

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

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

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
« ARBAOUI Abdellah »**

Département des Spécialités

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE.**

Spécialité : Conception de Systèmes d'Irrigation et Drainage

THEME :

**CONTRIBUTION A L'ELABORATION DES
COURBES HAUTEUR –DUREE-FREQUENCE DES
PLUIES DE LA MITIDJA CENTRE EN VUE DE
L'ETUDE DU DRAINAGE AGRICOLE**

Présenté par :

M^{elle} BAYAH HABIBA

Promotrice :

M^{me} L.S. BAHBOUH

Devant le jury composé de :

Président : Mr B. BENLAOUKLI

Examineurs :

M^r D.KOLIAI

M^{elle} R.CHEGGOU

M^r M.D. BENSALAH

Octobre 2009

DEDICACES

*Avec les sentiments d'amour et de gratitude
les plus sincères je dédie ce modeste travail :*

*A MA MÈRE, la femme qui m'est la plus
chère de cette terre*

*Celle qui m'ouvre grand les bras même si je
suis loin d'être à la hauteur*

*A MON PÈRE, l'homme le plus sage que je
connaisse dans toute ma vie*

*Celui dont les conseils ne m'apportent que
du bonheur*

*A Mes frères Youcef et Smaïl dont le sourire
efface tout le malheur*

*A mes sœurs Saïda, Zakia, Sihem, Meriem et
Hadil, les roses qui me rafraîchissent par
leurs odeurs*

*A toute la famille BAYAH ET
KHEDDAOUI*

*A tous mes amis : Sihem , Taous , Amina
, Khadidja , Lynda , Souad , Rachida,
Lamia, Nadjet , Hamza
, Mouhamed, Hakim , Samir , Yazid , Youcef et
Nour Eddine*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin
pour l'élaboration de ce travail*

A tout ce que porte mon cœur

Et ceux que j'ai omis de citer.

HABIBA

REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude, je tiens tout d'abord à remercier Dieu pour m'avoir donné la force, la santé, la patience, les moyens et l'aide afin que je puisse accomplir ce modeste travail.

Mes vifs remerciements s'adressent au président de jury et aux membres du jury, qui nous honorent de leur présence et en acceptant d'examiner ce travail.

J'exprime ma gratitude à Madame L.S BAHBOUH qui a proposé le thème de mon projet de fin d'études, de m'avoir éclairé mon chemin, et a mis à ma disposition ses compétences et ses conseils constructifs afin de mener ce projet à bon terme.

A Monsieur BOUKHLIFA qui m'a aidée à avancer dans mon travail.

A Monsieur le directeur d'assainissement dans le ministère des ressources en eaux à Alger AIT AMAR AHCEN.

A Monsieur l'ingénieur chef O.RAISSI à l'ARNH de Blida et à toutes les personnes qui travaillent dans le service de l'hydrogéologie et l'hydrologie.

A Monsieur le chef de département de spécialité A. AYADI de m'avoir guidé et conseillé durant ce projet. Je lui exprime ici ma profonde reconnaissance.

A Melle KAMEL TAOUS, pour son aide et ses précieux conseils.

Enfin, je tiens à examiner ma reconnaissance et mes respects à tous les enseignants et l'ensemble du personnel de l'ENSH qui ont contribué à mon formation.

ملخص:

الهدف من هذا العمل هوا نجاز منحنيات (ارتفاع-مدة-توتر) الخاصة بالأمطار لمنطقة متيجة الوسطى بطريقتين لحساب الحد الأقصى لهطول الأمطار اليومية والخروج بالطريقة المثلى التي تقدم لنا ذروة التدفق من شبكة الصرف, إن اختيار قيم الامطار اليومية الماخوذة من مختلف المحطات مهم في مجال الصرف أو شبكة تطهير المياه, لان هذه الأخيرة لا تدرس بنفس الطريقة كما في ميدان الهيدرولوجية

Résumé :

L'objectif de notre travail consiste à élaborer les courbes Hauteur-Durée –Fréquence des pluies de la région de Mitidja Centre par deux méthodes de calculs des pluies journalières maximales et ceci afin de choisir la méthode qui nous fournis un débit acceptable pour le dimensionnement d'un réseau du drainage.

Le dépouillement des différentes valeurs de pluies obtenues auprès de diverses stations est très important à définir au préalable surtout dans le domaine du drainage car les pluies maximales journalières ne sont pas comptabilisées de la même manière qu'en l'hydrologie.

Abstract:

The objective of our work consists in working out the curves Height-Duration - Frequency of the rains of the area of Mitidja Centre by two methods of calculating of the rains maximum day labourers and this in ordre to choose the method which provided us a flow acceptable for the dimensioning of a network of the drainage. The examination of the various values of rains obtained from various stations is very important to define as a preliminary especially in the field of the drainage because the maximum rains day labourers are not entered same manner as in hydrology.

Sommaire

Introduction générale	1
------------------------------------	---

Chapitre I : La présentation de la Mitidja Centre

I. Situation géographique.....	2
I-1-Limite de la zone d'étude.....	2
II-Climatologie de la Mitidja Centre.....	4
II-1- La pluviométrie.....	4
II-2-La température.....	4
II-3- Vents.....	5
II-4-Evaporation.....	5
III-Géologie.....	7
IV- Hydrogéologie.....	7
V-Géomorphologie.....	8
VI- Réseau hydrographique.....	8
VII- Etude des sols	9
VII-1- Les sols peu évolués.....	9
VII-1-1- Groupe d'apport alluvial.....	9
VII-1-2- Groupe d'apport colluvial.....	10
VII-1-3- Groupe d'apport alluvial-colluvial.....	10
VII-2- Les sols calcimagnésiques.....	11
VII-3- Les sols à sesquioxydes de fer.....	11
VII-4-Les sols hydromorphes.....	12
Conclusion	13

Chapitre II : Critères de dimensionnement d'un réseau du drainage

I-Historique	14
II-Définition	14
III-Principe de l'assainissement.....	15
IV-Effet nefaste des excès d'eau sur la plante et le sol.. ..	15

V-Origine des excès d'eau.	16
V-1-Engorgement généralisé	16
V-2-Engorgement localisé	17
VI-Critères de dimensionnement du réseau de drainage	17
VI-1- Niveau optimum de la nappe.....	17
VI-2- Les critères agronomiques	17
VI-3-Caractéristiques pédologiques	19
VI-4-Régime d'évacuation d'eau	21
VI-5-Topographie.....	21
VII-Principales méthodes de drainage	22
VII-1-Le drainage de surface	22
VII-2- Le drainage de sub-surface	22

Chapitre III : Constitution de la banque des données

I-Généralités	25
I-1-Définition de la précipitation.....	25
I-2-Mesure des précipitations.....	25
II-Etude fréquentielle de la pluviométrie	26
II-1-Etude statistique des précipitations	26
II-1-1-Les lois d'ajustement utilisés	26
II-2-Notion de régression	27
II-3-Les méthodes de détermination de la pluie critique	28
II-3-1-La méthode de courbe hauteur –durée-fréquence.....	28
II-3-2-Les méthodes indirectes	28
III-Procédé de l'exploitation des courbes H-D-F de la Mitidja Centre.....	29
IV-Identification des stations pluviométriques	29
V-Ajustement des pluies correspondantes à différents périodes de retour	31
V-1Les ajustements de la 1 ^{ère} méthode	31
V-2 Les ajustements de la 2 ^{ème} méthode	53
VI-Construction des courbes hauteur-durée- fréquence(H-D-F)	74
VII-Discussion sur les courbes hauteur-durée-fréquence Humidité	85
Conclusion	89

Chapitre IV: Calcul et interprétation

I- Le choix du site d'application	90
I-1-La présentation pédologique	90
II-Le débit caractéristique	92
II-1-Définition	92
II-2-La pluie critique	92
II-3-L'intensité	93
II-4- Détermination du débit caractéristique	94
II-4-1-En régime permanent	94
II-4-2-En régime variable	96
Conclusion et interpretation	97

Chapitre V: Assainissement Agricole

I- Le débit de crue	98
I-1-La définition d'une crue	98
I-2-Quelques méthodes d'estimation de débit de crue	98
I-2-1-L'hydrogramme unitaire synthétique.....	98
I-2-2-L'hydrogramme probable par la méthode de Sokolovsky	99
I-2-3-Les formules empiriques	100
II-Etude caractéristique de bassin versant	102
II-1-Situation du bassin versant	102
II-2-Les caractéristiques de forme de bassin versant	102
II-3-La courbe hypsométrique.....	102
II-4-Altitude moyenne.....	104
II-5-Indice de compacité	104
II-6-Rectangle équivalent	104
II-7-Indice de pente globale	105
II-8-Pente moyenne du bassin versant	105
II-9-Temps de concentration	106
III-La détermination de débit de crue par la méthode rationnelle.....	108
Conclusion.....	111
Conclusion générale.....	112

LISTE DES FIGURES

Fig. I.1:Localisation géographique de la Mitidja.....	3
Fig I.2: Diagramme de Bagnolles et Gausсен.....	7
Fig. III.1-a:-La situation de la station pluviométrique.....	31
Fig. III.1 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station de Boufarik (1 ^{ère} méthode).....	35
Fig.III.2: Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station de Beni Mered (1 ^{ère} méthode).....	38
Fig.III.3 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station d'Oued El Alleug (1 ^{ère} méthode).....	41
Fig.III.4 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station de Chiffa (1 ^{ère} méthode).....	44
Fig.III.5 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station de RN 4 Chiffa (1 ^{ère} méthode).....	47
Fig.III.6 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station de Boufarik (2 ^{ème} méthode).....	56
Fig.III.7: Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station de Beni Mered (2 ^{ème} méthode).....	59
Fig.III.8 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station d'Oued El Alleug (2 ^{ème} méthode).....	62
Fig.III.9 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station de Chiffa (2 ^{ème} méthode).....	65
Fig.III.10 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station de RN 4 Chiffa (2 ^{ème} méthode).....	68
Fig.III.11 : Les courbes Hauteur-Durée-Fréquence des pluies par la première méthode pour la station de Boufarik	75
Fig.III.12 : Les courbes Hauteur-Durée-Fréquence des pluies par la deuxième méthode pour la station de Boufarik	76
Fig.III.13 : Les courbes Hauteur-Durée-Fréquence des pluies par la première méthode pour la station de Beni Mered.....	77
Fig.III.14: Les courbes Hauteur-Durée-Fréquence des pluies par la deuxième méthode pour la station de Beni Mered.....	78

Fig.III.15 : Les courbes Hauteur-Durée-Fréquence des pluies par la première méthode de la station d'Oued El Alleug	79
Fig.III.16 : Les courbes Hauteur-Durée-Fréquence des pluies par la deuxième méthode de la station d'Oued El Alleug	80
Fig.III.17 : Les courbes Hauteur-Durée-Fréquence des pluies par la première méthode de la station de Chiffa	81
Fig.III.18 : Les courbes Hauteur-Durée-Fréquence des pluies par la deuxième méthode de la station de Chiffa.....	82
Fig.III.19 : Les courbes Hauteur-Durée-Fréquence des pluies par la première méthode de la station de RN 4 Chiffa	83
Fig.III.20 : Les courbes Hauteur-Durée-Fréquence des pluies par la deuxième méthode de la station de RN 4 Chiffa.....	84
Fig.V.1 : La courbe hypsométrique du bassin versant d'Oued Beni Aza.....	103
Fig.V.2 : L'ajustement des pluies journalières maximales de la première méthode.....	110
Fig.V.3 : L'ajustement des pluies journalières maximales de la deuxième méthode.....	110

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau I-1: Pluviométrie moyenne mensuelle de la Mitidja Centre.....	4
Tableau I-2: Température moyenne mensuelle de la Mitidja Centre (°C).....	5
Tableau I-3 : Vitesse moyenne mensuelle des vents de la station de Soumaâ et Dar El Beida en (m/s).....	5
Tableau I-4: Valeurs moyennes mensuelles de l'évaporation (station de Soumaâ).....	5
Tableau II-1: Dommages subis par les cultures (en % de la récolte optimale) en cas d'une submersion de 3, 7, 11 et 15 jours.....	18
Tableau II-2 : valeur de la porosité en %.....	19
Tableau II-3: valeur de la perméabilité (m/jour).....	20
Tableau III.1-a : Présentation des stations équipées de pluviomètre.....	30
Tableau III.1 : Les hauteurs d'eau de la station de Boufarik pour différents jours et périodes de retour dans les (1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème}) trimestres.....	48
Tableau III.2 : Les hauteurs d'eau de la station de Beni Mered pour différents jours et périodes de retour dans les (1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème}) trimestres.....	49
Tableau III.3 : les hauteurs d'eau de la station d'Oued El Alleug pour différents jours et périodes de retour dans les (1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème}) trimestres.....	50
Tableau III.4 : les hauteurs d'eau de la station de Chiffa pour différents jours et périodes de retour dans les (1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème}) trimestres.....	51
Tableau III.5 : les hauteurs d'eau de la station de RN 4 Chiffa pour différents jours et périodes de retour dans les (1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème}) trimestres.....	52
Tableau III.6 : les hauteurs d'eau de la station de Boufarik pour différents jours et périodes de retour dans les (1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème}) trimestres.....	69
Tableau III.7 : les hauteurs d'eau de la station de Beni Mered pour différents jours et périodes de retour dans les (1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème}) trimestres.....	70
Tableau III.8 : les hauteurs d'eau de la station d'Oued El Alleug pour différents jours et périodes de retour dans les (1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème}) trimestres.....	71
Tableau III.9 : les hauteurs d'eau de la station de Chiffa pour différents jours et périodes de retour dans les (1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème}) trimestres.....	72
Tableau III.10 : les hauteurs d'eau de la station de RN 4 Chiffa pour différents jours et périodes de retour dans les (1 ^{er} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème}) trimestres.....	73
Tableau III.11 : Le modèle et le coefficient de régression à la station de Boufarik.....	85
Tableau III.12 : Le modèle et le coefficient de régression à la station de Beni Mered.....	86

Tableau III.13: Le modèle et le coefficient de régression à la station d'Oued El Alleug.....	87
Tableau III.14 : Le modèle et le coefficient de régression à la station de Chiffa.....	88
Tableau III.15: Le modèle et le coefficient de régression à la station de RN 4 Chiffa.....	89
Tableau IV.1: classification du sol de la parcelle n°1.....	90
Tableau IV.2: la granulométrie de profil pédologique n°123.....	91
Tableau IV.3: classification du sol de la parcelle n°2.....	91
Tableau IV .4: la granulométrie de profil pédologique n°213.....	91
Tableau IV .5: la durée de la submersion (θ) et la période de retour(T).....	92
Tableau IV .6: les valeurs de la pluie critique pour les trois trimestres en (mm).....	93
Tableau IV.7: la pluie critique finale en (mm).....	93
Tableau IV.8 : les intensités en (mm/h).....	94
Tableau IV.9 : les coefficients (1-e) en fonctions du type de culture et du sol.....	94
Tableau IV .10: la porosité efficace en fonction de la texture du sol.....	95
Tableau IV .11: la hauteur optimale de la nappe en fonction de la culture.....	95
Tableau IV.12: le débit caractéristique en (l/s/ha) pour le régime variable.....	97
Tableau VI .13: le débit caractéristique en (l/s/ha) dans le régime permanent.....	97
Tableau V.1 : superficie et périmètre du bassin versant étudié.....	102
Tableau V.2 : répartition des surfaces partielles en fonction des altitudes.....	103
Tableau V.3 : Altitudes correspondants à 5 % et à 95 % pour le bassin versant.....	105
Tableau V.4 : Les données correspondantes au calcul de la pente moyenne du bassin versant.....	106
Tableau V.5 : Récapitulatif des résultats relatifs aux caractéristiques de bassin versant d'Oued de Beni Aza.....	107
Tableau V.6 : Pluies journalières maximales à partir de (1 ^{ère} et la 2 ^{ème}) méthode.....	109
Tableau V.7 : Les hauteurs d'eau de la station de Beni Mered dans les périodes de retour (5ans) pour les deux méthodes.....	111
Tableau V.8 : Les débits de crue dans la période de retour (5ans) pour les deux méthodes.....	111

INTRODUCTION :

La Mitidja Centre est une vaste plaine qui possède de grandes potentialités agricoles. Cependant, les pratiques culturales menées par les propriétés terriennes n'ont pas toujours des effets positifs sur la préservation et la conservation de ces sols, hormis cela s'ajoute la configuration du terrain favorable à la stagnation des eaux pluviales, des eaux d'irrigation et des eaux de lessivages, ainsi que la texture du sol qui est dans l'ensemble assez lourde.

