMALE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	34,7600	100.0	41,2200	-0,1858	100.0	38,7800	-0,1157	100.0	102,5400	-1,9499
50.0	31,8000	50.0	36,8400	-0,1585	50.0	35,1900	-0,1066	50.0	64,7200	-1,0352
20.0	27,8500	20.0	31,0500	-0,1149	20.0	30,4100	-0,0919	20.0	37,4800	-0,3458
10.0	24,7900	10.0	26,6700	-0,0758	10.0	26,7200	-0,0779	10.0	26,4100	-0,0653
5.0	21,6100	5.0	22,2900	-0,0315	5.0	22,8400	-0,0569	5.0	19,8500	0,0814
2.0	16,8000	2.0	16,4900	0,0185	2.0	16,9200	-0,0071	2.0	14,9500	0,1101
LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	38,7800	100.0	34,7600	0,1037	100.0	41,2200	-0,0629	100.0	102,5400	-1,6441
50.0	35,1900	50.0	31,8000	0,0963	50.0	36,8400	-0,0469	50.0	64,7200	-0,8392
20.0	30,4100	20.0	27,8500	0,0842	20.0	31,0500	-0,0210	20.0	37,4800	-0,2325
10.0	26,7200	10.0	24,7900	0,0722	10.0	26,6700	0,0019	10.0	26,4100	0,0116
5.0	22,8400	5.0	21,6100	0,0539	5.0	22,2900	0,0241	5.0	19,8500	0,1309
2.0	16,9200	2.0	16,8000	0,0071	2.0	16,4900	0,0254	2.0	14,9500	0,1164

ANNEXE

GEV		GUMBEL			LOG NORMALE			EXPONENTIELLE		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	102,5400	100.0	34,7600	0,6610	100.0	38,7800	0,6218	100.0	41,2200	0,5980
50.0	64,7200	50.0	31,8000	0,5087	50.0	35,1900	0,4563	50.0	36,8400	0,4308
20.0	37,4800	20.0	27,8500	0,2569	20.0	30,4100	0,1886	20.0	31,0500	0,1716
10.0	26,4100	10.0	24,7900	0,0613	10.0	26,7200	-0,0117	10.0	26,6700	-0,0098
5.0	19,8500	5.0	21,6100	-0,0887	5.0	22,8400	-0,1506	5.0	22,2900	-0,1229
2.0	14,9500	2.0	16,8000	-0,1237	2.0	16,9200	-0,1318	2.0	16,4900	-0,1030

Tableau 124 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 180 minutes

b-6 Durée de 360 minutes :

GUMBEL		EXPONENTIELLE			LOG NORMALE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	38,9300	100.0	48,2600	-0,2397	100.0	43,1100	-0,1074	100.0	55,8300	-0,4341
50.0	36,0100	50.0	43,3700	-0,2044	50.0	39,7300	-0,1033	50.0	45,1900	-0,2549
20.0	32,1200	20.0	36,9100	-0,1491	20.0	35,1600	-0,0946	20.0	34,9000	-0,0866
10.0	29,1200	10.0	32,0200	-0,0996	10.0	31,5500	-0,0834	10.0	29,1800	-0,0021
5.0	25,9800	5.0	27,1400	-0,0446	5.0	27,6600	-0,0647	5.0	24,7300	0,0481
2.0	21,2500	2.0	20,6800	0,0268	2.0	21,5100	-0,0122	2.0	20,0800	0,0551
LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE			GEV		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	43,1100	100.0	38,9300	0,0970	100.0	48,2600	-0,1195	100.0	55,8300	-0,2951
50.0	39,7300	50.0	36,0100	0,0936	50.0	43,3700	-0,0916	50.0	45,1900	-0,1374
20.0	35,1600	20.0	32,1200	0,0865	20.0	36,9100	-0,0498	20.0	34,9000	0,0074
10.0	31,5500	10.0	29,1200	0,0770	10.0	32,0200	-0,0149	10.0	29,1800	0,0751
5.0	27,6600	5.0	25,9800	0,0607	5.0	27,1400	0,0188	5.0	24,7300	0,1059
2.0	21,5100	2.0	21,2500	0,0121	2.0	20,6800	0,0386	2.0	20,0800	0,0665
GEV		GUMBEL			LOG NORMALE			EXPONENTIELLE		
T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	55,8300	100.0	38,9300	0,3027	100.0	43,1100	0,2278	100.0	48,2600	0,1356
50.0	45,1900	50.0	36,0100	0,2031	50.0	39,7300	0,1208	50.0	43,3700	0,0403
20.0	34,9000	20.0	32,1200	0,0797	20.0	35,1600	-0,0074	20.0	36,9100	-0,0576
10.0	29,1800	10.0	29,1200	0,0021	10.0	31,5500	-0,0812	10.0	32,0200	-0,0973
5.0	24,7300	5.0	25,9800	-0,0505	5.0	27,6600	-0,1185	5.0	27,1400	-0,0975
2.0	20,0800	2.0	21,2500	-0,0583	2.0	21,5100	-0,0712	2.0	20,6800	-0,0299

Tableau 125 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Mouzaia suivant une durée de 360 minutes

C- STATION DE OUED ZEBODJ :

c-1 Durée de 15 minutes :

GUMBEL			LOG NORMALE		GEV			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	30,7400	0,1187	100.0	34,8800	100.0	267,5000	-6,6692	100.0	35,8700	-0,0284
50.0	27,6300	0,1000	50.0	30,7000	50.0	129,0000	-3,2020	50.0	31,5400	-0,0274
20.0	23,4700	0,0738	20.0	25,3400	20.0	51,2500	-1,0225	20.0	25,8100	-0,0185
10.0	20,2600	0,0519	10.0	21,3700	10.0	27,1800	-0,2719	10.0	21,4800	-0,0051
5.0	16,9100	0,0276	5.0	17,3900	5.0	15,8600	0,0880	5.0	17,1500	0,0138
2.0	11,8500	-0,0111	2.0	11,7200	2.0	9,4960	0,1898	2.0	11,4300	0,0247