Pour réduire les effets des problèmes cités ci-dessus, un système de drainage ou un système d'assainissement est adopté. Ces techniques permettent à l'excédent d'eau de s'écouler rapidement et de diminuer le risque d'engorgement des sols mal drainés et de réduire donc toutes les caractéristiques néfastes aux cultures en place.

Le dimensionnement d'un réseau de drainage se fait sur la base du calcul d'un débit caractéristique que ce dernier doit être capable d'évacuer.

C'est en analysant les pluies maximales journalières lors de différents projets et études durant notre cursus que nous nous sommes aperçus que cette notion de pluies maximales journalières était considérée et calculée différemment soit au niveau de l'ANRH, soit au niveau de certains bureaux d'études. De ce fait il nous a semblé intéressant de confronter les deux principales méthodes d'analyses des épisodes pluvieux, donc des pluies maximales journalières et d'élaborer les courbes hauteur –durée–fréquence.

L'ajustement statistique utilisé est le même. Seule la méthode de dépouillement change. Ainsi l'élaboration des de ces (H-D-F) appliquée à la Mitidja Centre, nous permet de calculer le débit caractéristique qui est différent suivant les méthodes utilisées.

Cette étude comparative est intéressante, car une grande répercussion économique s'en dégage comme nous le verrons tout le long de notre étude.

I-SITUATION GEOGRAPHIQUE [1], [7], [9] et [11]:

La Mitidja est une dépression longue d'environ 100 km sur 2 à 18 km de largeur réservée entre l'Atlas Blidéen au sud dont le point culminant est le pic de Mouzaia (1600 m) et une chaîne de collines au Nord (le Sahel). A l'extrême elle est largement ouverte sur la mer, sur une trentaine de kilomètres. Dans sa partie ouest, les collines de Sahel entrent au contact du massif montagneux du Chenoua (905 m) et rejoignent le plateau de Fadjana ; elle est limitée à l'Ouest par Oued Nador et à l'Est par Oued Boudouaou.

La plaine de Mitidja occupe une superficie de 2300 km², avec une altitude qui passe de la côte 14 à l'entrée de la cluse du MAZAFRAN à la côte 260 à BLIDA. En allant vers l'Est ou vers l'Ouest de cette cluse, l'altitude s'élève progressivement, la moyenne se situant autour de 50 m. La plaine de Mitidja est divisée en trois tranches : Mitidja Ouest, Mitidja Est et Mitidja Centre.

I-1-Limite de la zone d'étude :

Notre zone d'étude est la Mitidja centre limitée :

- Au Nord par l'Oued Mazafran.
- Au Sud par l'Atlas Blidéen.
- A l'Ouest par Oued Chiffa.
- A l'Est par El-Harrach.

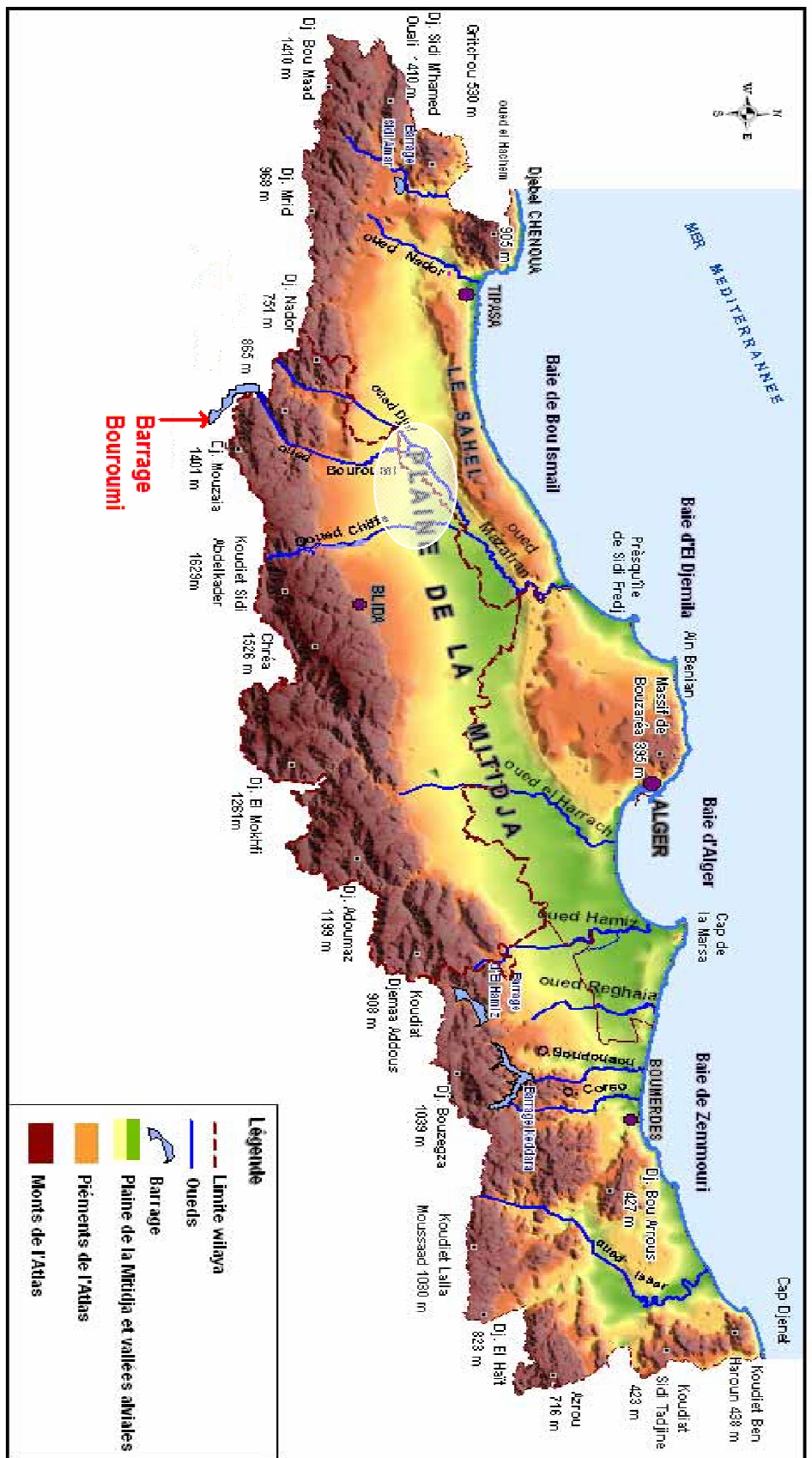


Fig. I.1: Localisation géographique de la Mitidja

II-CLIMATOLOGIE DE LA MITIDJA CENTRE :

Le climat de la Mitidja Centre est déterminé à partir des données disponibles au niveau de deux stations climatologiques ; celle de Soumaâ et de Dar El Beida.

II-1-La pluviométrie :

La Mitidja Centre bénéficie d'un climat méditerranéen caractérisé par une saison pluvieuse de Septembre à Mai avec un maximum de pluviométrie aux mois d'Octobre, Novembre et Décembre et une saison sèche. Allant de Mai à Août.

La région étudiée reçoit une tranche d'eau annuelle comprise entre 300 et 890 mm pour une série de 15 ans (1993-2007) avec une pluviométrie moyenne annuelle de 583mm. Malheureusement ces pluies sont mal réparties dans l'année agricole et parfois très violente et dévastatrice.

Les rythmes pluviométriques sont caractérisés par une double irrégularité annuelle et interannuelle, la pluie peut être précoce en automne, ou bien le contraire, retardée à la fin de l'hiver.

Dans la région Blidienne, les premiers reliefs de l'Atlas provoquent une recrudescence des pluies due à l'effet de ces derniers. Cette zone est la plus humide de la plaine.

Tableau I-1: Pluviométrie moyenne mensuelle de la Mitidja Centre.

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Total
Soumaâ	34.75	50.17	96.44	99.62	111.5	90.86	53.91	74.81	56.66	3.58	2.50	7.60	682.40
Dar El Beida	30.78	42.39	84.66	90.78	90.32	81.72	40.67	56.17	36.61	5.77	1.60	12.46	537.90
A (mm)	32.765	46.279	90.55	95.2	100.9	86.29	47.29	65.49	46.64	4.67	2.05	10.03	628.20
B (mm)	30.53	46.84	85.46	87.68	93.72	75.76	45.14	62.18	43.7	2.9	1.70	6.75	582.32

Source l'ARNH de Blida

A : la précipitation moyenne en mm de la station de Soumaâ et de Dar El Beida.

B : moyenne ajustée de la station de Soumaâ et Dar El Beida sur 15 ans.

II-2-La température :

Les températures moyennes mensuelles relevées dans les stations de Soumaâ et de Dar El Beida sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau I-2: Température moyenne mensuelle de la Mitidja Centre (°C).

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Moy annu
Soumaâ	26	22.9	20.3	14.5	13.6	13.9	16.2	18.5	22	26.6	30	30.9	21.75
Dar El Beida	21.91	19.53	15.09	12.27	15.78	15.8	16.99	17.4	18.3	20.76	24.46	25.72	18.67
C (°c)	23.96	21.21	17.7	13.39	14.69	14.85	16.6	17.95	20.15	23.68	27.23	28.31	19.98

Source l'ARNH de Blida.

C : la température moyenne en °C de la station de Soumaâ et de Dar El Beida.

D'après ces données on remarque que la température au niveau de la station de Soumaâ est plus élevée que celle de la station de Dar El Beida, ce qui implique que la wilaya de Blida est plus chaude que la wilaya d'Alger.

La température est élevée à partir de Juin jusqu'à Septembre.

II-3-Vents:

Les seules données disponibles sur les vents proviennent des stations de Soumaâ et Dar El Beida.

Tableau-3 : Vitesse moyenne mensuelle des vents de la station de Soumaâ et Dar El Beida en (m/s).

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Moy annu
Soumaâ	3.5	3.1	3.5	3.4	3.3	3.4	3.8	3.5	3.2	3.6	3.4	3.6	3.4
Dar El Beida	2.43	1.89	2.23	2.19	2.27	2.21	2.18	2.66	2.62	2.76	2.72	2.5	2.39

Source l'ARNH de Blida.

II-4-Evaporation:

L'évaporation se traduit par la transformation de l'eau liquide existant dans le sol en vapeur. Elle dépend généralement de la température ambiante, de la quantité d'eau initialement présente dans le sol, de la pression et des mouvements de l'air. On l'exprime soit en mm/j, mm/mois ou mm/an.

Tableau I-4: Valeurs moyennes mensuelles de l'évaporation (station de Soumaâ).

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Moy annu
EVP (mm)	119.8	109.2	84.8	68.1	69.1	69.0	91.0	114.3	150.2	171.8	195.3	200.5	120.3

Source l'ARNH de Blida.

Durant la période de 1993 – 2007 l'évaporation moyenne est de 120.3 mm/an, avec un maximum de 200.3mm en Août et un minimum de 69mm en Janvier.

D'après l'indice climatique I_A de DE MARATONE, qu'on a trouvé 20.95; on constate que la Mitidja Centre est une zone sub-humide. Ceci a pu être déterminé grâce à la relation (1) ci – dessous :

$$I_A = \frac{P}{T + 10}$$

.....I.1

P: Pluies moyenne annuelle en mm.

T: Température moyenne annuelle en °C.

Si $I_A < 5 \Rightarrow$ climat désertique.

$5 < I_A < 10 \Rightarrow$ climat très sec.

$10 < I_A < 20 \Rightarrow$ climat sec.

$20 < I_A < 30 \Rightarrow$ climat sub-humide.

$I_A < 30 \Rightarrow$ climat humide.

Suivant le diagramme de Bagnoles et Gaussen représenté ci- dessous, il est plus visible que la région possède deux saisons humide et sèche; la saison humide commence au mois d'Octobre jusqu'au mois de Mai, d'où la saison sèche qui s'étale jusqu'à la fin du mois de Septembre. Voir la figure suivante.

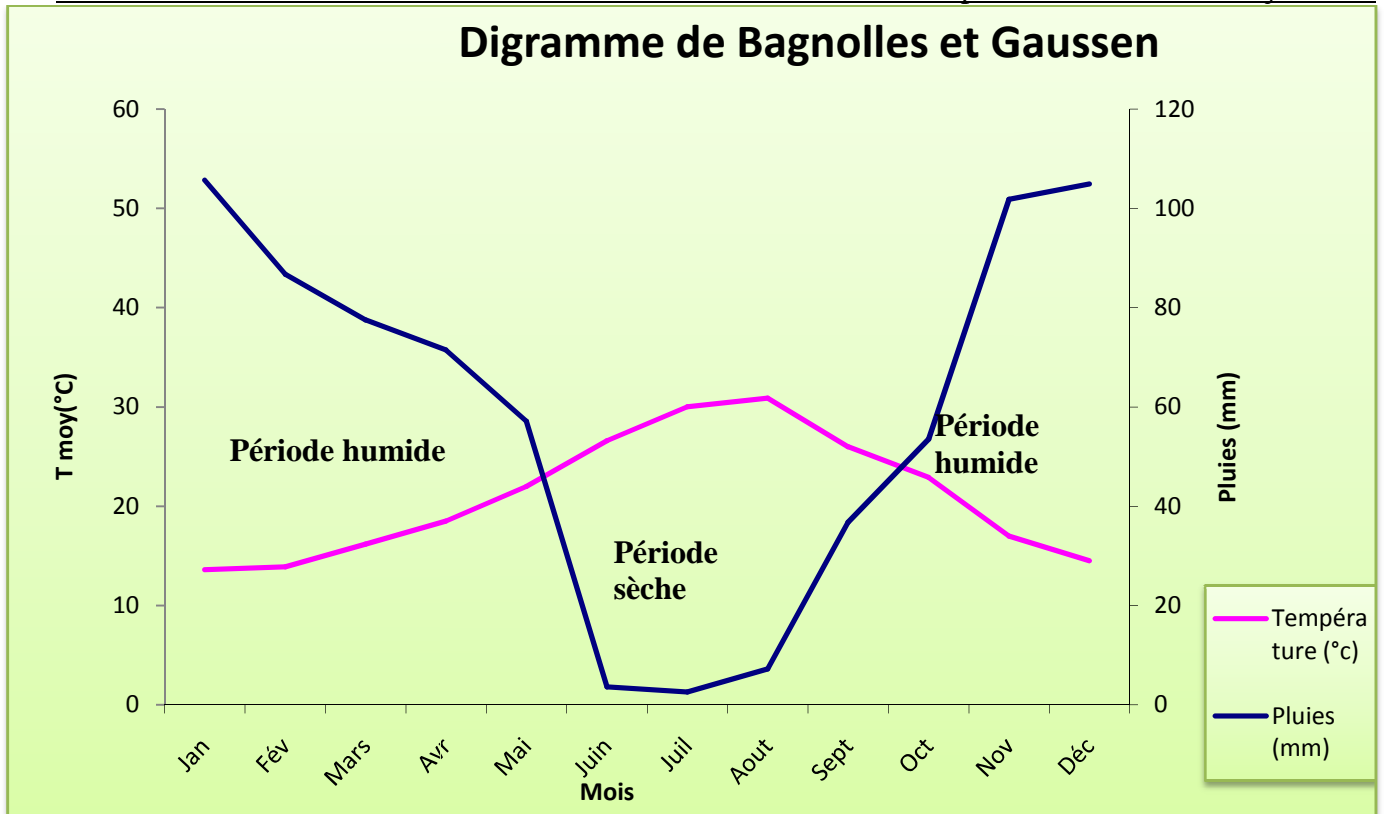


Fig I.2: Diagramme de Bagnolles et Gausсен.

III-GEOLOGIE:

La Mitidja Centre est un bassin alluvial post-astien remblayé au début de quaternaire par des matériaux Villa franchiens, il est formé d'affaissement et de sédimentation.

IV- HYDROGEOLOGIE :

Les deux aquifères identifiables dans la région d'étude sont:

- L'aquifère de l'astien profond.
- L'aquifère de quaternaire affleurant.

Ces deux derniers correspondent à la formation de l'astien et aux alluvions du soltano-tensifien qui reposent sur les marnes du plaisancien qui forme la limite étanche de presque tout le bassin. Ces deux aquifères sont séparés par des formations semi-perméables du villa franchien appelée Marnes d' El Harrach.

➤ L'aquifère de l'astien est représenté par différents faciès à dominance gréseuse. Il est généralement captif avec un niveau piézométrique juste au-dessus du sol est libre dans les zones d'affleurement de l'astien dans le Sahel. Les écoulements se font depuis les bordures du Sahel vers la plaine de la Mitidja. L'étude géophysique (compagnie générale de géophysique, 1967) montrent que le toit de

cet aquifère se trouve à environs 400 m de profondeur à oued El Alleug et à 200m dans le Mazafran. Le réservoir alluvial du quaternaire est constitué par les terrains clastiques de la formation de la Mitidja (soltano- tensifien). Il s'agit d'un ensemble de galets de sable alternant avec des limons et des argiles qui recouvrent toute l'étendue de la plaine. La limite inférieure est formée par les marnes de la formation d'El Harrach attribuée au Villa franchien –Callanbrien et sa limite supérieure est libre sauf la zone du Mazafran où la nappe devient captive sous les limons du Rharbien. L'épaisseur de cet aquifère varie de 100 à 200 m en moyenne et va en s'amincissant vers le sud pour atteindre l'Atlas.

Les écoulements souterrains se font en générale du sud vers le nord, mais les pompages excessifs s'effectuant au niveau des champs captant influencent considérablement les écoulements. Par ailleurs, sous l'influence conjuguée des alimentations hivernales et des pompages estivaux, la nappe présente des fluctuations saisonnières importantes. Cet aquifère aux caractéristiques hydrodynamiques excellentes est très exploité pour les besoins agricoles, industriels et pour l'alimentation en eau potable des agglomérations des wilayas de Blida, Alger et de Tipaza.

V-GEOMORPHOLOGIE :

La Mitidja centre offre sur le plan géomorphologique une assez grande homogénéité. Ce phénomène est lié à la nature subsidente de cette unité, subsidence entraînant une certaine dynamique qui s'est manifestée par la divagation des Oueds jusqu'à la régression Post-flandrienne.

VI- RESEAU HYDROGRAPHIQUE :

Les principaux Oueds se trouvant dans la Mitidja Centre sont d'Oued Mazafran ; Oued Chiffa et en fin Oued El-Harrach. Ces cours d'eau, nés dans l'Atlas, traversent la Mitidja Centre du Sud au Nord, franchissent le Sahel par des cluses.

- **Oued Mazafran :**

Le fleuve côtier le plus important de toute la Mitidja est formé de la réunion des oueds Djer, Bou Roumi, Chiffa.

- **Oued Chiffa:**

Oued Chiffa constitue la limite Ouest de la zone d'étude .Ce dernier se jette dans la mer par une vallée étroite incisée dans le Sahel ouest.

- **Oued El-Harrach:**

Cet oued représente la limite entre la Mitidja Centre et la Mitidja Est, il se jette dans la Baie d'Alger.

VII-ETUDE DES SOLS :

L'étude Agro-pédologique de la Mitidja Centre a permis de recenser quatre classes de sol d'une grande hétérogénéité à savoir :

1. Sols peu évolués.
2. Sols calcimagnésiques.
3. Sols à sesquioxydes de fer.
4. Sols Hydromorphes.

VII-1 -Les sols peu évolués :

VII-1-1/Groupe d'apport Alluvial :

La classe des sols peu évolués sont les plus étendues dans la zone d'étude. On le rencontre sur 16675 ha soit 59.81% de la superficie totale.

Ces sols sont d'origine non climatique ; ils sont situés en grande partie le long des oueds et sont formés par des sols alluviaux et colluviaux. Ce sont des sols de profil AC avec un horizon peu humifère reposant sur des matériaux peu différenciés.

Les caractéristiques physico-chimiques de ces sols sont comme suit :

- La texture varie de moyennement fine à très fine, friable, en surface ; et l'horizon qui vient après présente une hétérogénéité ; allant de limoneux et de sableux à argileux
- La matière organique est pauvre à moyennement pauvre et décroît en profondeur, le pourcentage varie de 0.7 à 0.3 %.
- La perméabilité de ces sols ; de l'ordre de 0.5 à 1.9 m /j est moyennement faible.
- le niveau de PH se situe entre 6.6 et 8, ce qui est neutre à faiblement alcalin.
- La teneur en azote est pauvre à très pauvre .La capacité d'échange cationique est moyennement à peu élevé. Le calcaire actif est parfois très peu élevé.

Avec toutes ces propriétés, nous avons distingué six sous-groupes sont : Modal, Hydromorphe, Vertique, Noircie, Modal-Hydromorphe, Modal-Vertique, et Vertique- Hydromorphe.

a- Sous-groupe Modal:

Ces sols occupent une superficie de 6687 ha soit 23.98%.

b- Sous-groupe Hydromorphe :

La superficie est beaucoup plus importante au niveau de sous -groupe qui occupe 5502 ha (19.73%).

La texture est variable ; elle va de limono-argileuse à argileuse, cette hydromorphie se manifeste par des tâches ocres de rouille et verdâtres et des concrétions ferro-manganiques.

c- Sous-groupe Vertique:

Ces sols se rencontrent dans des zones assez plane et occupent une faible superficie soit 774 ha (2.78 %). Ils sont moyennement profonds, la texture varie de limono-argileuse à argileuse. Ils sont généralement calcaires.

d- Sous-groupe Noircie:

Ce type de sol occupe une superficie très faible soit 392 ha (1,41%).

La texture de ces sols est fine à très fine, le taux de calcaire qui varie de 18% en surface devient très faible en profondeur. Le noircissement de la couleur ocre de rouille est un élément de la présence d'hydromorphie.

e- Sous-groupe Modal-Hydromorphe :

Ces sols se caractérisent par une texture moyenne à fine, avec une teneur en matière organique très faible. Ils sont moyennement profonds et généralement calcaires. La superficie est de 463 ha soit 1,66% de la superficie totale.

f- Sous-groupe Modal -Vertique :

La superficie occupée par ces sols est de 404 ha soit 4,45%. Ces sols généralement moyennement profonds, ont leur texture fine à très fine et faible à moyennement calcaire.

g- Sous-groupe Vertique- Hydromorphe :

Ces sols sont localisés à proximité de l'Oued El Alleug, la superficie est environ de 205 ha soit 0,7% de la superficie totale.

VII-1-2-Groupe d'apport Colluvial :**a- Sous-groupe Modal:**

Ces sols d'apport colluvial se situent au Nord des collines ; au Sud de Bouinan et occupent 558 ha de superficie (2.00%).

VII-1-3- Groupe d'apport Alluvial- Colluvial :**a- Sous-groupe Modal:**

Ces sols d'apport alluvial colluvial se situent bas des versants et dans les lits d'oueds dans la zone de Chebli. Ils occupent une superficie de 1690 ha soit 6.06% de la surface totale.

VII-2-Les sols calcimagnésiques :

Les caractéristiques morphologiques des sols de cette classe sont déterminées par l'importance physico-chimique des ions alcalino-terreux. Dans l'horizon A, la matière organique est fortement liée aux éléments minéraux et forment avec eux un complexe très stable, le complexe est saturé à plus de 90% par du calcium et du magnésium. Au niveau de la s/classe, on reconnaît en fonction de la plus au moins grande abondance des composés solubles carbonatés. Les sols carbonatés contenant une quantité

importante de composés solubles, de structure grumeleuse ou Polyédrique moyenne à fine. Nous avons distingués que le s/groupe de brun calcaire modal ; l'horizon (B) ou (C) reposant sur un riche meuble, Ces sols se rencontrent en bordure de la plaine. Le sol s'est développé sur des alluvions limono-argileux calcaire.

La superficie de ces sols et d'environ 580 ha soit 2,08% de la superficie totale.

a- Sous-groupe Brun Calcaire Modal:

Ces sols se localisent à proximité de l'oued Mazafran .la superficie est restreinte environ 453 ha soit 1,62% de la superficie totale.

Ces sols ont une texture argilo-limoneuse, la matière organique de ces sols se situent entre 1.89 à 1.4%.

Le calcaire total est élevé avec 23% et le calcaire actif de l'ordre de 11% en surface et devient en profondeur avec 6.7%. Les éléments fertilisants sont faibles ce qui nécessite un apport, la capacité totale d'échange est de l'ordre de 20 et le complexe absorbant et le complexe est saturé en calcium, le pH est alcalin, la conductivité pratiquement faible en surface se concentre en profondeur. La densité réelle est constante.

a- Sous-groupe Brun Calcaire Hydromorphe:

Ces sols occupent une très faible superficie de 127 ha soit 0.46%. Ils se situent en bordure de la route de Birtouta. Ce type de sol se caractérisent par une texture limono -argileuse à argileuse en profondeur. La matière organique faible en surface dévient très faible on profondeur. Le calcaire total est faible, le PH est légèrement acide et la conductivité très faible. La capacité totale d'échange est peu élevée mais le complexe absorbant est saturé en calcium, la densité est presque constante avec 2.5.

VII-3 -Les sols à sesquioxydes de fer :

Les sols à sesquioxydes de fer de notre zone d'étude sont localisés au Sud de Blida et sur le cône de déjection de la Chiffa. Ils occupent une superficie de 1550 ha soit 5.5%.

Ces sols sont définis par un développement de profil du type A.B.C ou A (B) C, caractérisé dans le cadre de l'étude par la sous classe des sols rouges et bruns formés sous un climat de type méditerranéen.

Dans cette sous-classe là fraction argileuse prend génétiquement et morphologiquement une importance prépondérante, tandis que l'influence des oxydes de fer se limite à une action d'accompagnement de l'argile.

La terre fine des horizons A, B dépourvues de carbonates ceux-ci ayant été éliminés ou accumulés dans l'horizon C. Notre étude nous a permis le faire ressortir deux grande- groupes de ces sols et deux sous-groupes : sols rouges méditerranéens non lessivés et Sels bruns méditerranéens non lessivés.

a- Sous-groupe Rouge Non Lessivé Modal :

Ces sols occupent une superficie le 536 ha soit 1,92%

b- Sous-groupe Brun Non Lessivé Modal :

Ces sols se localisent sur le cône de déjection à proximité le l'Oued Chiffa. Ils occupent une superficie le 944 ha soit 3,48%.

La texture équilibrée sur les 50 premiers centimètres devient limono-argileuse, la matière organique légèrement faible, le calcaire total est nul, le pH légèrement alcalin et la conductivité faible. La densité réelle est constante avec 2.6 sur l'ensemble du profil. Le Khenin qui se situe entre 0,5 et 1,6 se traduit pax une assez perméabilité.

c- Sous-groupe Brun Non Lessivé Recalcarifié :

Ce type de sol se rencontre au Nord de -Boufarik sur les Quatre Chemins la superficie réduite et de 70 ha soit 0,25% de la superficie totale.

La composition granulométrique de ces sols se caractérisent pax la texture fine à très fine. La matière organique est faible qui est le l'ordre le 1.39 à 0,75%. Le calcaire total est légèrement élevé ce qui explique sa recalcarification par un brun méditerranéen. La capacité totale d'échange est peu élevées et le complexe absorbant est saturé pax le calcium. Le PH est légèrement alcalin et la conductivité est pratiquement très faible et concentre en profondeur. La densité réelle est constante avec 2.5 sur l'ensemble du profil.

VII-3 /Les sols Hydromorphe :

L'hydromorphie se développe quand les sols se trouvent asphyxiés pour manque d'oxygène, le manque d'oxygène galvanise le processus de réduction c'est à dire la transformation de plusieurs compositions d'oxydes en majorité de fer.

Les signes extérieurs de ce processus sont ces couleurs grisâtres, verdâtres ou les tâches de rouilles bariolées que l'on observe sur tout le profil, soit à une certaine profondeur ou le processus à eu lieu.

On distingue deux sortes de sols halomorphes, ceux dont l'hydromorphie est due aux conditions topographiques et ceux dont l'engorgement est lié à un défaut de perméabilité de la roche mère.

Les sols Hydromorphe se sont développés sur les alluvions récentes. Ce sont des sols à structure argilo-limoneuse.

Les sols que nous avons étudié sont peu humifères ou minéraux et occupent une superficie le 3485 ha soit 12,51%.

Nous avons rencontrés trois sous-groupes à savoir

a/ Sous-groupe pseudo-Gley de surface.

b/ Sous-groupe à Gley peu profond <80 cm.

c/ Sous-groupe à Gley profond >80 cm.

➤ **Pseudo-Gley :**

Les sols à pseudo-Gley sont souvent plus défavorables que les sols à Gley. Ils sont asphyxiants en saison humide, mais les nappes d'eau temporaires disparaissent en saison sèche, à l'époque où précisément elle serait utile, l'enracinement trop superficielle et surtout l'insuffisance de pénétration des pluies en profondeur rendant les sols à pseudo-Gley extrêmement secs en été.

➤ **Gley :**

La différence des pseudo-Gley, les sols à Gley, s'ils sont souvent asphyxiants, ne sont jamais des sols secs, l'alimentation en eau est assurée en toute saison, par les phénomènes de remontée capillaire, et leur végétation est en général de type halophile.

a- Sous-groupe pseudo-Gley de surface.

La superficie de ces sols est assez importante soit 1975 ha et 7.8% de la superficie totale étudiée, ils se rencontrent le long de l'Oued Mazafran.

b- Sous-groupe à Gley peu profond <80cm.

Les sols à Gley peu profond de la zone étudiée sont assez importants et occupent une superficie de 1514 ha soit 5,43 %. Ils sont localisés à proximité de l'Oued Mazafran – Berbessa.

c- Sous-groupe à Gley profond >80cm :

La texture de ces sols ne caractérise par la dominance des particules fines, réparties d'une façon homogène dans le profil. La superficie est de 925ha soit 3.3%. La matière organique est peu élevée et démunie en profondeur. Les sols sont calcaires avec un taux qui varie entre 11 et 22% Le calcaire actif et peu élevé. Le calcium qui sature le complexe absorbant est de l'ordre de 40 à 50 meq/100-g de terre. La capacité totale d'échange qui est élevée varie entre 16 et 30. Le niveau du PH est légèrement alcalin. La perméabilité de ces sols est moyenne, tenant compte de la texture très fine.

Les éléments assimilables tels que le phosphore et le potassium sont très faibles.

Conclusion :

Il est à noter, qu'un fort pourcentage de sols est à texture moyenne à fines, de plus la topographie plane de la plaine fait en sorte, que les problèmes de stagnation y sont présents, engendrant donc des problèmes de drainage.

L'assainissement agricole et le drainage sont deux techniques visant à améliorer l'exploitation des terres agricoles par l'évacuation l'excès d'eau et de sel provenant du sol.

Dans le Nord de l'Algérie comme notre zone d'étude la Mitidja Centre, le problème rencontré est souvent l'excès d'eau ou la pluviométrie est importante, par contre dans le Sud le rôle du drainage est double: l'évacuation d'une part des excès en eau dans le sol provenant des pertes d'eau d'irrigation et d'autre part par les eaux de lessivage des sels accumulés dans la zone où se développent les racines.

I-HISTORIQUE [2],[3],[8] et [11]:

Depuis la plus haute Antiquité l'assainissement et le drainage sont pratiqués. Dès l'époque sumérienne, les vastes plaines marécageuses de Mésopotamie étaient sillonnées de fossés de toutes tailles, destinés aussi bien au drainage qu'à l'irrigation. En Egypte, l'exploitation des basses terrasses du Nil nécessite une évacuation rapide des eaux de crue par des fossés d'assainissement. En Grèce également, certains historiens, tel Pausanias, attestent de la réalisation de travaux d'assainissement.

Durant le moyen Age, les techniques d'assainissement connurent des déchéances passagères ou disparurent, selon les régions et au gré des fluctuations de la population et des besoins alimentaires.

L'essor moderne de l'assainissement agricole débute au tournant du XVIIIe siècle, en Angleterre, avec la révolution industrielle et agricole, qui cherche notamment à donner des bases scientifiques aux techniques agricoles. L'origine de ce développement à grande échelle tient, d'une part, à la découverte du drainage souterrain et d'autre part, à la fabrication industrielle de drains. Son moteur fut cependant la politique d'encouragement à l'assainissement des terres adopté dès 1840 par le gouvernement anglais. La fin du XIXe et le début du XXe siècle furent marqués par une extension plus au moins rapide de ces techniques dans les autres pays européens. Après une période de déclin relatif dès les années 1930, due en grande partie aux progrès agronomiques (engrais, produits phytosanitaires), qui reléguèrent au second plan, le drainage souterrain a connu une renaissance, à partir des années 1950, avec l'apparition des drains en matières de plastique et de première machines de pose automatique, les surfaces agricoles actuellement drainées représentent quelques dizaines de millions d'hectares à l'échelle de la planète.

II-DEFINITION :

L'assainissement agricole englobe divers techniques qui assurent l'élimination des eaux excédentaires superficielles et eaux nuisibles des espaces ruraux et du bassin versant .le drainage est un mécanisme d'écoulement de l'eau, il désigne tout l'écoulement contribuant à vider un matériau poreux du liquide

Qu'il contient ; les deux termes sont confondues dans le langage courant et qui admit que le drainage est destiné à assainir les terres.