ANNEXE

GUMBEL			GEV		LOG NORMALE			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	30,7400	0,8851	100.0	267,5000	100.0	34,8800	0,8696	100.0	35,8700	0,8659
50.0	27,6300	0,7858	50.0	129,0000	50.0	30,7000	0,7620	50.0	31,5400	0,7555
20.0	23,4700	0,5420	20.0	51,2500	20.0	25,3400	0,5056	20.0	25,8100	0,4964
10.0	20,2600	0,2546	10.0	27,1800	10.0	21,3700	0,2138	10.0	21,4800	0,2097
5.0	16,9100	-0,0662	5.0	15,8600	5.0	17,3900	-0,0965	5.0	17,1500	-0,0813
2.0	11,8500	-0,2479	2.0	9,4960	2.0	11,7200	-0,2342	2.0	11,4300	-0,2037
EXPONENTIELLE			GUMBEL		GEV			LOG NORMALE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	35,8700	-0,1669	100.0	30,7400	100.0	267,5000	-7,7020	100.0	34,8800	-0,1347
50.0	31,5400	-0,1415	50.0	27,6300	50.0	129,0000	-3,6688	50.0	30,7000	-0,1111
20.0	25,8100	-0,0997	20.0	23,4700	20.0	51,2500	-1,1836	20.0	25,3400	-0,0797
10.0	21,4800	-0,0602	10.0	20,2600	10.0	27,1800	-0,3416	10.0	21,3700	-0,0548
5.0	17,1500	-0,0142	5.0	16,9100	5.0	15,8600	0,0621	5.0	17,3900	-0,0284
2.0	11,4300	0,0354	2.0	11,8500	2.0	9,4960	0,1986	2.0	11,7200	0,0110

Tableau 126 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 15 min

c-2 Durée de 30 minutes :

GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100	81,1200	-0,5001	100.0	37,1300	100.0	33,4700	0,0986	100.0	40,8000	-0,0988
50	55,7000	-0,0462	50.0	33,3300	50.0	30,3700	0,0888	50.0	36,0700	-0,0822
20	34,8700	0,1115	20.0	28,3300	20.0	26,2300	0,0741	20.0	29,8200	-0,0526
10	25,1700	0,2381	10.0	24,5300	10.0	23,0300	0,0611	10.0	25,0900	-0,0228
5	18,6900	0,3646	5.0	20,6000	5.0	19,7000	0,0437	5.0	20,3600	0,0117
2	13,0900	0,1125	2.0	14,7500	2.0	14,6700	0,0054	2.0	14,1100	0,0434
LOG NORMALE			GEV		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	37,1300	0,5423	100.0	81,1200	100.0	33,4700	0,5874	100.0	40,8000	0,4970
50.0	33,3300	0,4016	50.0	55,7000	50.0	30,3700	0,4548	50.0	36,0700	0,3524
20.0	28,3300	0,1876	20.0	34,8700	20.0	26,2300	0,2478	20.0	29,8200	0,1448
10.0	24,5300	0,0254	10.0	25,1700	10.0	23,0300	0,0850	10.0	25,0900	0,0032
5.0	20,6000	-0,1022	5.0	18,6900	5.0	19,7000	-0,0540	5.0	20,3600	-0,0894
2.0	14,7500	-0,1268	2.0	13,0900	2.0	14,6700	-0,1207	2.0	14,1100	-0,0779
GEV			GUMBEL		LOG NORMALE			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	81,1200	-1,4237	100.0	33,4700	100.0	37,1300	-0,1094	100.0	40,8000	-0,2190
50.0	55,7000	-0,8340	50.0	30,3700	50.0	33,3300	-0,0975	50.0	36,0700	-0,1877
20.0	34,8700	-0,3294	20.0	26,2300	20.0	28,3300	-0,0801	20.0	29,8200	-0,1369
10.0	25,1700	-0,0929	10.0	23,0300	10.0	24,5300	-0,0651	10.0	25,0900	-0,0894
5.0	18,6900	0,0513	5.0	19,7000	5.0	20,6000	-0,0457	5.0	20,3600	-0,0335
2.0	13,0900	0,1077	2.0	14,6700	2.0	14,7500	-0,0055	2.0	14,1100	0,0382

Tableau 127 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 30 min

c-3 Durée de 60 minutes :

GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100	83,7000	-0,4171	100.0	41,4800	100.0	37,4400	0,0974	100.0	45,9400	-0,1075
50	58,7800	-0,0141	50.0	37,6500	50.0	34,2200	0,0911	50.0	40,8700	-0,0855
20	38,1800	0,1250	20.0	32,5600	20.0	29,9200	0,0811	20.0	34,1700	-0,0494
10	28,4900	0,2324	10.0	28,6100	10.0	26,6000	0,0703	10.0	29,1000	-0,0171
5	21,9600	0,3351	5.0	24,4700	5.0	23,1300	0,0548	5.0	24,0300	0,0180
2	16,2700	0,1031	2.0	18,1400	2.0	17,9000	0,0132	2.0	17,3300	0,0447
LOG NORMALE			GEV		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	41,4800	0,5044	100.0	83,7000	100.0	37,4400	0,5527	100.0	45,9400	0,4511
50.0	37,6500	0,3595	50.0	58,7800	50.0	34,2200	0,4178	50.0	40,8700	0,3047
20.0	32,5600	0,1472	20.0	38,1800	20.0	29,9200	0,2163	20.0	34,1700	0,1050
10.0	28,6100	-0,0042	10.0	28,4900	10.0	26,6000	0,0663	10.0	29,1000	-0,0214
5.0	24,4700	-0,1143	5.0	21,9600	5.0	23,1300	-0,0533	5.0	24,0300	-0,0943
2.0	18,1400	-0,1149	2.0	16,2700	2.0	17,9000	-0,1002	2.0	17,3300	-0,0652
GEV			GUMBEL		LOG NORMALE			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	83,7000	-1,2356	100.0	37,4400	100.0	41,4800	-0,1079	100.0	45,9400	-0,2270
50.0	58,7800	-0,7177	50.0	34,2200	50.0	37,6500	-0,1002	50.0	40,8700	-0,1943
20.0	38,1800	-0,2761	20.0	29,9200	20.0	32,5600	-0,0882	20.0	34,1700	-0,1420
10.0	28,4900	-0,0711	10.0	26,6000	10.0	28,6100	-0,0756	10.0	29,1000	-0,0940
5.0	21,9600	0,0506	5.0	23,1300	5.0	24,4700	-0,0579	5.0	24,0300	-0,0389
2.0	16,2700	0,0911	2.0	17,9000	2.0	18,1400	-0,0134	2.0	17,3300	0,0318

Tableau 128 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 60 min

c-4 120 minutes :

GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100	190,3000	-1,2361	100.0	48,9700	100.0	45,1800	0,0774	100.0	52,1700	-0,0653
50	109,5000	-0,2674	50.0	44,9100	50.0	41,5100	0,0757	50.0	46,9000	-0,0443
20	56,9200	0,0428	20.0	39,4400	20.0	36,6100	0,0718	20.0	39,9300	-0,0124
10	37,7500	0,2205	10.0	35,1400	10.0	32,8200	0,0660	10.0	34,6700	0,0134
5	27,3900	0,3295	5.0	30,5600	5.0	28,8800	0,0550	5.0	29,4000	0,0380
2	20,4900	0,1240	2.0	23,3900	2.0	22,9200	0,0201	2.0	22,4300	0,0410
LOG NORMALE			GEV		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	48,9700	0,7427	100.0	190,3000	100.0	45,1800	0,7626	100.0	52,1700	0,7259
50.0	44,9100	0,5899	50.0	109,5000	50.0	41,5100	0,6209	50.0	46,9000	0,5717
20.0	39,4400	0,3071	20.0	56,9200	20.0	36,6100	0,3568	20.0	39,9300	0,2985
10.0	35,1400	0,0691	10.0	37,7500	10.0	32,8200	0,1306	10.0	34,6700	0,0816
5.0	30,5600	-0,1157	5.0	27,3900	5.0	28,8800	-0,0544	5.0	29,4000	-0,0734
2.0	23,3900	-0,1415	2.0	20,4900	2.0	22,9200	-0,1186	2.0	22,4300	-0,0947

ANNEXE

GEV			GUMBEL		LOG NORMALE			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	190,3000	-3,2120	100.0	45,1800	100.0	48,9700	-0,0839	100.0	52,1700	-0,1547
50.0	109,5000	-1,6379	50.0	41,5100	50.0	44,9100	-0,0819	50.0	46,9000	-0,1298
20.0	56,9200	-0,5548	20.0	36,6100	20.0	39,4400	-0,0773	20.0	39,9300	-0,0907
10.0	37,7500	-0,1502	10.0	32,8200	10.0	35,1400	-0,0707	10.0	34,6700	-0,0564
5.0	27,3900	0,0516	5.0	28,8800	5.0	30,5600	-0,0582	5.0	29,4000	-0,0180
2.0	20,4900	0,1060	2.0	22,9200	2.0	23,3900	-0,0205	2.0	22,4300	0,0214

Tableau 129: Calcul des erreurs relatives pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 120 min

c-5 Durée de 180 minutes :

GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100	214,2000	-1,3286	100.0	52,3500	100.0	49,4200	0,0560	100.0	55,9000	-0,0678
50	121,9000	-0,3027	50.0	48,6000	50.0	45,7400	0,0588	50.0	50,7100	-0,0434
20	63,3100	0,0202	20.0	43,4700	20.0	40,8200	0,0610	20.0	43,8500	-0,0087
10	42,5900	0,1954	10.0	39,3600	10.0	37,0300	0,0592	10.0	38,6600	0,0178
5	31,6700	0,2948	5.0	34,9100	5.0	33,0700	0,0527	5.0	33,4700	0,0412
2	24,6200	0,1128	2.0	27,7500	2.0	27,1000	0,0234	2.0	26,6000	0,0414
LOG NORMALE			GEV		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	52,3500	0,7556	100.0	214,2000	100.0	49,4200	0,7693	100.0	55,9000	0,7390
50.0	48,6000	0,6013	50.0	121,9000	50.0	45,7400	0,6248	50.0	50,7100	0,5840
20.0	43,4700	0,3134	20.0	63,3100	20.0	40,8200	0,3552	20.0	43,8500	0,3074
10.0	39,3600	0,0758	10.0	42,5900	10.0	37,0300	0,1305	10.0	38,6600	0,0923
5.0	34,9100	-0,1023	5.0	31,6700	5.0	33,0700	-0,0442	5.0	33,4700	-0,0568
2.0	27,7500	-0,1271	2.0	24,6200	2.0	27,1000	-0,1007	2.0	26,6000	-0,0804
GEV			GUMBEL		LOG NORMALE			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	214,2000	-3,3343	100.0	49,4200	100.0	52,3500	-0,0593	100.0	55,9000	-0,1311
50.0	121,9000	-1,6651	50.0	45,7400	50.0	48,6000	-0,0625	50.0	50,7100	-0,1087
20.0	63,3100	-0,5510	20.0	40,8200	20.0	43,4700	-0,0649	20.0	43,8500	-0,0742
10.0	42,5900	-0,1501	10.0	37,0300	10.0	39,3600	-0,0629	10.0	38,6600	-0,0440
5.0	31,6700	0,0423	5.0	33,0700	5.0	34,9100	-0,0556	5.0	33,4700	-0,0121
2.0	24,6200	0,0915	2.0	27,1000	2.0	27,7500	-0,0240	2.0	26,6000	0,0185

Tableau 130 : Calcul des erreurs relatives pour la station de Oued Zeboudj suivant une durée de 180 min

c- Durée de 360 minutes :

GEV			LOG NORMALE		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100	143,6000	-0,6509	100.0	61,1800	100.0	60,8100	0,0060	100.0	70,9900	-0,1603
50	101,0000	-0,1638	50.0	57,0900	50.0	56,2500	0,0147	50.0	64,0700	-0,1223
20	66,4400	0,0187	20.0	51,4500	20.0	50,1600	0,0251	20.0	54,9300	-0,0676
10	50,4900	0,1490	10.0	46,9000	10.0	45,4600	0,0307	10.0	48,0100	-0,0237
5	39,9100	0,2635	5.0	41,9300	5.0	40,5600	0,0327	5.0	41,1000	0,0198
2	30,8800	0,0877	2.0	33,8500	2.0	33,1500	0,0207	2.0	31,9600	0,0558

ANNEXE

LOG NORMALE			GEV		GUMBEL			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	61,1800	0,5740	100.0	143,6000	100.0	60,8100	0,5765	100.0	70,9900	0,5056
50.0	57,0900	0,4348	50.0	101,0000	50.0	56,2500	0,4431	50.0	64,0700	0,3656
20.0	51,4500	0,2256	20.0	66,4400	20.0	50,1600	0,2450	20.0	54,9300	0,1732
10.0	46,9000	0,0711	10.0	50,4900	10.0	45,4600	0,0996	10.0	48,0100	0,0491
5.0	41,9300	-0,0506	5.0	39,9100	5.0	40,5600	-0,0163	5.0	41,1000	-0,0298
2.0	33,8500	-0,0962	2.0	30,8800	2.0	33,1500	-0,0735	2.0	31,9600	-0,0350
GEV			GUMBEL		LOG NORMALE			EXPONENTIELLE		
T	XT	ERREUR	T	XT	T	XT	ERREUR	T	XT	ERREUR
100.0	143,6000	-1,3615	100.0	60,8100	100.0	61,1800	-0,0061	100.0	70,9900	-0,1674
50.0	101,0000	-0,7956	50.0	56,2500	50.0	57,0900	-0,0149	50.0	64,0700	-0,1390
20.0	66,4400	-0,3246	20.0	50,1600	20.0	51,4500	-0,0257	20.0	54,9300	-0,0951
10.0	50,4900	-0,1106	10.0	45,4600	10.0	46,9000	-0,0317	10.0	48,0100	-0,0561
5.0	39,9100	0,0160	5.0	40,5600	5.0	41,9300	-0,0338	5.0	41,1000	-0,0133
2.0	30,8800	0,0685	2.0	33,1500	2.0	33,8500	-0,0211	2.0	31,9600	0,0359