III- PRINCIPE DE L'ASSAINISSEMENT :

L'assainissement des terres affectées par des excès d'eau comprend trois phases relativement distinctes, auxquelles correspondent des techniques et des ouvrages spécifiques :

- 1-Le captage ou la collecte des eaux excédentaires (drainage à la parcelle).
- 2-Acheminement par un réseau de collecteurs (conduites souterraines ou fossés).
- 3-Restitution au réseau hydrographique naturel (exutoire).

IV-EFFET NEFASTE DES EXCES D'EAU SUR LA PLANTE ET LE SOL :

Un sol mal drainé est un sol qui reste trop humide pendant une période prolongée; les effets en sont multiples :

- Difficultés de croissance des plantes
- les sols humides sont imperméables à l'air (les pores sont obstrués par l'eau, ce qui empêche ou limite la circulation de l'air et se traduit par un déficit en oxygène). Il en résulte un ralentissement, voire un arrêt de certains processus chimiques et biochimiques (décomposition de la matière organique, fixation de l'azote, création de milieux réducteurs, apparition de tâches de Gley, décalcification et acidification du sol).
- les sols humides sont froids: ils s'échauffent beaucoup plus lentement que les sols secs, si bien que le départ de la végétation au printemps est retardé.
- le développement des racines est perturbé par la présence de la nappe phréatique, de semelles de labour formées par le travail du sol en période humide ou d'obstacles biochimiques (manque d'oxygène, apparition de produits toxiques issus de fermentations anaérobies, etc.)
- les sols humides constituent des milieux favorables à la prolifération des maladies (fongiques et parasitaires) et des mauvaises herbes.

La conséquence de ces inconvénients est une chute de rendement des cultures dont l'importance dépend du type de végétal, du moment de l'apparition de la submersion et de sa durée.

- Dégradation du sol

L'eau est le principal agent de dégradation de la structure, et cela d'autant plus lorsque l'engorgement est prolongé: les colloïdes se gonflent, les argiles peuvent se disperser, les fissures se ressoudent et la structure devient compacte. Le travail du sol en périodes humides accélère cette dégradation en écrasant les agrégats devenus plastiques.

- Accroissement de la difficulté, du temps et du coût des travaux

Les machines s'enfoncent, l'adhésivité augmente, la durée des travaux croît et donc la dépense en carburant et en main d'œuvre. En outre, les mottes ne se brisent plus, mais elles se déforment et se compriment, ce qui provoque un tassement et une dégradation très préjudiciables du sol.

- Difficultés d'accéder aux parcelles au moment opportun

L'accès au champ est retardé et les périodes favorables pour le travail du sol sont plus courtes (ensemencement, application de produits phytosanitaires, récoltes, etc.).

V- ORIGINE DES EXCES D'EAUX :

Une analyse approfondie de la nature et de l'origine des excès avec une claire identification des causes de l'engorgement constituent l'élément clé de la conception d'un projet d'assainissement.

V-1-Engorgement généralisé :

a- Engorgement de surface et nappe temporaire :

L'évacuation insuffisante ou trop lente des eaux de pluie lors de fortes précipitations et la formation d'une nappe temporaire sont sans doute la cause la plus fréquente d'engorgement généralisé du sol. Donc l'accumulation d'eau dans ce cas due aux caractéristiques du sol et la nature de la zone (faible pente, terrain peu perméable)

- Défaut d'infiltrabilité :

Dû à la présence d'une strate peu perméable en surface (croûte de battance tassement superficiel, etc.) qui empêche l'infiltration.

En terrain plat, les eaux de pluie stagnent en surface.

- Défaut de drainage interne :

L'infiltration profonde dans ce cas empêchée par la faible conductivité hydraulique du sol ou par la présence d'une strate peu perméable à faible profondeur (semelle de labour) bloque l'écoulement de l'eau et provoque l'apparition d'une nappe perchée.

b- Engorgement temporaire :

Ce fait là du au excès d'eau qui pouvant provenir du ruissellement non contrôlé sur les versants de dépressions topographique ou du débordement de cours d'eau. En outre, des engorgements temporaires peuvent se former au voisinage de cours d'eau, en période de hautes eaux, sans pour autant que les propriétés hydrodynamiques du sol soient en cause.

c- Engorgement permanent :

La nappe peut remonter périodiquement au gré des variations saisonnières et se maintenir en position élevée pendant de longues durées. La présence d'une telle nappe est liée à l'existence, en profondeur,

d'une couche imperméable surmontée de matériaux suffisamment perméables pour permettre la percolation profonde des eaux de précipitation et une bonne alimentation par apports latéraux.

V-2-Engorgement localisé :

Les zones d'engorgement internes localisées sont dites "mouilles" ou "mouillères". La formation de mouillères peut être liée à des particularités topographiques (dépressions ou ruptures de pente), à des affleurements d'aquifères ou à des résurgences plus ou moins diffuses d'eaux profondes.

VI-CRITERES DE DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DRAINAGE :

La détermination et le calcul des dimensions d'un réseau de drainage basé sur des données qu'il faut connaître.

VI-1-Niveau optimum de la nappe :

La croissance et le développement des végétaux reposent sur l'absorption d'eau par les racines, pour cela il faut que le niveau de la nappe doive être acceptable ni proche de la surface ni profonde tel que : Un niveau proche provoque des conditions d'asphyxie aux plantes ; un niveau bas empêche l'alimentation des plantes par voie capillaire. Donc il existe une profondeur optimum de la nappe, son niveau est déterminé à partir des essais dans des stations expérimentales pendant des années consécutives. Ces essais montrent que le niveau optimum de la nappe varie en fonction de plusieurs facteurs comme :

- Le type de culture et le stade de développement.
- Le type de sol.
- les conditions climatiques.
- les façons culturales.

VI-2-Les critères Agronomiques :

a- La durée de submersion :

La remontée de la nappe au-dessus du niveau optimum cause des chutes de rendements, qui dépendent du type de culture et la durée de submersion.

La durée de submersion θ est le temps limitant de l'évacuation de l'excès d'eau pour éviter les effets néfastes sur la plante et la stagnation d'eau en surface.

SALAMIN induit un tableau explicatif de la durée admissible de la submersion de la culture en fonction de sa chute du rendement, qui est exprimé comme suit.

Tableau II-1: Dommages subis par les cultures (en % de la récolte optimale) en cas d'une submersion de 3, 7, 11 et 15 jours.

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	septembre	Octobre	Novembre
Durée	03-07-11-15	03-07-11-15	03-07-11-15	03-07-11-15	03-07-11-15	03-07-11-15	03-07-11-15	03-07-11-15	03-07-11-15	03-07-11-15	03-07-11-15	03-07-11-15
Fourrages Pérennes	00-00-05-10	00-00-05-10	00-00-05-10	00-10-20-30	10-25-40-60	10-30-50-100	10-40-7-100	10-40-70-100	10-30-50-80	10-30-50-80	00-10-20-30	00-00-05-10
Pâturages				00-00-00-10	00-10-20-30	00-15-30-50	00-20-30-50	00-20-30-50	00-10-20-30	00-00-00-10		
Prairie				00-00-00-10	00-10-20-30	00-15-30-50	00-20-30-50	00-20-30-50	00-10-20-30	00-00-00-10		
Betterave				10-50-100-100	10-50-90-100	10-50-90-100	10-40-90-100	10-40-90-100	10-40-90-100	10-40-90-100	00-10-30-50	
Pomme de Terre				30-80-100-100	30-80-100-100	40-90-100-100	50-100-10-100	50-100-100-100	50-100-100-100	20-40-60-80		
Tournesol					10-20-40-80	10-30-60-100	10-40-80-100	10-40-60-80	00-10-30-50			
Chanvre					20-40-60-100	20-60-75-100	10-40-60-80	10-30-50-70	00-00-10-20			
Céréales d'automne	00-05-10-20	00-05-10-15	00-05-10-20	05-15-30-50	10-25-40-70	20-40-70-100	20-50-80-100	00-00-10-20			00-04-10-20	00-05-10-20
Céréales de printemps				10-20-40-100	15-40-75-100	15-50-75-100	20-50-75-100	00-00-10-20				
Mais					20-80-100-100	10-50-80-100	10-40-75-100	00-10-50-80	00-10-40-60	00-10-20-30	00-00-10-10	

Source : Land Drainage .SMEDNA

VI-3-Caractéristiques Pédologiques :

Le sol est le milieu ou circule l'eau, pour évacuer ce dernier il faut connaître deux paramètres qui sont importants la porosité et la perméabilité .ces derniers sont des propriétés physiques du sol ; ainsi il existe un autre facteur c'est la présence d'un horizon imperméable.

1. La porosité efficace :

La porosité est le volume des vides du sol exprimé en pourcentage du volume total ; ce volume quand appelé les pores se constituer lors de l'assemblage des agrégats. La porosité efficace ou la porosité de drainage c'est une partie de la porosité rendue accessible à l'air par le rabattement de la nappe c'est pour ça on appellera la porosité d'aération. L'expression de la porosité efficace est comme suit :

$$\mu = \frac{v - v_r}{v} = \dots \dots \dots \text{II.1}$$

Avec :

μ : Porosité efficace

v = le poids du sol à saturation – le poids du sol à la capacité de rétention.

(Mesure au laboratoire).

On peut détermine la porosité efficace par la formule suivante :

$$\mu = \sqrt{\frac{K}{K_s}} \dots \dots \dots \text{II.2}$$

Tel que K c'est la perméabilité (en cm /j).

Voilà quelque valeur de la porosité efficace pour différent texture du sol indiquée dans le tableau ci-dessous.

Tableau II-2 : valeur de la porosité en %.

Texture	Porosité efficace (%)
Sol très argileux	1-2
Sol limoneux-argileux	4-8
Sol fin	15-20
Sol grossier	25-30

Source : Land Drainage .SMEDNA

2. La perméabilité:

La perméabilité k d'un sol est définie par la vitesse d'infiltration de l'eau; les méthodes de mesure de la perméabilité sont différentes ; chacune son propre domaine d'application, on discerner 3 types de mesures : méthode corrélatives ; mesures de laboratoire et mesure sur terrain. Ces méthodes là déterminent la perméabilité d'un sol saturée. L'ordre de grandeur de la perméabilité pour les différents types de sol est donnée le tableau II-3.

Tableau II-3: valeur de la perméabilité (m/jour)

Texture	Type de texture	Perméabilité (m/jour)
Texture très fine	-argileux	$K < 0.1$
	-argilo-limoneuse -limono-argileuse -argilo-sableuse	$0.1 < K < 0.3$
	-limoneuse -limono-sableuse	$0.3 < K < 0.6$
Texture moyenne	-sablo-limoneuse	$0.6 < K < 1$
Texture très grossière	-sableuse	$K > 1$

Source : Land Drainage .SMEDNA

Les perméabilités citées dans le tableau c'est pour un sol homogène mais dans le cas d'un sol hétérogène (plusieurs horizons) on utilise la formule suivante :

$$K = \frac{1}{h} \left(\sum_{i=1}^n (Z_i - Z_{i+1}) \right) \dots \dots \dots \text{II.3}$$

- Avec :
- K : Perméabilité équivalent pour le niveau piézométrique h.
 - K_i : Perméabilité horizontale de la i me couche.
 - Z_i : Cote du toit de la couche i.
 - Z_{i+1} : Cote du plancher de la couche i.
 - h : Niveau piézométrique à l'interdrain.

3. Profondeur de la couche imperméable :

La nécessité d'installation d'un réseau de drainage est souvent due à la présence d'une couche peu perméable à relativement faible profondeur. Si on place les drains dans cette couche de sol, leur efficacité sera réduite. Sinon il y a trois possibilités.

- Placer les drains au-dessus de la couche imperméable pour autant qu'une profondeur minimum de 1m soit respectée.
- Placer les drains dans la couche imperméable avec un remblai poreux.
- Choisir un autre système de drainage.

VI-4-Régime d'évacuation d'eau :

Pour évaluer les autres critères de dimensionnement, il faudrait au préalable, déterminer, ou définir ; dans quel régime hydraulique on travaille? On décrira ici les deux méthodes les plus courantes à savoir :

1. La méthode du régime permanent :

Ce régime s'applique dans les régions humides où :

- La pluviométrie est régulière.
- Les épisodes pluvieux sont longs.
- La durée entre 2 épisodes pluvieux est courte
- Les sols lourds et imperméables qui ne permettent pas de stockage temporaire, et qui ont une faible infiltration.

En Algérie on applique ce régime dans la région côtière (par exemple Mitidja).

2. La méthode du régime variable :

On le trouve dans les zones à climat semi-aride (à l'intérieur du pays dans les hauts plateaux, dans les plaines irriguées de Cheliff et aussi dans le sud). Dans ce dernier on remarque :

- Pluie de forte intensité.
- La durée de pluie est courte.
- La durée entre 2 épisodes pluvieux est longue.

VI-5-Topographie :

Les conditions topographiques peuvent imposer certaines limites en matière de profondeur.

- terrain régulier ou pas.
- position de réseau hydrographique.
- les dimensions de la parcelle.

VII-PRINCIPALES METHODES DE DRAINAGE :

Les techniques les plus couramment utilisées pour évacuer l'eau excédentaire du sol sont:

VII-1- Le drainage de surface :

Le drainage de surface vise à évacuer l'eau excédentaire de la surface du sol suffisamment rapidement pour prévenir des dommages aux cultures.

Se pratique dans les zones à très faible pente ou nulle, lorsque la capacité d'infiltration du sol est faible (défaut d'infiltrabilité lié à la présence d'une couche superficielle peu perméable), la conductivité hydraulique du sol très réduite ou en présence d'une couche peu perméable à faible profondeur (défaut de drainage interne).

VII-2 Le drainage de sub-surface :(drainage horizontal)

Le drainage de sub-surface vise à contrôler la nappe souterraine de sorte à la maintenir à une profondeur suffisante pour prévenir un excès d'eau dans la zone racinaire ou des remontées capillaires susceptibles de provoquer une salinisation du sol.

Trois méthodes principales sont utilisées:

a)- drainage par fossés à ciel ouvert

Un réseau de fossés recueille les eaux de ruissellement de surface et, éventuellement, l'eau de la nappe souterraine, puis les conduit à un émissaire.

Cette méthode n'est pratiquement plus utilisée de nos jours, dans les pays du Nord tout au moins, vu les inconvénients qui surpassent fréquemment les avantages, à savoir:

- perte de surface cultivable
- difficulté d'accès et gêne aux cultures
- entretien onéreux (curage, faucardage)
- risques de prolifération de maladies hydriques.

Néanmoins, le drainage par fossés peut être préférable dans certains cas:

- lorsque la zone en question nécessite à la fois un drainage de surface et un drainage souterrain
- lorsque la présence de fossés ne perturbe pas trop les opérations culturales (fossés très espacés, pratiques culturales exécutées manuellement, etc.)
- en présence de risques élevés de colmatage chimique, en particulier ferriques
- pour des raisons financières.

Les sols tourbeux (pour autant que l'on souhaite à tout prix les drainer) sont avantageusement drainés par fossés (fort risques de colmatage ferrique des drains, désalignement des drains suite à des tassements différentiels, etc.).

b)-drainage par canalisations enterrées :

Cette méthode d'assainissement consiste à placer dans le sol des tuyaux perforés de petit diamètre (4 à 10 cm) appelés drains. L'eau récoltée par ces drains se jette dans des collecteurs secondaires qui se jettent à leur tour dans un ou plusieurs collecteurs principaux qui transportent les eaux vers un émissaire (rivière, ruisseau, lac, fossé, etc.) par l'intermédiaire d'ouvrages appelés têtes de décharge. Aux jonctions secondaires/principaux, ainsi qu'aux changements de direction et de pente (c. à d. à tous les points présentant des dangers d'obstruction) sont généralement placés des regards ou chambres de visite (regards en ciment servant au contrôle, à l'aération et au rinçage des conduites et collecteurs raccordés).

Souvent les collecteurs recueillent également les eaux de ruissellement de surface par l'intermédiaire de sacs (regards couverts d'une grille).

Lorsque la pente est insuffisante pour évacuer les eaux par gravité; on relève les eaux par une station de pompage ou de relevage.

c)-techniques associées :

Dans les sols peu perméables (sols argileux), on associe au drainage classique différents procédés qui ont pour but d'améliorer l'écoulement de l'eau vers les ouvrages d'assainissement, en particulier le drainage –taupe et le drainage par galeries drainantes.

– Drainage- taupe

Dans les sols riches en argile (taux d'argile supérieur à 30%), on peut recourir au drainage- taupe qui fait appel à un réseau dense de galeries forées dans le sol. Cette technique de drainage est réalisée en 2 étapes:

1. Installation de drains à grand écartement (généralement entre 30 et 60 m), surmontés d'un remblai poreux
2. Réalisation des galeries au moyen d'une charrue taupe munie d'un soc prolongé par un boulet extenseur (en forme d'obus) qui provoque un lissage et un compactage du sol équivalent à une contrainte partiellement irréversible. Les sols doivent se prêter au moulage et au compactage et donc présenter une certaine plasticité (teneur en argile élevée et humidité suffisante).