Tableau 131 : Calcul des erreurs relatives pour la station d'Oued Zeboudj suivant une durée de 360 min

III COMPARAISON DES RESULTATS ETABLIS SELON LES DEUX METHODES

(LES SERIES DES MAXIMUMS ANNUELS ET LES SERIES SUP SEUIL) :

GRAPHIQUES QQPLOT ET PP PLOT :

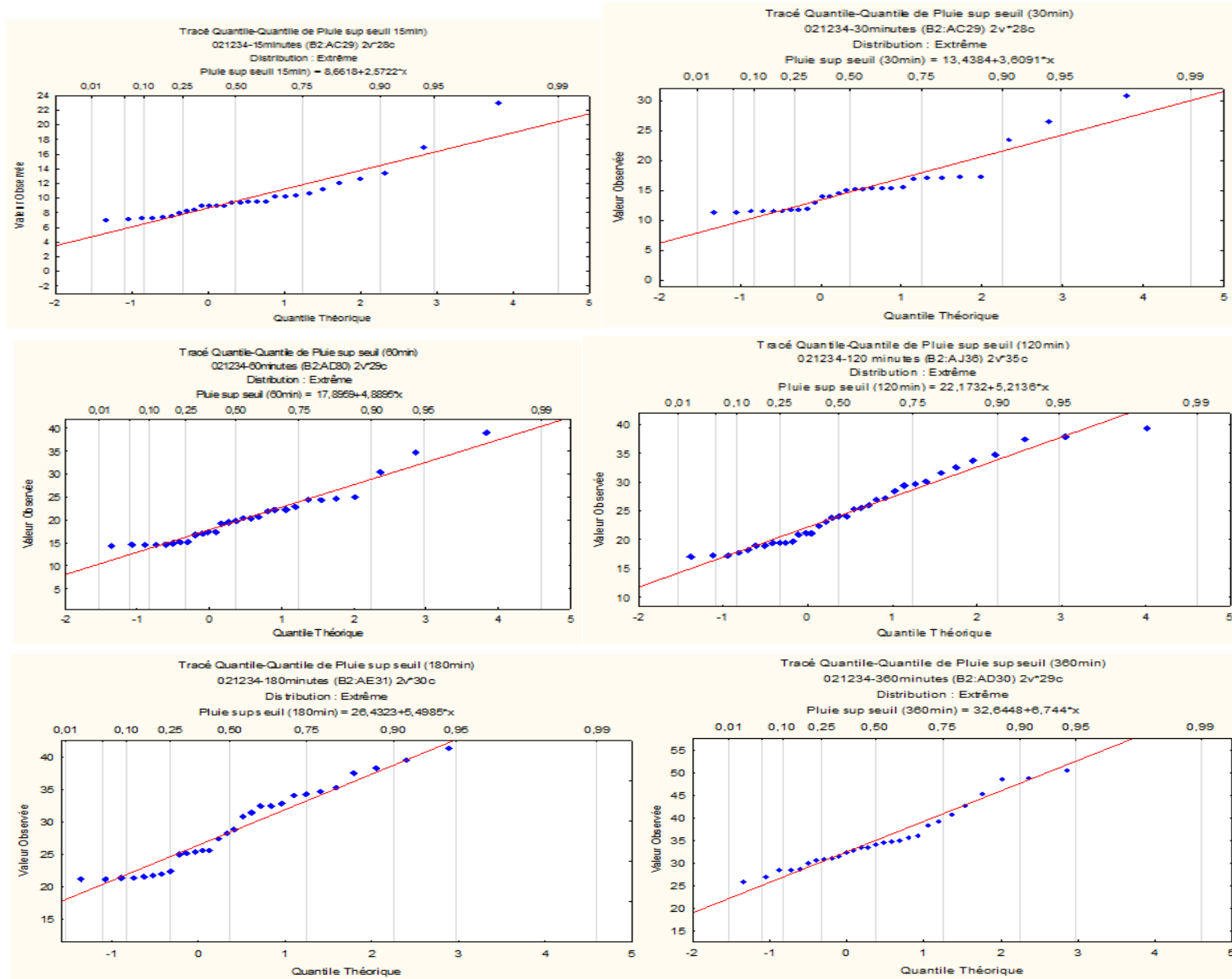


Figure 204 : GRAPHIQUES QQ PLOT DE PLUIE SUP SEUIL POUR LA VILLE DE SOUMAA

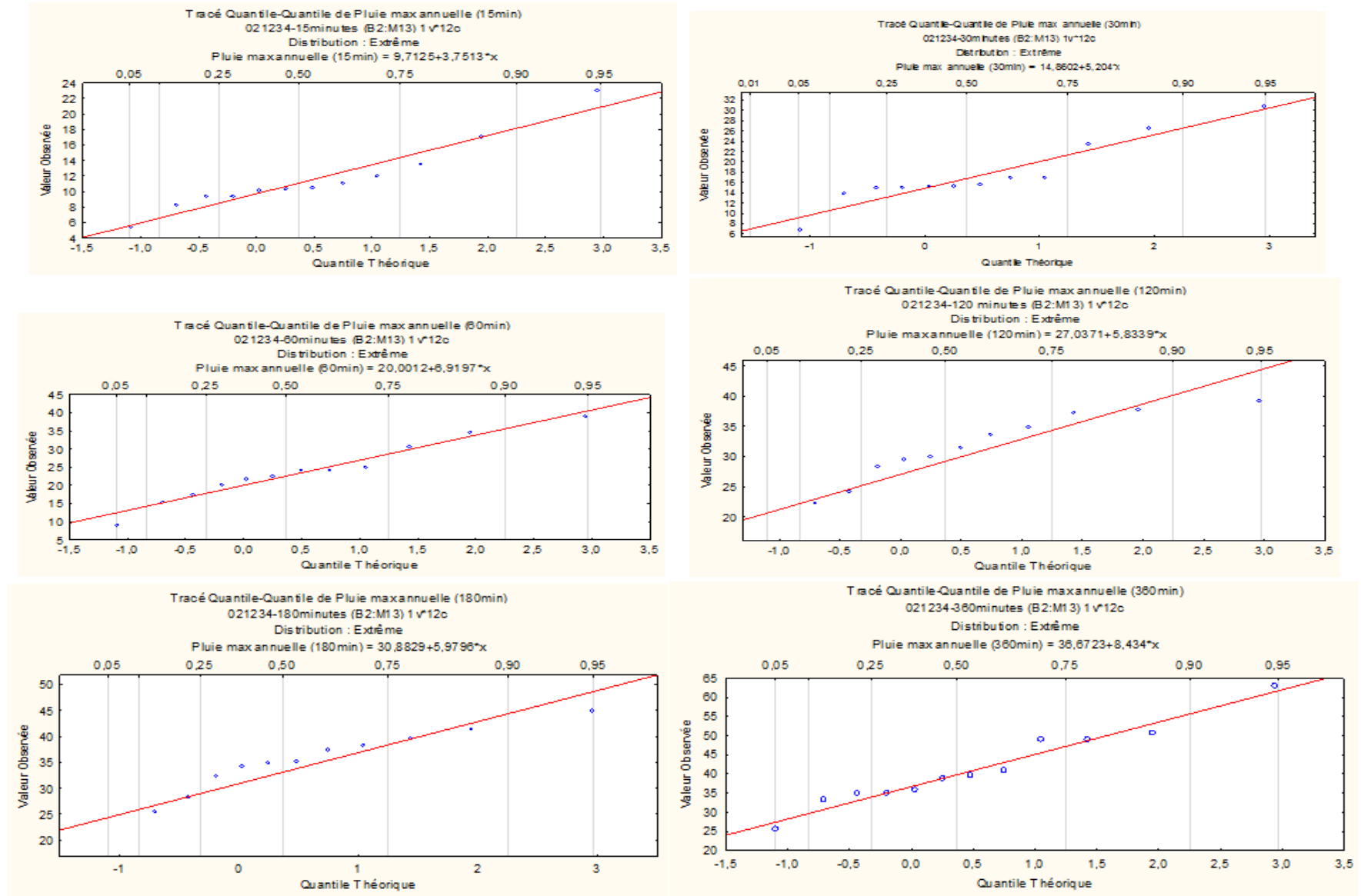


Figure 205 : GRAPHIQUES QQ PLOT DE PLUIE MAXIMALE ANNUELLE POUR LA VILLE DE SOUMAA