Les galeries de faible diamètre (de l'ordre de 4 cm) sont placées perpendiculairement aux files de drains; situées à une profondeur comprise entre 40 et 70 cm, elles sont écartées de 2 à 4 m.

d)- autres techniques de contrôle de la nappe**- Drainage par puits**

Le drainage par puits consiste à provoquer un abaissement de la nappe par pompage dans un réseau de puits régulièrement distribués dans l'espace (en général, implantation aux sommets de carrés ou de triangles équilatéraux) de sorte à ce que leurs cônes de dépression se recoupent.

Méthode utilisée principalement lorsque la nappe doit être abaissée fortement, en particulier pour prévenir une salinisation du sol par remontées capillaires (salinisation capillaire).

- Bio drainage et bio-élimination des eaux d'infiltration

Le bio-drainage consiste à planter des rangées d'arbres (ou d'autres plantes halophytes) autour des champs agricoles afin d'éliminer l'eau excédentaire du sol et de contrôler le niveau de la nappe. En effet, l'ET des arbres est beaucoup plus élevée que celle des autres cultures et la profondeur élevée des racines permet de prélever de l'eau sur une épaisseur de sol relativement importante.

Des rangées d'arbres peuvent également être plantées le long de canaux affectés de fortes pertes pour assécher le sol et limiter la percolation profonde. Les espèces concernées sont essentiellement l'eucalyptus et l'acacia.

La Collecte des données consiste à rechercher toute les informations pluviométriques disponibles dans la région étudiée. Cette étape est la phase la plus importante et la plus fastidieuse de notre travail. Elle consiste ; à collecter l'information brute et à vérifier sa fiabilité pour avoir une décision correcte.

Les données essentielles pour l'étude des courbes Hauteur- Durée- Fréquence effectuée, par deux méthodes, sont surtout les séries des pluies journalières.

Dans le but de couvrir la région de Mitidja Centre, notre réseau de stations pluviométriques comprend 5 stations équipées uniquement d'un pluviomètre non enregistreur.

I-GENERALITES [5], [6] et [10] :

I-1-Définition de la précipitation :

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

I-2- Mesure des précipitations :

Pour mesurer les précipitations, on utilise deux sortes de pluviomètres :

- Pluviomètres non enregistreurs.
- Pluviomètres enregistreurs ou pluviographes.
- **Pluviomètres non enregistreurs** : N'importe quel récipient ouvert pourrait, en principe servir de pluviomètre, mais pour permettre des observations précises et surtout comparables entre elles, il est indisponible d'utiliser des pluviomètres normalisés.
- **Pluviomètres enregistreurs** : L'enregistrement des précipitations par un pluviomètre enregistreur se fait au moyen d'un style qui trace un diagramme « la courbe des hauteurs des précipitations cumulées en fonction du temps » (ou un graphe permettant de calculer celle-ci facilement), qu'on appelle pluviogramme. Ce type d'enregistrement est meilleur dans de nombreuses études hydrologiques là où on ne s'intéresse seulement à la hauteur totale mais aussi à l'intensité des précipitations exprimée en mm/h ou en mm /mn.

II-ETUDE FREQUENTIELLE DE LA PLUVIOMETRIE :

En matière de drainage ce n'est pas la pluviométrie totale annuelle ou mensuelle qui importe se sont les épisodes pluvieux de courte durée et de forte intensité (les Pluies journalières) ; qui en dépassant les capacités naturelle de drainage pour provoquer la formation ou l'évaluation d'une nappe jusqu'à la proximité de surface de sol.

Cette association durera pendant un temps plus ou moins prolongé, elle implique alors des conditions néfastes pour la croissance des végétaux.

II-1-Etude statistique des précipitations :

II-1-1-Les lois d'ajustement utilisé :

La précipitation est généralement ajustable à des lois statistiques très nombreuses. Les plus utilisées sont celles qui font intervenir peu de paramètres et sont donc facilement utilisables. Parmi ces lois nous avons :

- La loi de Galton ou log – normale.
- La loi de Gumel ou loi doublement exponentielle.

Ces lois comportent deux ou trois paramètres qui peuvent être estimés par différentes méthodes. Dans ce travail, la méthode des moments est utilisée.

Quelle que soit la loi théorique d'ajustement à un échantillon, le procédé calcul reste le même et consiste à :

- Classer les valeurs de l'échantillon par ordre croissant ou décroissant selon que l'on travaille à la fréquence au dépassement ou non dépassement ;
- Affecter un numéro d'ordre aux valeurs classées ;
- Calculer la fréquence expérimentale par une fréquence appropriée ;
- Calculer les caractéristiques empiriques de l'échantillon à savoir : moyenne, écart type ou coefficient de variation, coefficient d'asymétrie s'il existe ;
- Reporter les points sur papier à probabilité propre à chaque loi ;
- Tracer la droite ou la courbe théorique correspondante ;
- Tester l'adéquation de la loi d'ajustement ;
- Lire ou calculer la valeur extrême (quantile), c'est-à-dire la valeur correspondante à une probabilité donnée.
- Calculer l'intervalle de confiance, en général pris égal à 95% sur la caractéristique empirique de l'échantillon et les quantiles.

a) Loi de Gumbel :

Appelée également la loi de valeur extrêmes, la fonction de répartition de la loi de Gumbel est :

$$F(x) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{x - X_0}{\alpha}\right)^\beta\right) \quad \text{III.1}$$

Avec :

F: La fréquence, elle est donnée par :

$$F = 1 - \frac{1}{T} \quad \text{et}$$

T : la période de retour.

U : la variable réduite de Gumbel

$$U = \frac{x - X_0}{\alpha} \quad \text{et}$$

α, X_0 : Coefficients d'ajustement.

X_0 : est le paramètre de position.

α : est le paramètre d'échelle différent de zéro et positif appelé

b) La loi log- normale ou loi de Galton :

La loi de Galton résulte de la loi normale mais rendue dissymétrique par u changement de variable. Sa fonction de répartition est donnée par :

$$F(X) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \left(\frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma}\right)^2\right) du \quad \text{III.2}$$

Avec :

F: la fréquence au non dépassement.

U : la variable réduite de Galton, est de la forme :

$$U = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma_{\ln x}}$$

σ : Écart –type.

II-2-Notion de régression :

– **Définition :**

C'est une méthode de recherche d'une relation exprimant le lien entre une variable dépendante Y et une ou plusieurs variables dites indépendantes. Dans ce cas la variable dépendante n'est

pas une variable aléatoire, mais la variable indépendante n'est pas forcément une variable aléatoire.

– **Les modèles de la régression:**

Grâce au diagramme de régression de Y à la fonction de X on peut conclure 2 types de modèles de la variation de ces dernières variables.

– **Le modèle linéaire représenté par l'équation de la droite :**

$$Y = A + BX$$

– **Les modèles curvilinéaire :**

- Le modèle puissance .
- Le modèle exponentiel .
- Le modèle parabolique .

Les coefficients A, B et C sont des constantes à déterminer par la méthode des moindres carrés (ou à l'aide de logiciel Excel).

II-3-Les méthodes de détermination de la pluie critique :

La pluie critique c'est la quantité d'eau que la plante ne peut pas supporté pour sa croissance pendant un temps limité, et grâce à cette dernière on dimensionne un réseau de drainage. La détermination de la pluie critique se fait par deux méthodes :

II-3-1-La méthode de courbe hauteur –durée –fréquence :

Les courbes récapitulatives de la hauteur- durée- fréquence de précipitations (H-D-F) décrivent la hauteur des précipitations en fonction de la durée pendant des périodes de retour données et sont importantes pour la conception des structures hydrauliques.

II-3-2- Les méthodes indirectes :

Les méthodes indirectes sont utilisées dans le cas de manque de données c'est- à- dire les pluies journaliers durant le mois ; ces méthodes là montrent qu'il existe des rapports empirique la durée d'une averse, son intensité et son temps de récurrence (période de retour).

a) La formule de Montana :

On utilise cette formule dans le cas où la durée de l'averse supérieure à 5 heures.

$$i_p = at^{-n}$$

.....III.3

b) La formule de Talbot:

Cette formule est utilisée pour des durées inférieures à 5 heures.

$$i_p = \frac{a}{b + t}$$

.....III.4

III - PROCÉDE DE L'EXPLOITATION DES COURBES H-D-F DE LA MITIDJA CENTRE :

La construction des courbes (H-D-F) basées sur les étapes suivantes :

-Collection des relevés pluviométriques journalières (20 à 40 année de données) par deux méthodes :

a) La 1^{ère} méthode :

Cette dernière permet de déterminer la pluie journalière unique maximale d'un jour, deux jours jusqu'aux six jours dans un mois pendant les trois saisons de drainage.

-Le premier trimestre comprend le mois de Septembre, Octobre et Novembre.

-Le deuxième trimestre comprend le mois de Décembre, Janvier et Février.

-Le troisième trimestre contient le mois de Mars jusqu'au Mai.

La pluie de 1 jour est la pluie maximale d'un épisode pluvieux de 1 jour c'est-à-dire qu'il n'a plu ni avant ni après ce jour.

La pluie de 2 jours correspond à un épisode pluvieux de 2 jours consécutifs.

b) La 2^{ème} méthode :

La seule différence avec la 1^{ère} méthode c'est que les pluies de (1, 2,3....6) jours sont pas uniques et sont les valeurs maximales de tout les jours où tombe la pluie. La pluie maximale peut être choisie dans n'importe quel épisode pluvieux.

(Par exemple on trouve la pluie maximale de 2 jours dans l'intervalle journalière [3-6]).

-Classer les pluies de 1, 2,3, 4, 5,6 jours selon leur fréquence d'apparition.

-Attribuer l'ajustement de la loi de Gumbel ou la loi de Galton à l'aide de logiciel Hydrolab.

-Grâce aux résultats de l'ajustement on fait sortir la hauteur des pluies pendant les périodes de retour suivantes (2 ; 5 ; 10) ans.

-En fin le traçage des courbes avec un modèle de régression de type puissance.

IV-IDENTIFICATION DES STATIONS PLUVIOMETRIQUES :

Les stations de Mitidja Centre qui sont munies d'un pluviomètre non enregistreur sont celles de Boufarik, Beni Mered, Oued El Alleug, Chiffa et RN4Chiffa ; elles sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau III.1-a : Présentation des stations équipées de pluviomètre.

Caractéristiques principales des stations pluviométriques					
Code de La station	Nom de La station	Coordonnées Lambert		Altitude (m)	Période de fonctionnement
		X (Km)	Y (Km)		
021209	Boufarik	518.5	363.4	60	1975-2006
021208	Beni Mered	514.5	358	140	1975-2007
021210	Oued El Alleug	508.5	361.75	55	1980-2006
021117	Chiffa	503.8	351.35	110	1975-2005
021105	RN4 Chiffa	502.1	357.6	58	1976-2005

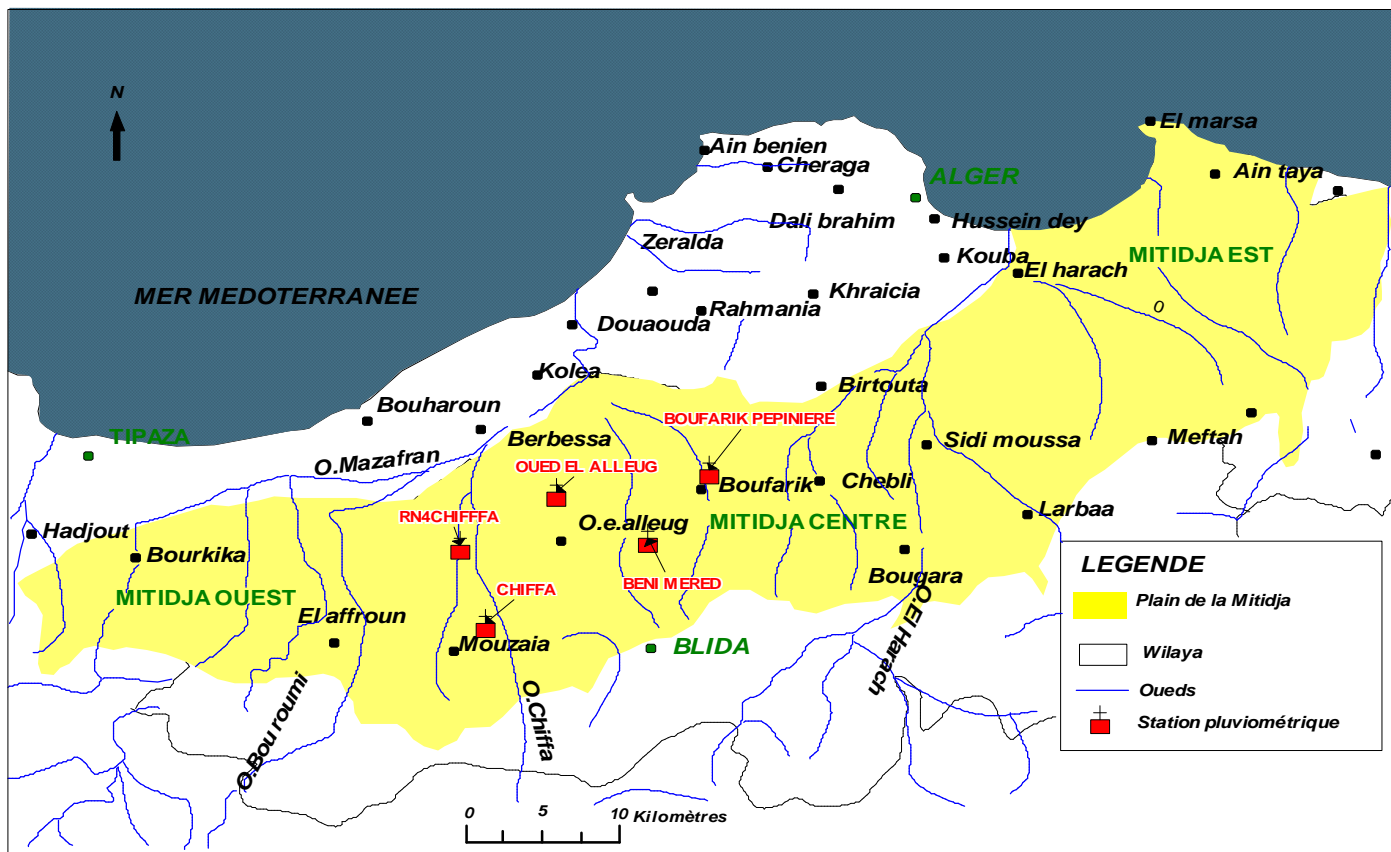


Fig. III.1-a: La situation de la station pluviométrique

V-AJUSTEMENT DES PLUIES CORRESPONDANTES A DIFFERENTES PERIODES DE RETOUR :

Après avoir identifié les lames d'eau sur différents jours avec les deux méthodes qu'on a citées auparavant (voir le tableau de calcul dans l'annexe I et II), un ajustement graphique à une loi de distribution théorique est réalisé pour déterminer les quantiles pour différentes périodes de retour et d'intervalle de confiance de 95% qui donne de bons résultats pour l'ensemble des précipitations.

Le meilleur ajustement est donné par la loi de Gumbel et par fois la loi Log- normale.

V-1-Les Ajustements de la 1^{ère} méthode :

- **Station de Boufarik :**

Les ajustements pour différents jours dans les trois trimestres sont donnés par la figure III.1.

- **Station de Beni Mered :**

Les ajustements pour différents jours dans les trois trimestres sont donnés par la figure III.2.

- **Station d'Oued El Alleug :**

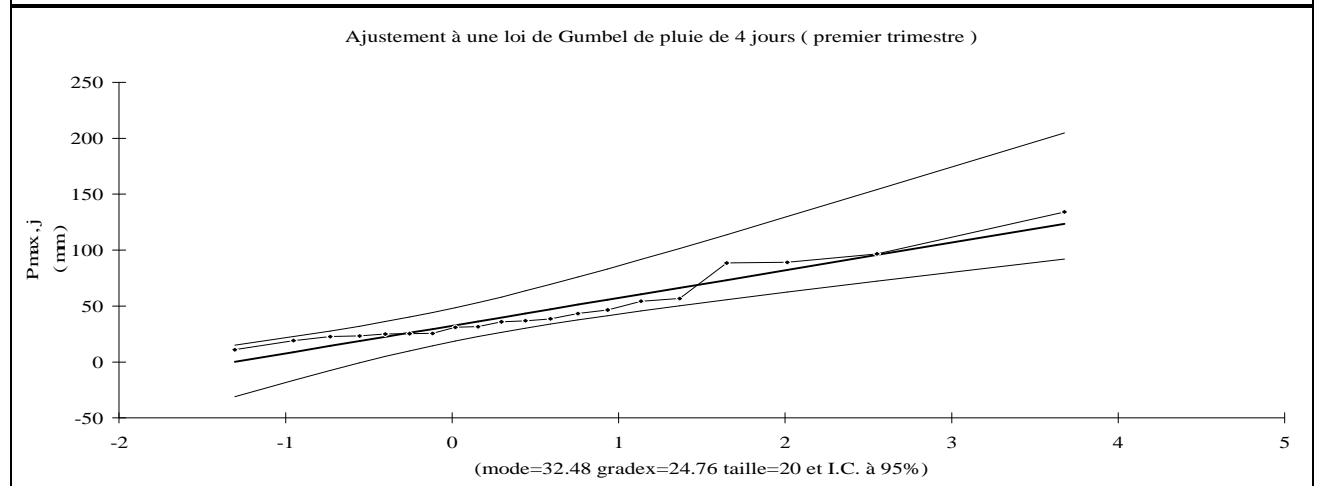
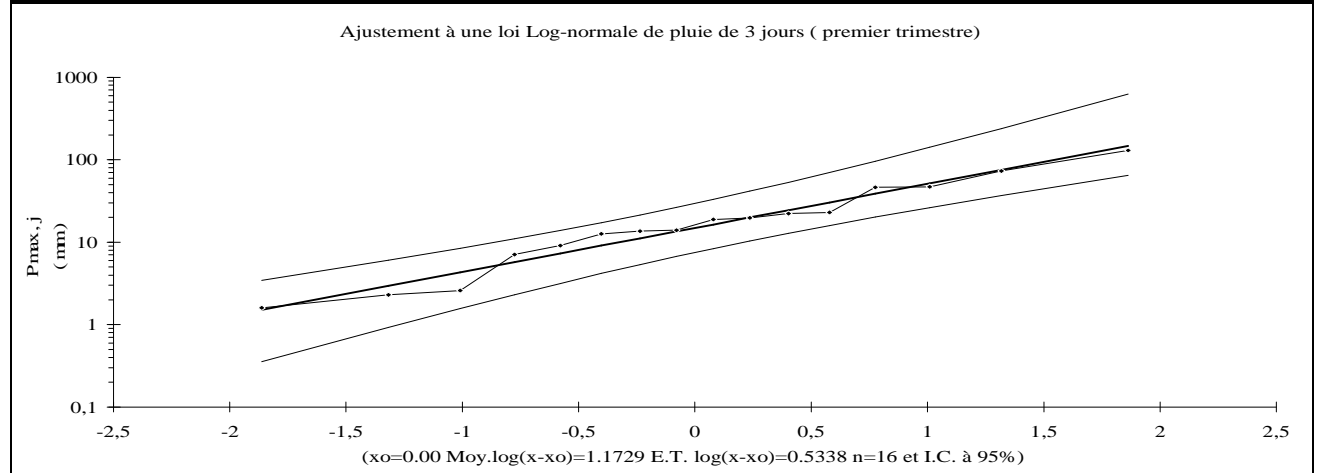
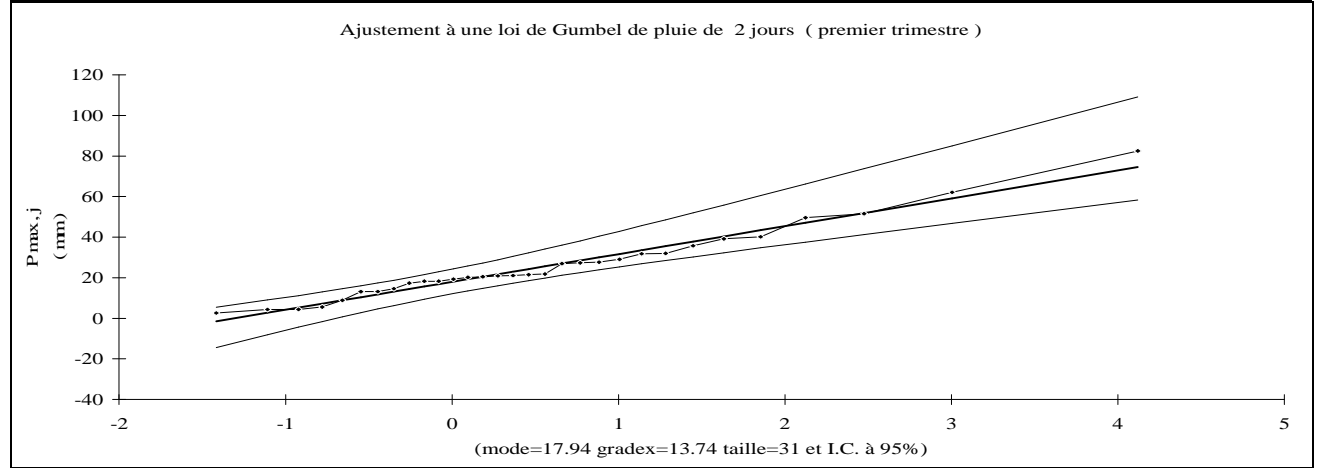
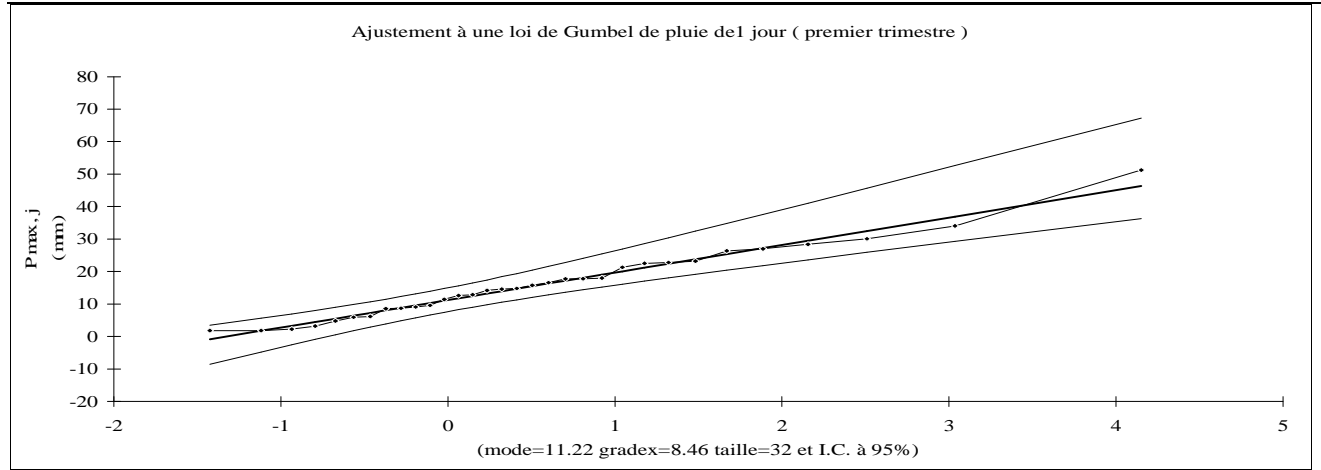
Les ajustements pour différents jours dans les trois trimestres sont donnés par la figure III.3.

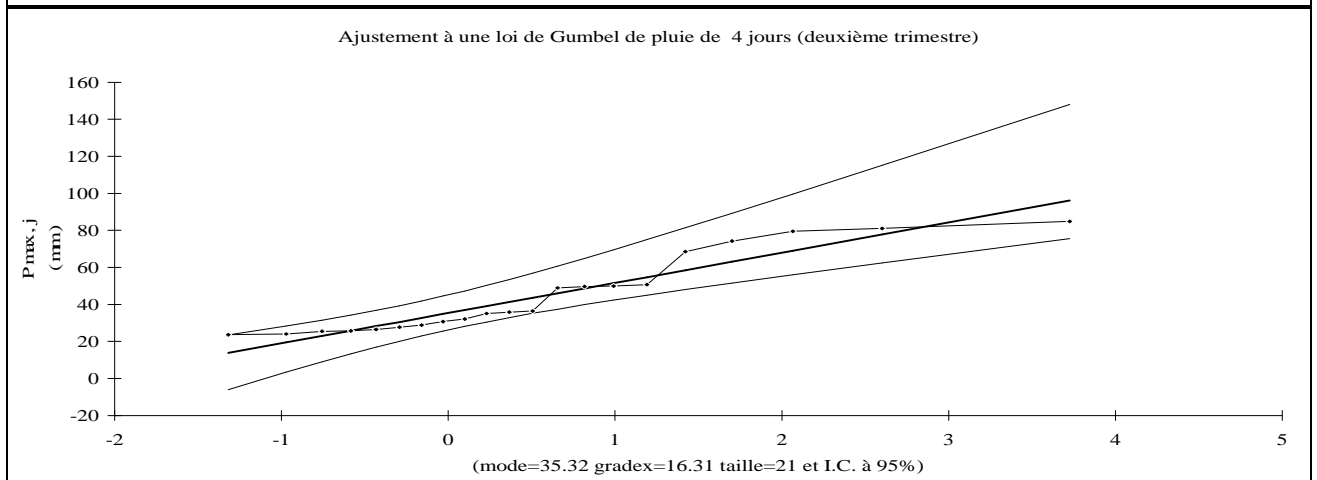
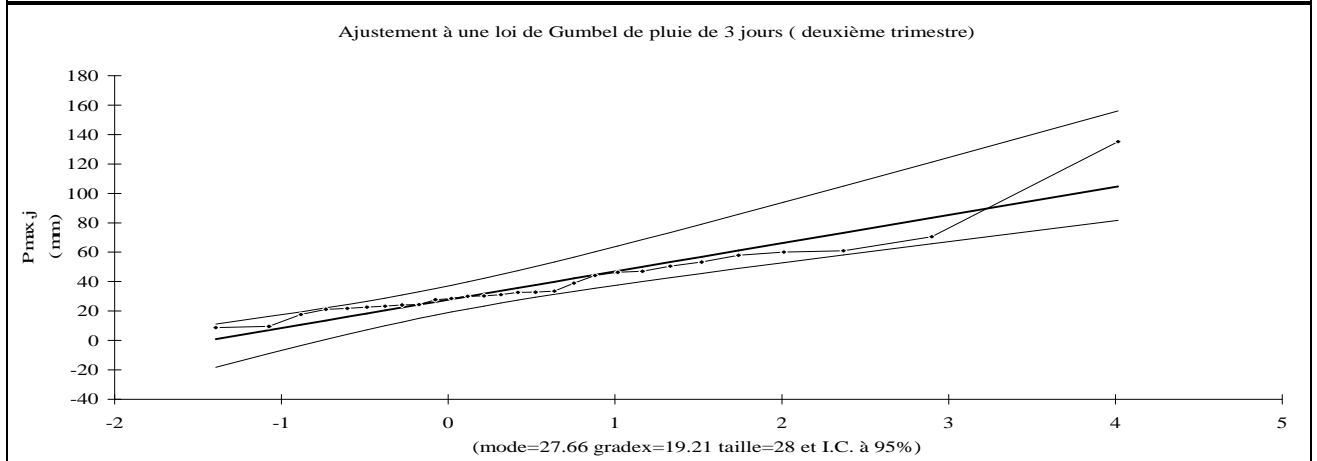
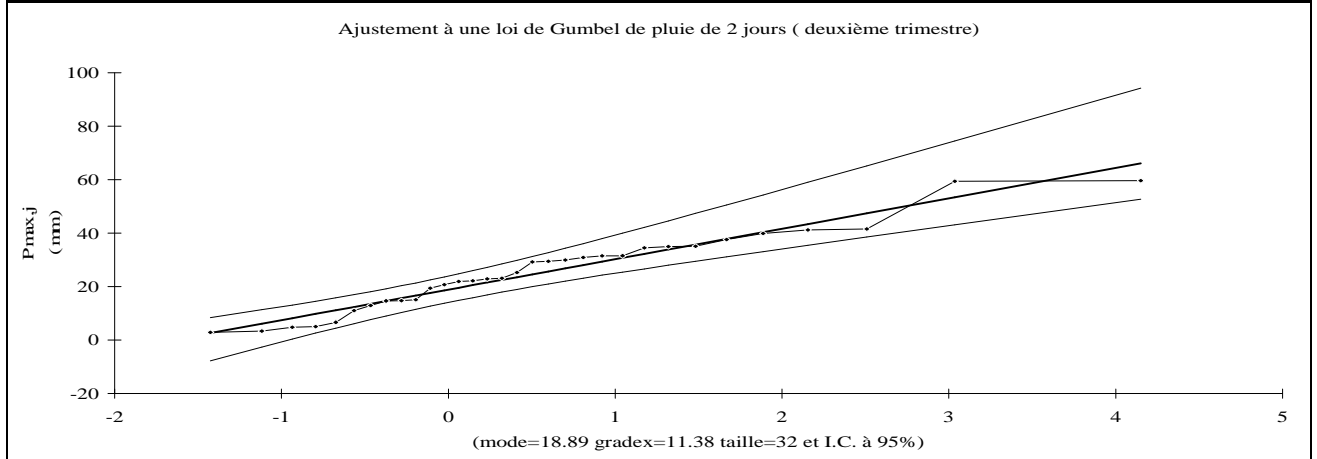
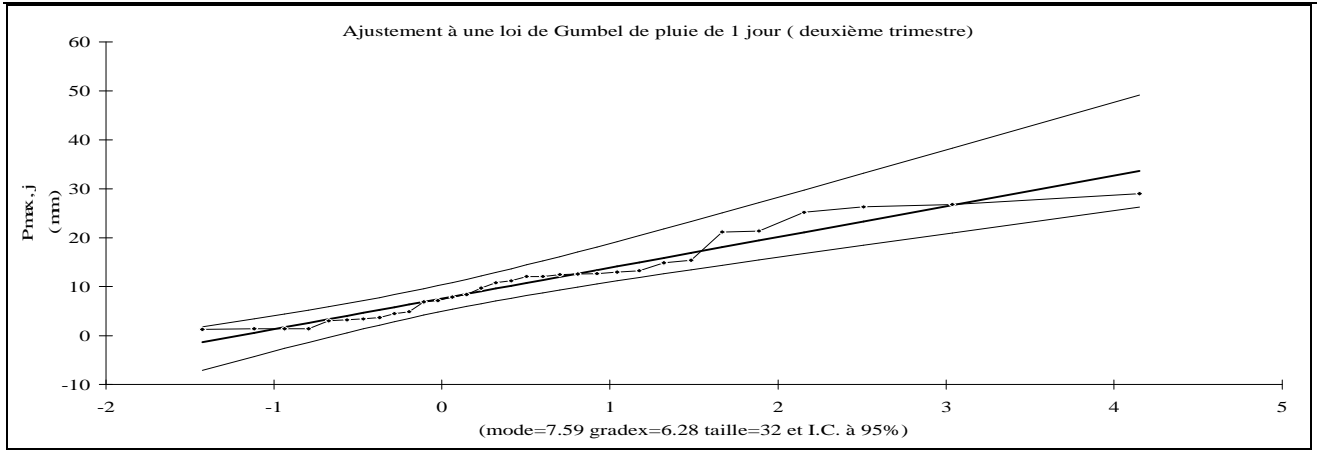
- **Station de Chiffa :**

Les ajustements pour différent jours dans les trois trimestres sont donnés par la figure III.4.

- **Station de RN4 Chiffa :**

Les ajustements pour différent jours dans les trois trimestres sont donnés par la figure III.5.