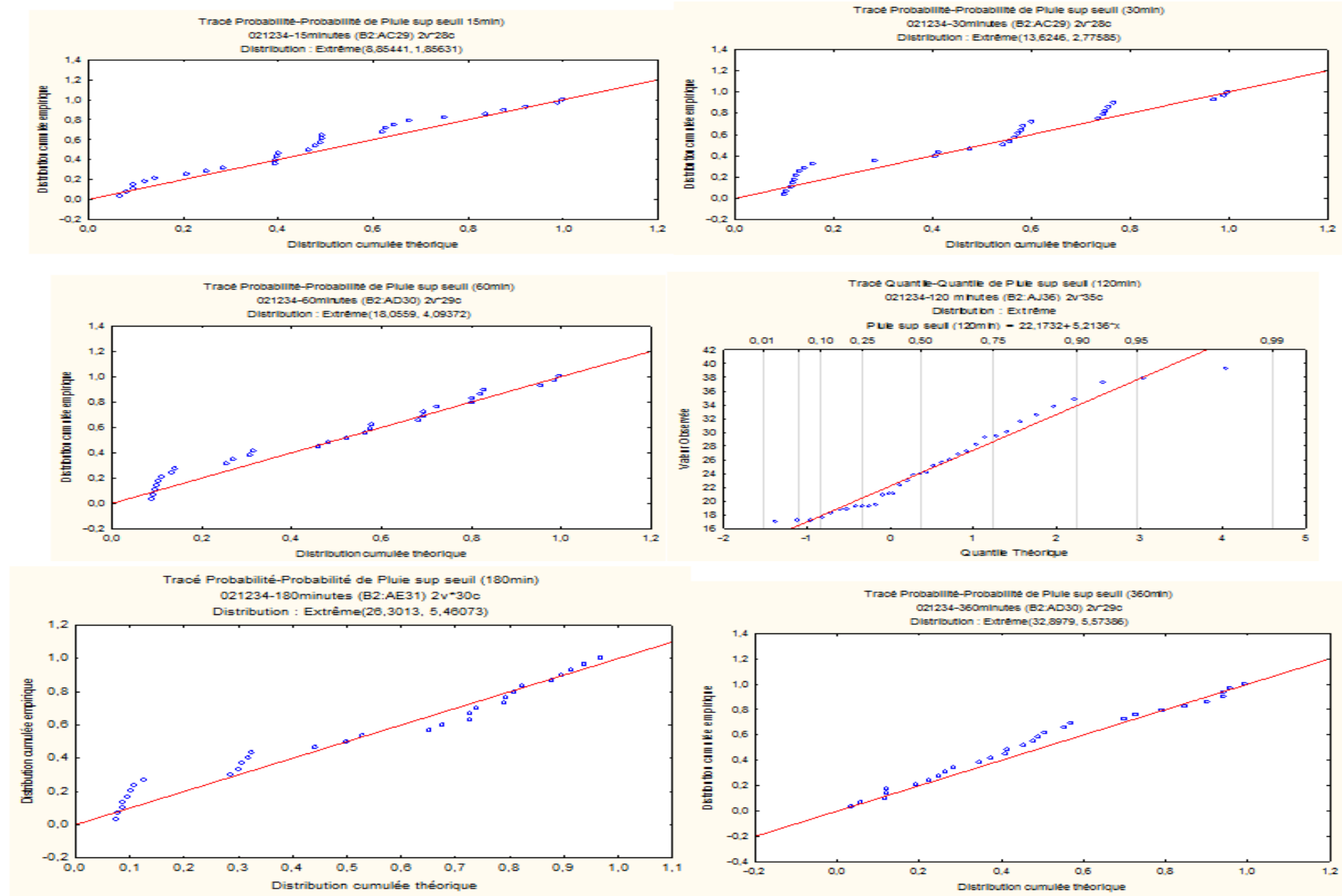


Figure 206 : GRAPHIQUES PP PLOT DE PLUIE SUP SEUIL POUR LA VILLE DE SOUMAA

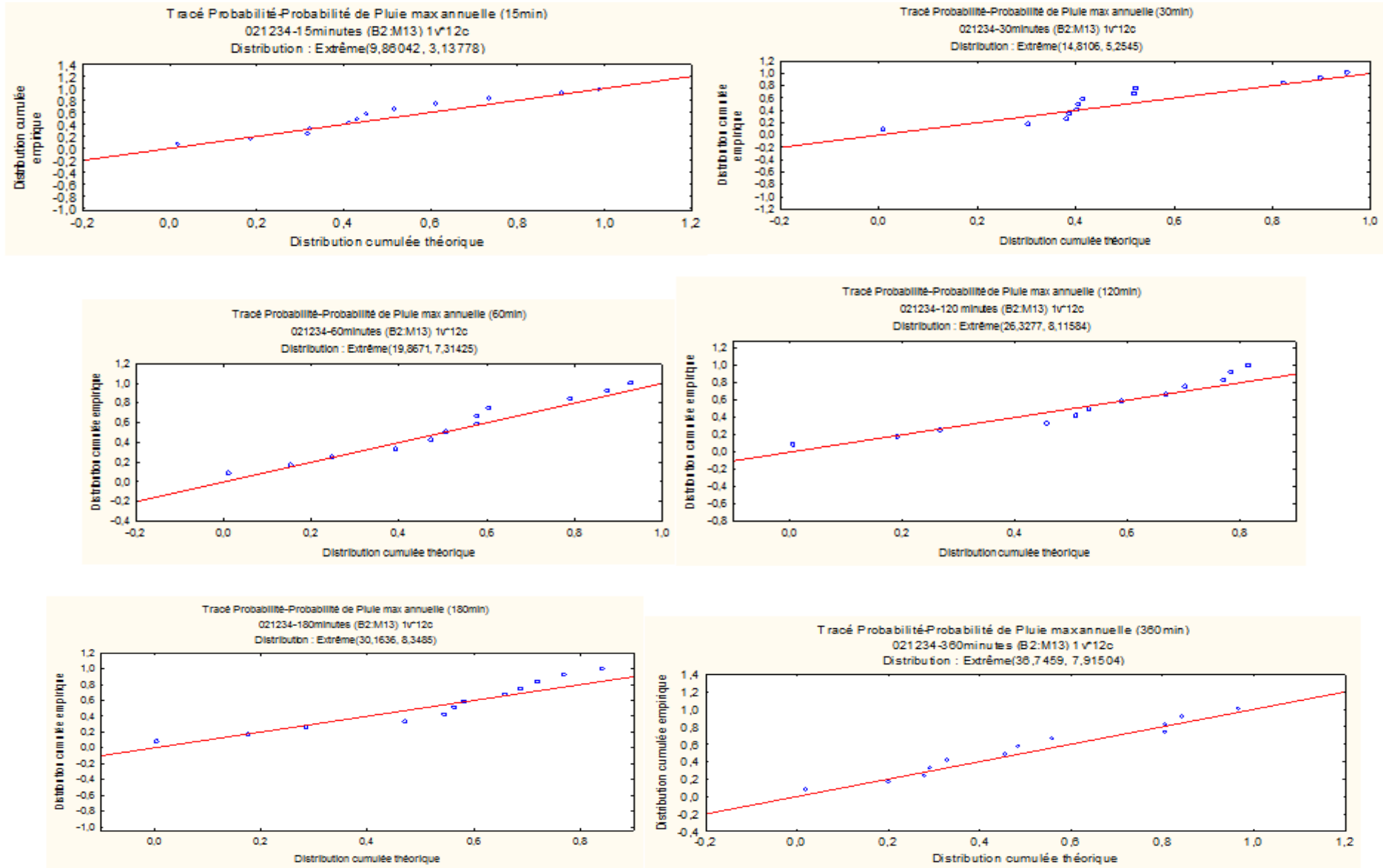


Figure 207 : GRAPHIQUES PP PLOT DE PLUIE MAXIMALE ANNUELLE POUR LA VILLE DE SOUMAA

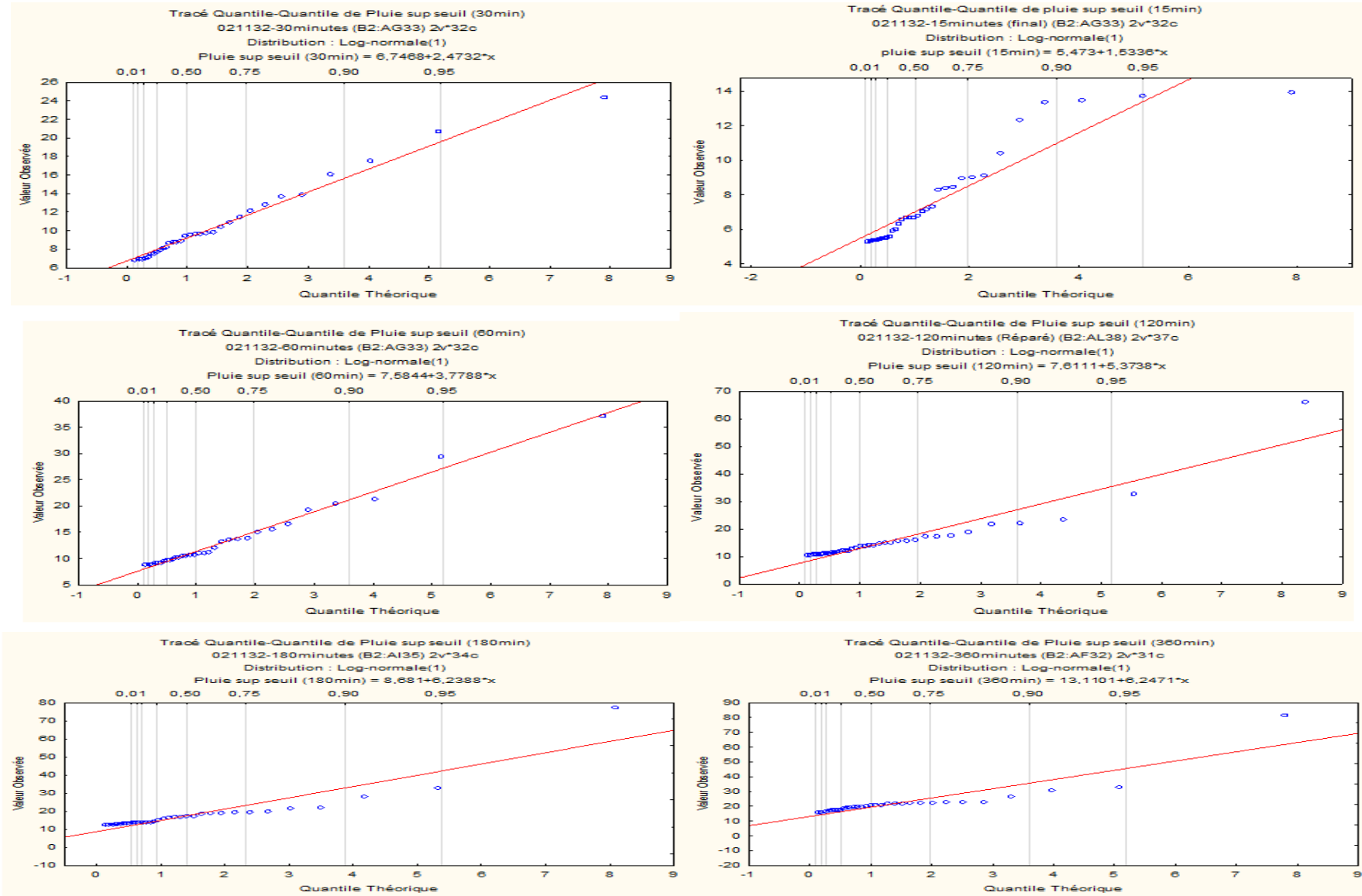


Figure 208 : GRAPHIQUES QQ PLOT DE PLUIE SUP SEUIL POUR LA VILLE DE MOUZAIA

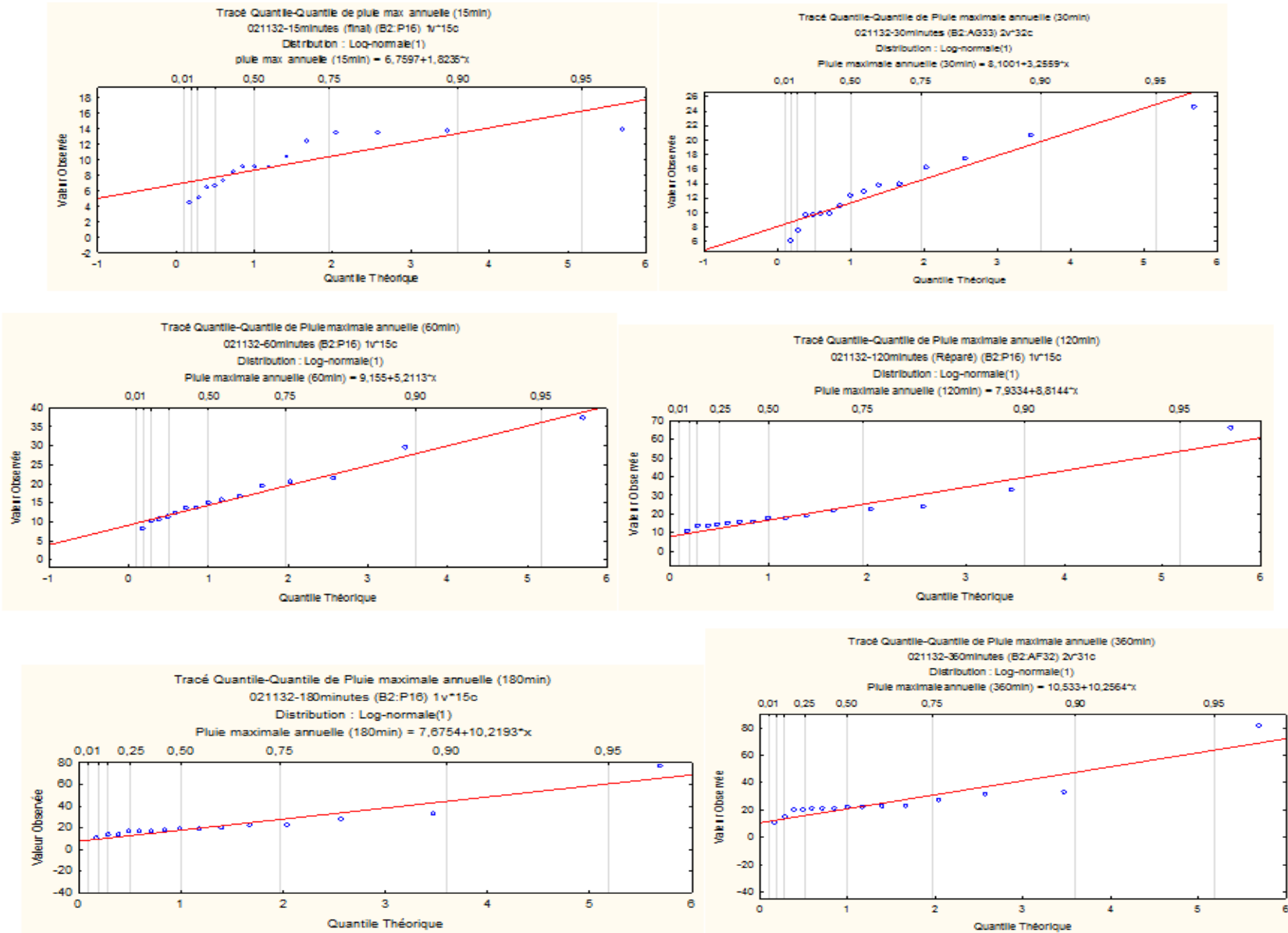


Figure 209 : GRAPHIQUES QQ PLOT DE PLUIE MAXIMALE ANNUELLE POUR LA VILLE DE MOUZAIA