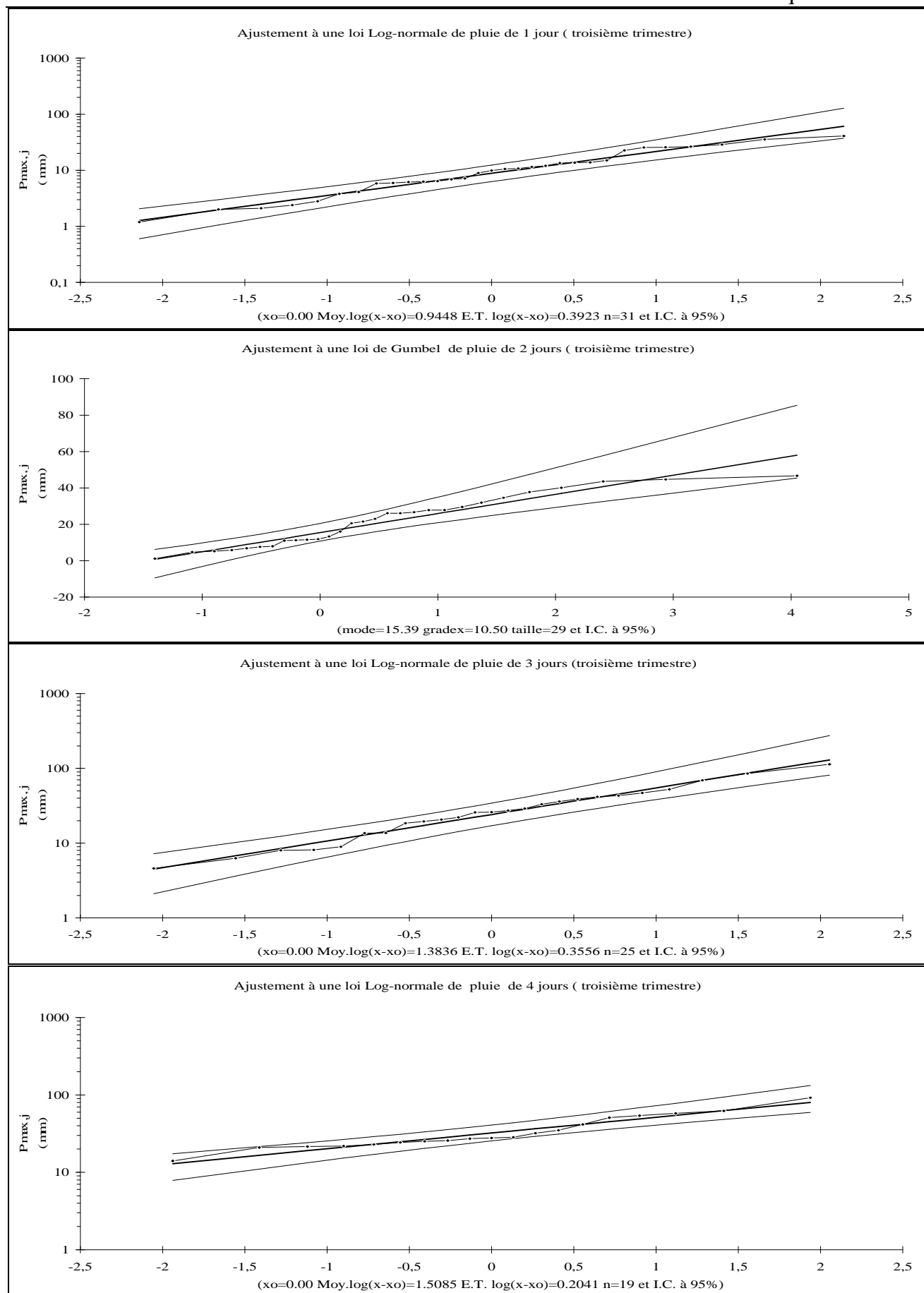
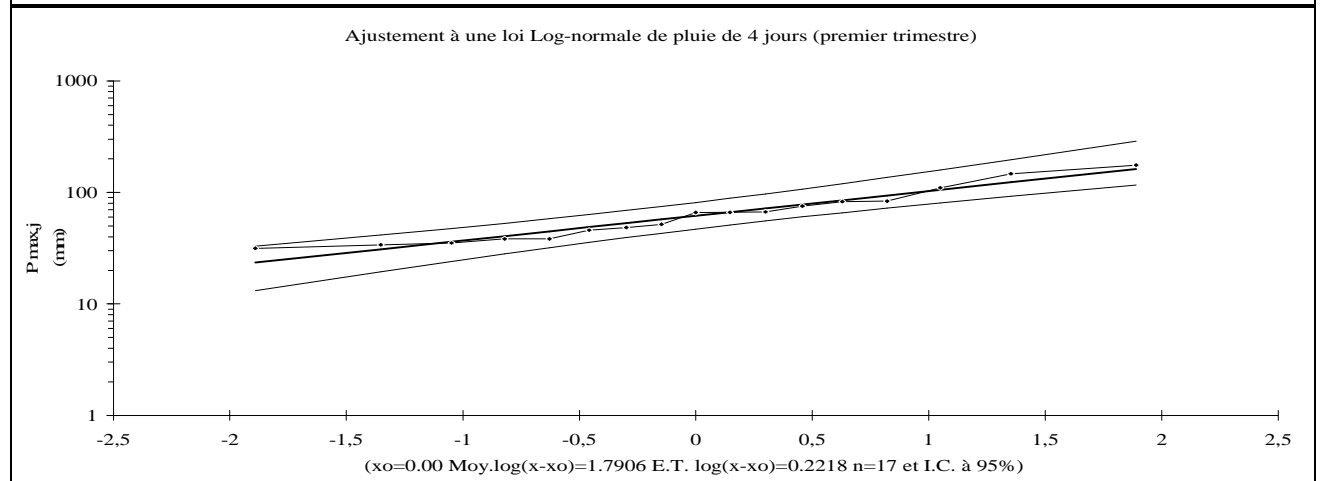
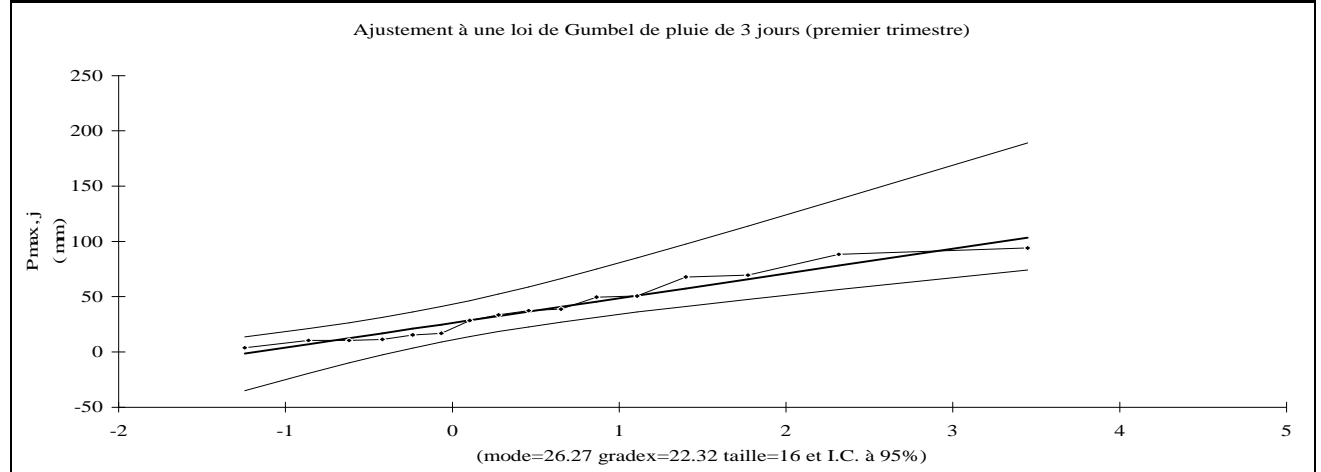
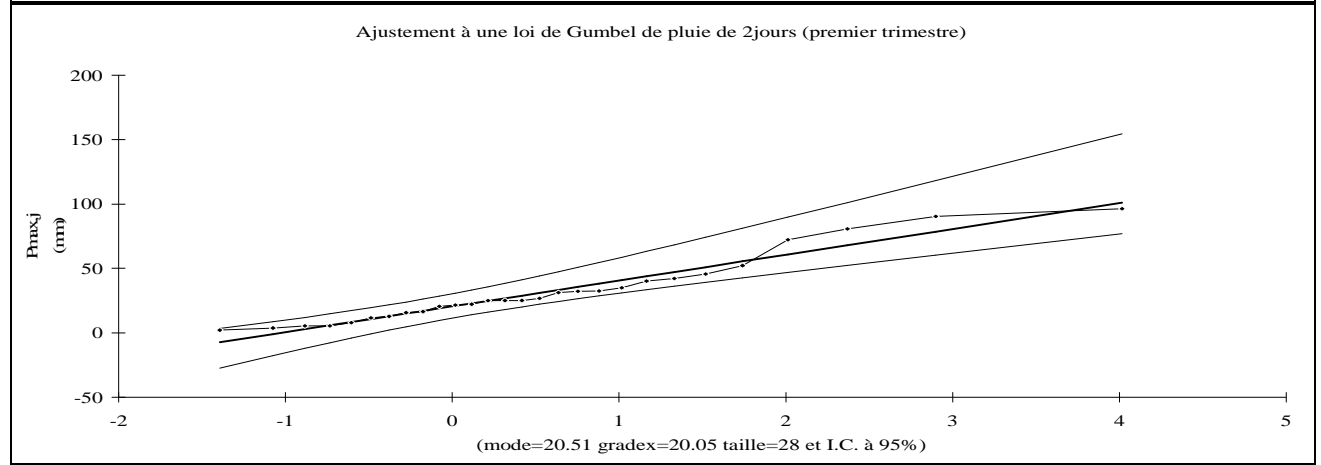
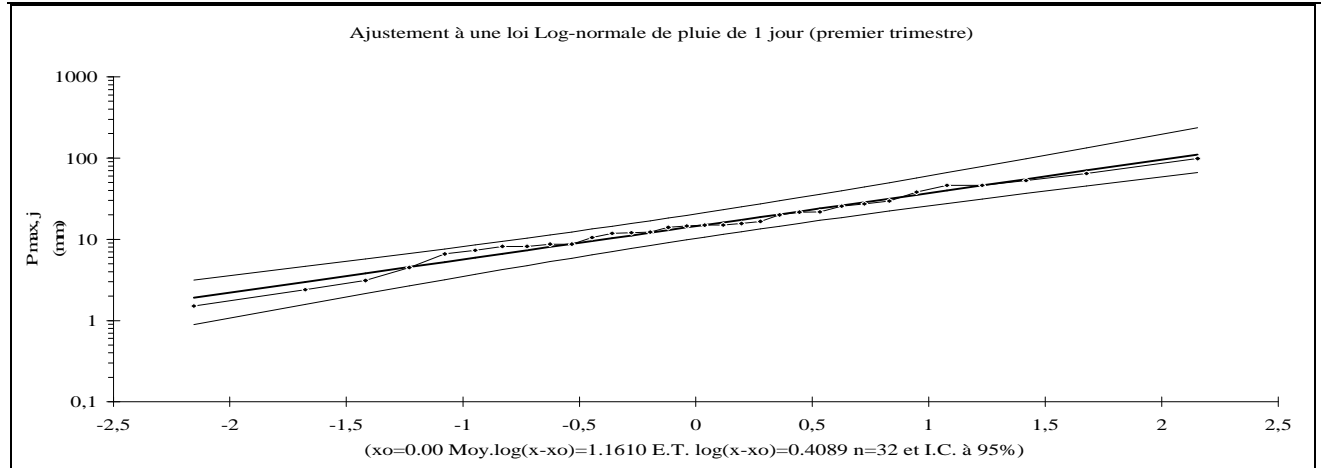
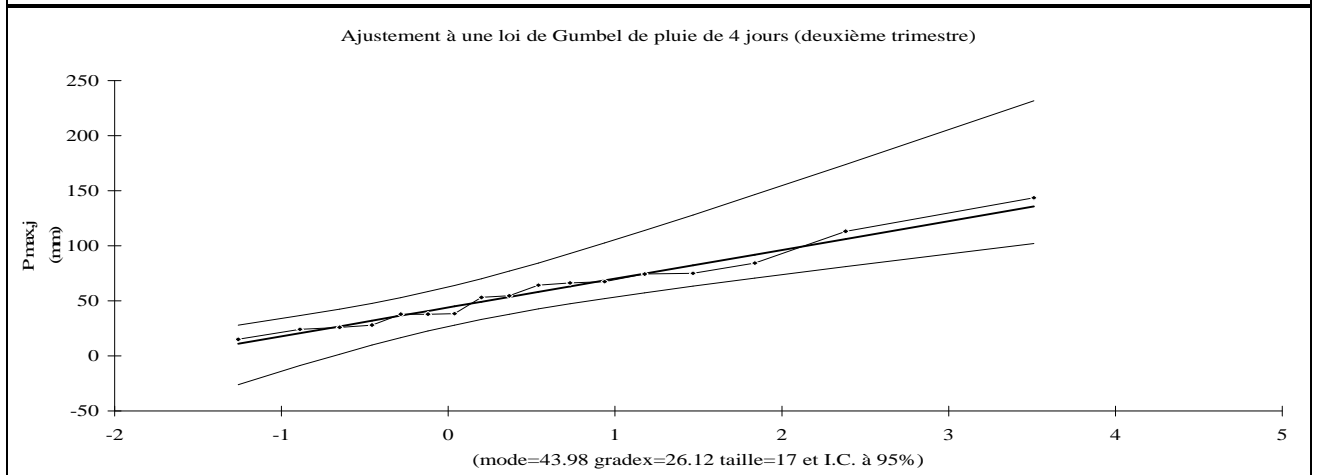
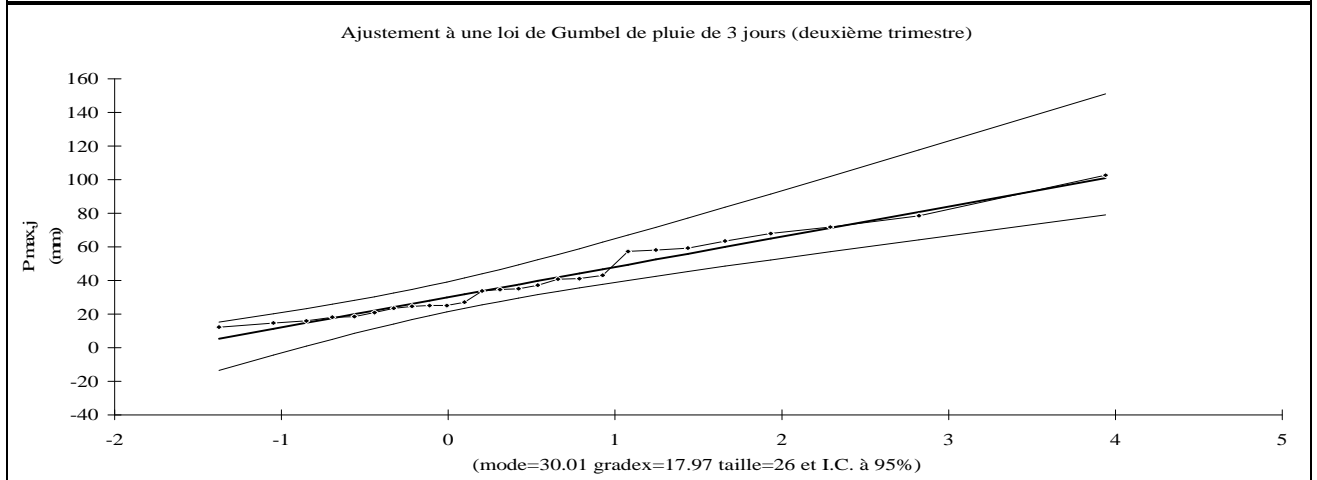
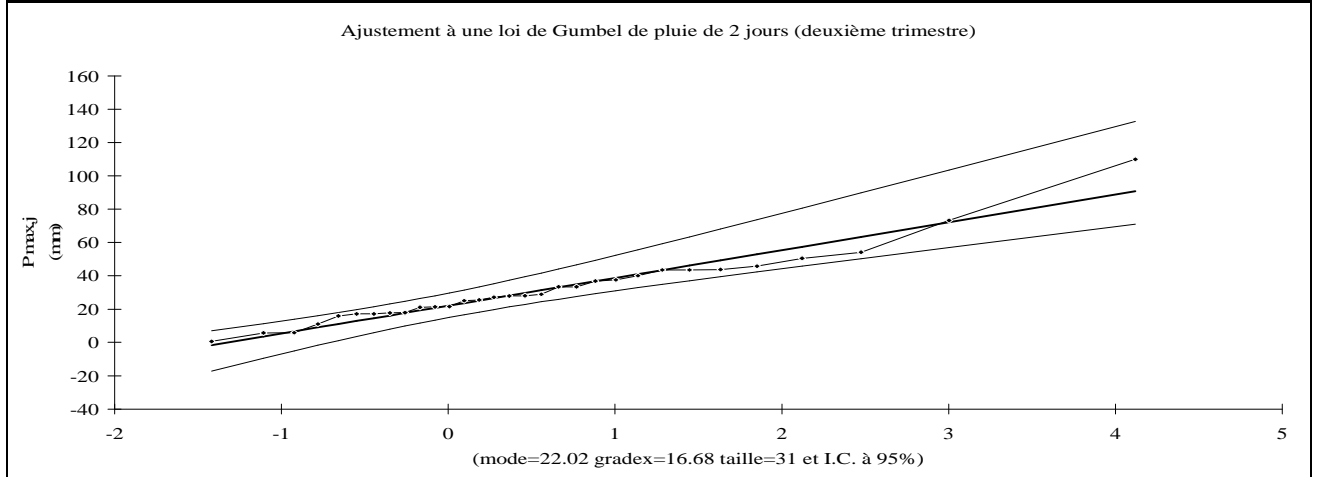
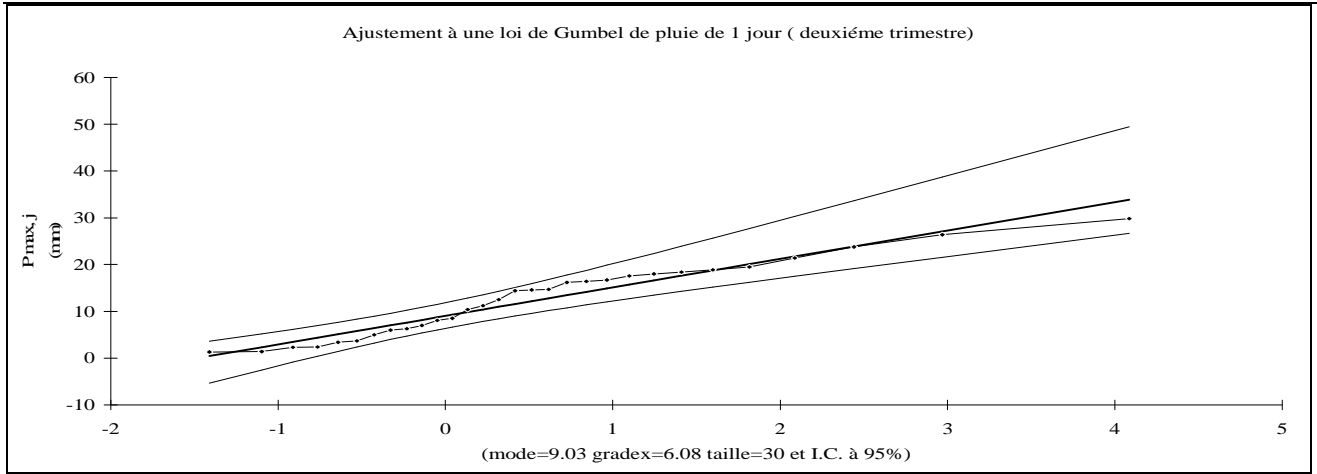