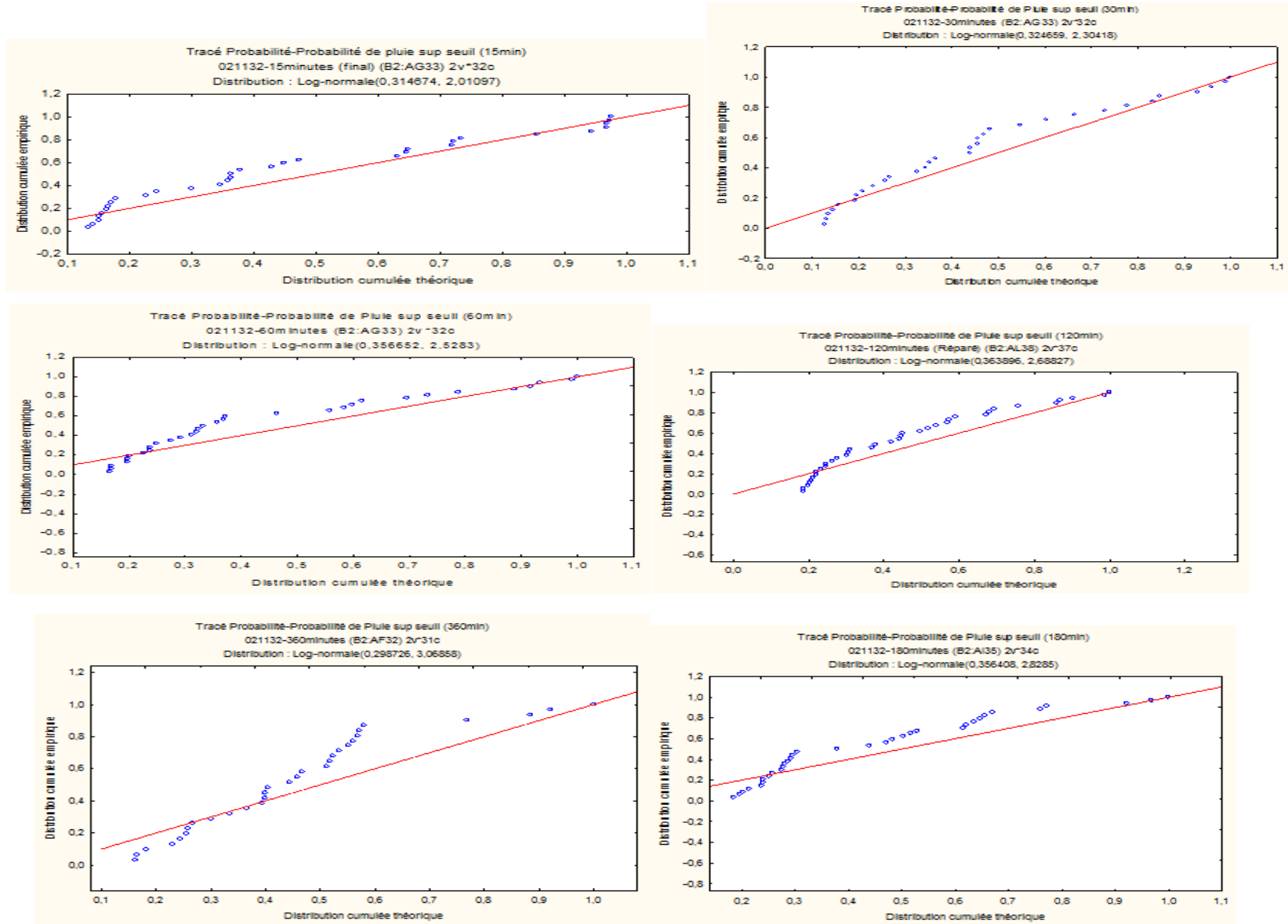


Figure 210 : GRAPHIQUES PP PLOT DE PLUIE SUP SEUIL POUR LA VILLE DE MOUZAIA

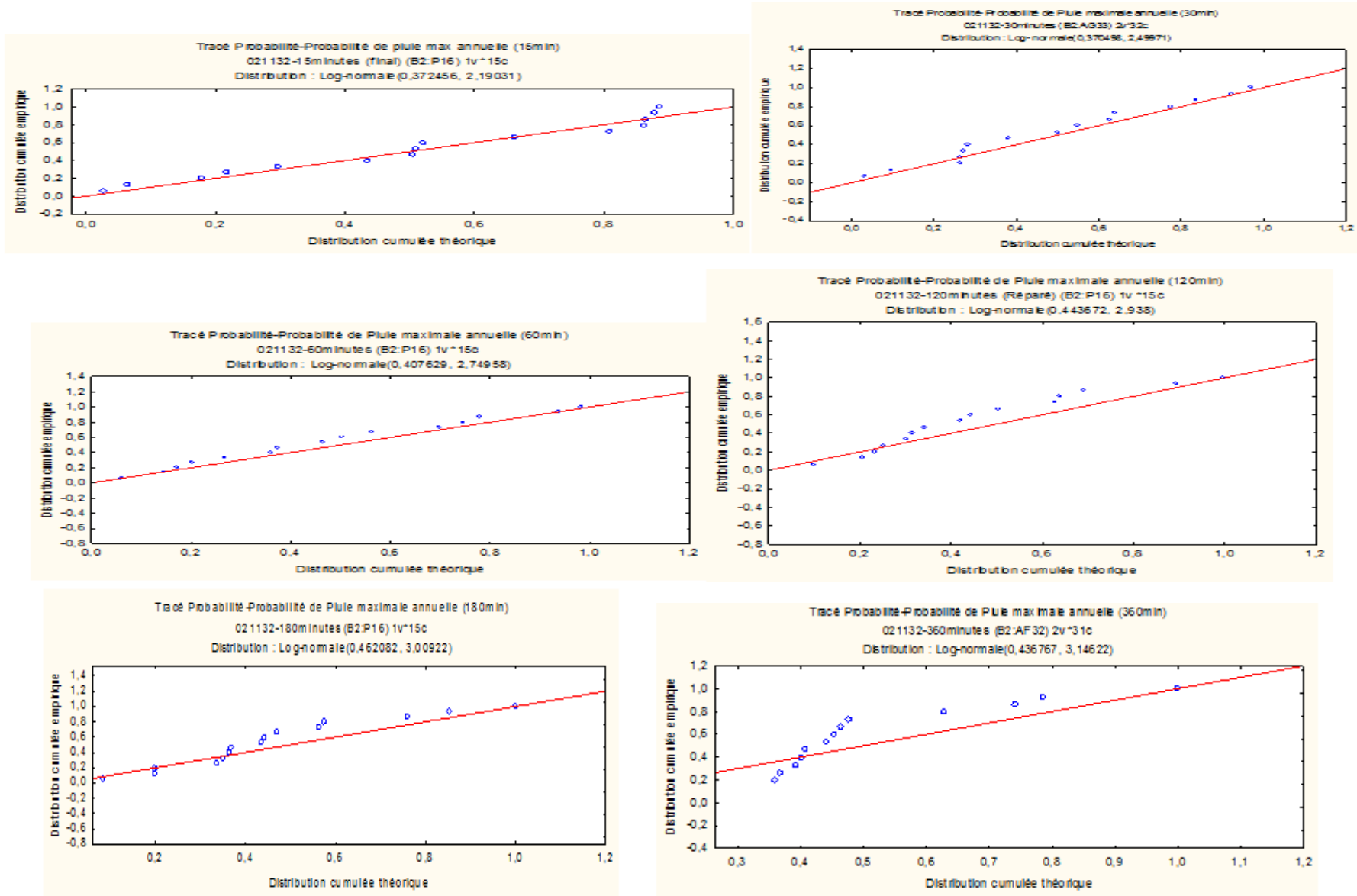


Figure 211 : GRAPHIQUES PP PLOT DE PLUIE MAXIMALE ANNUELLE POUR LA VILLE DE MOUZAIA