Fig. III.1 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station de Boufarik (1^{ère} méthode).





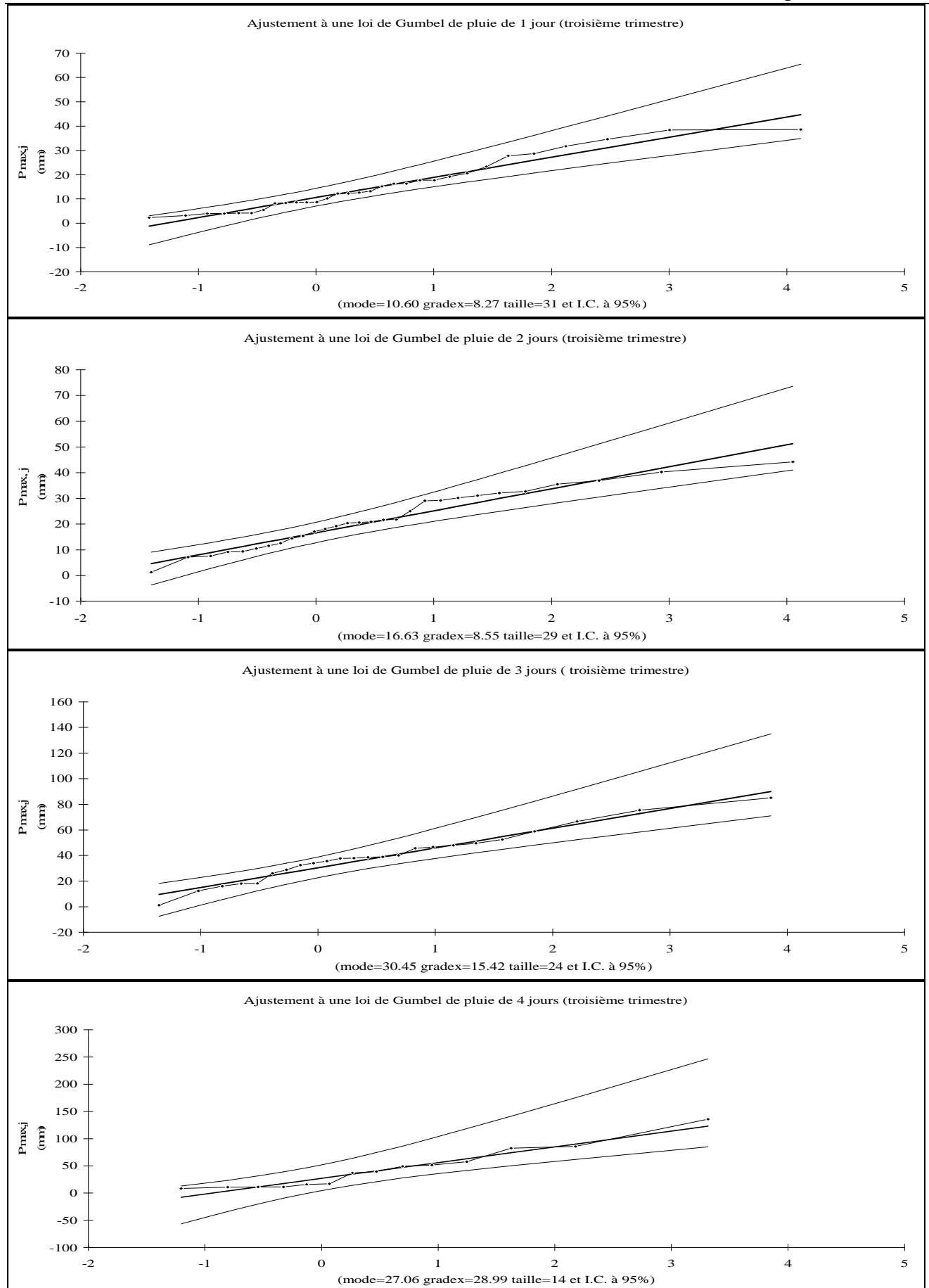
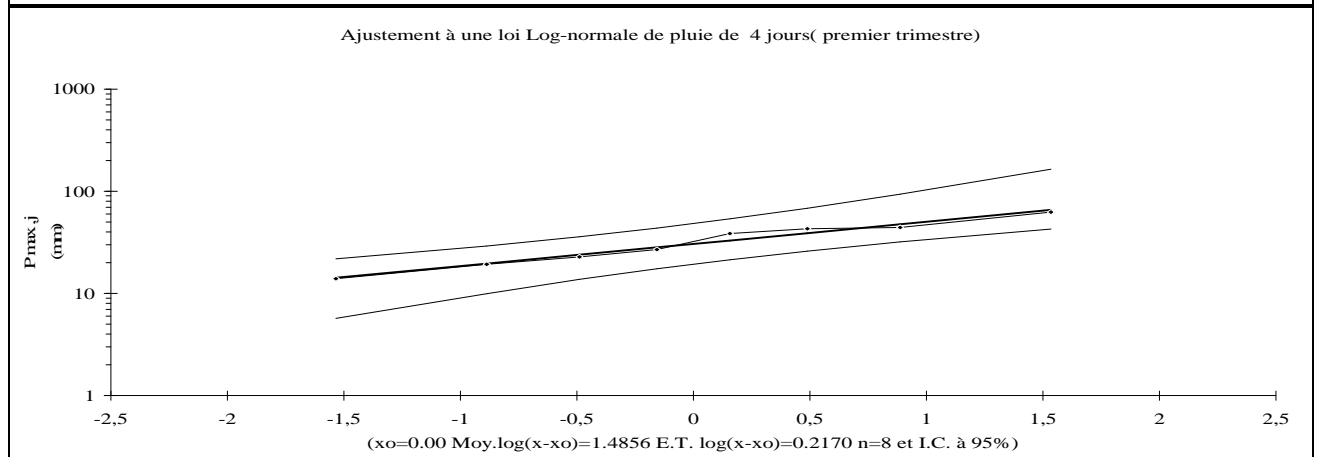
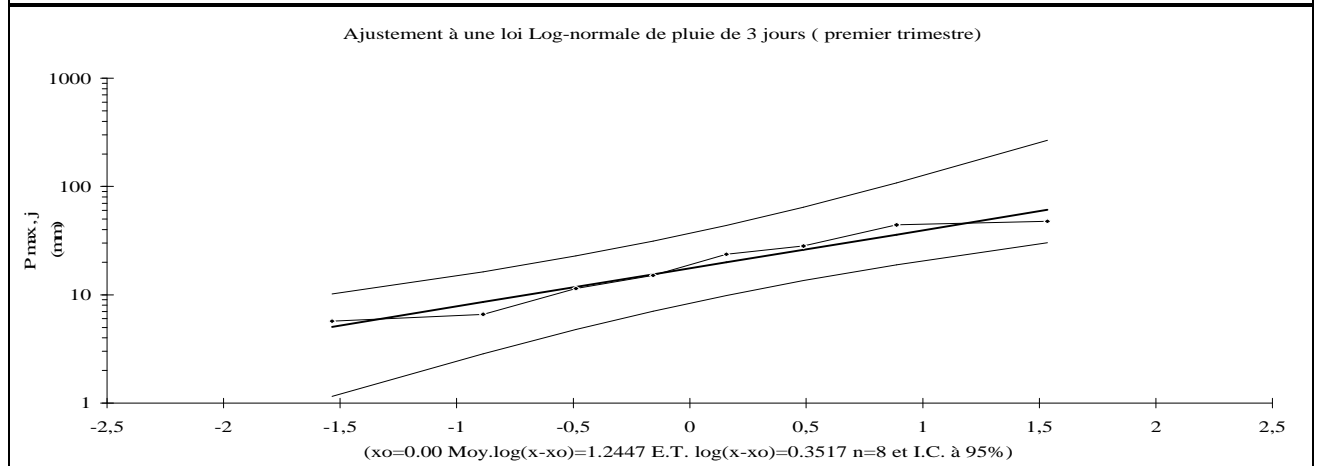
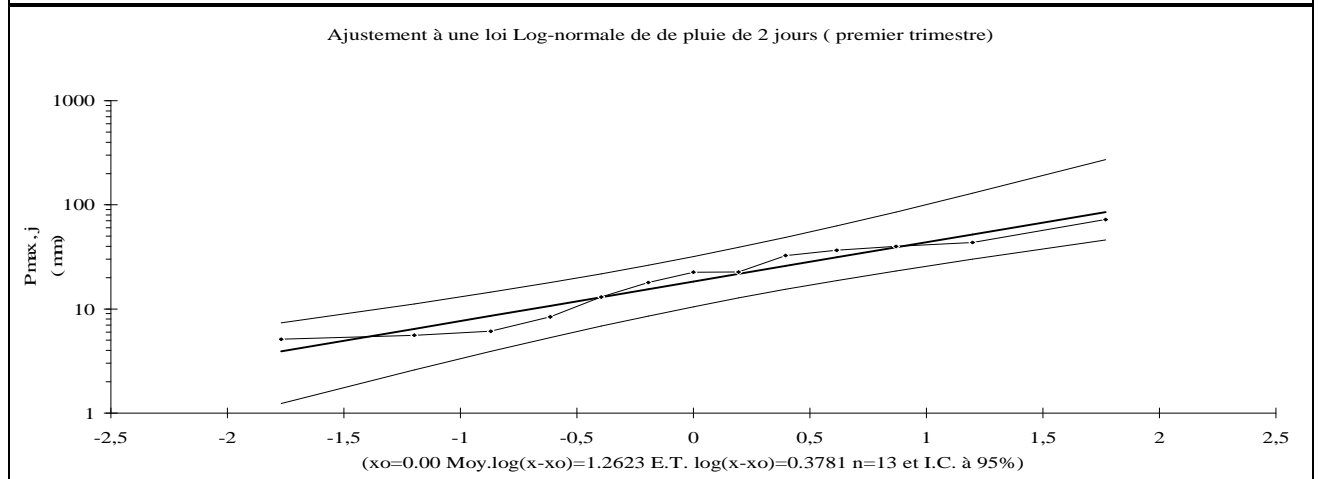
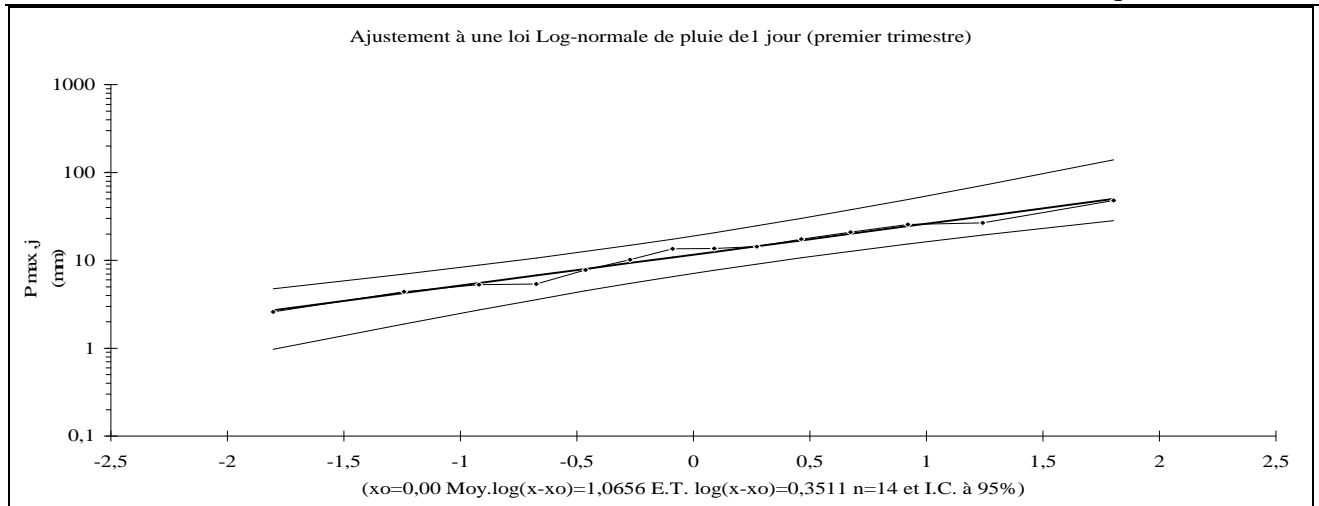
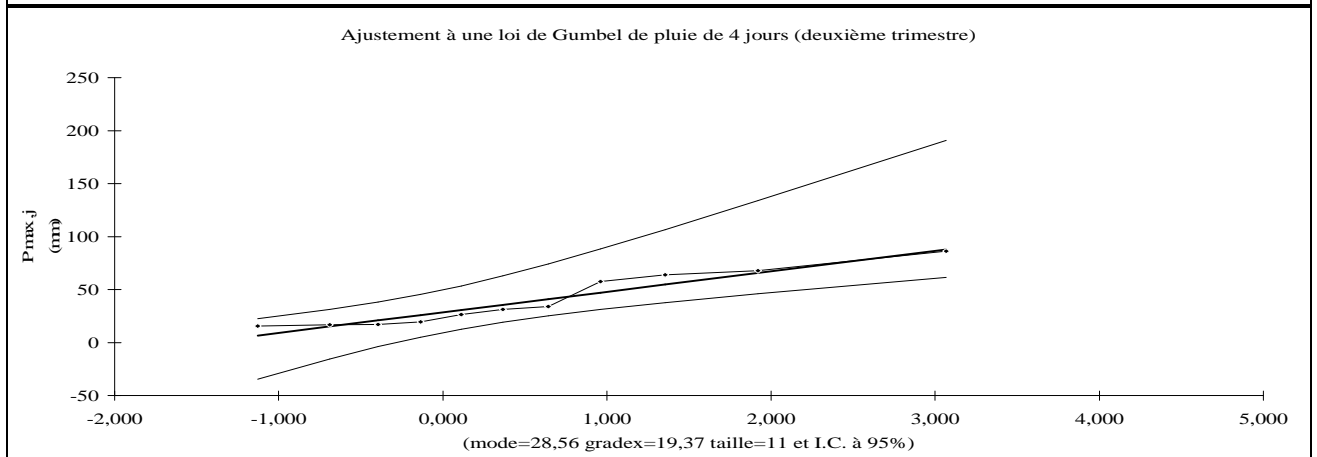
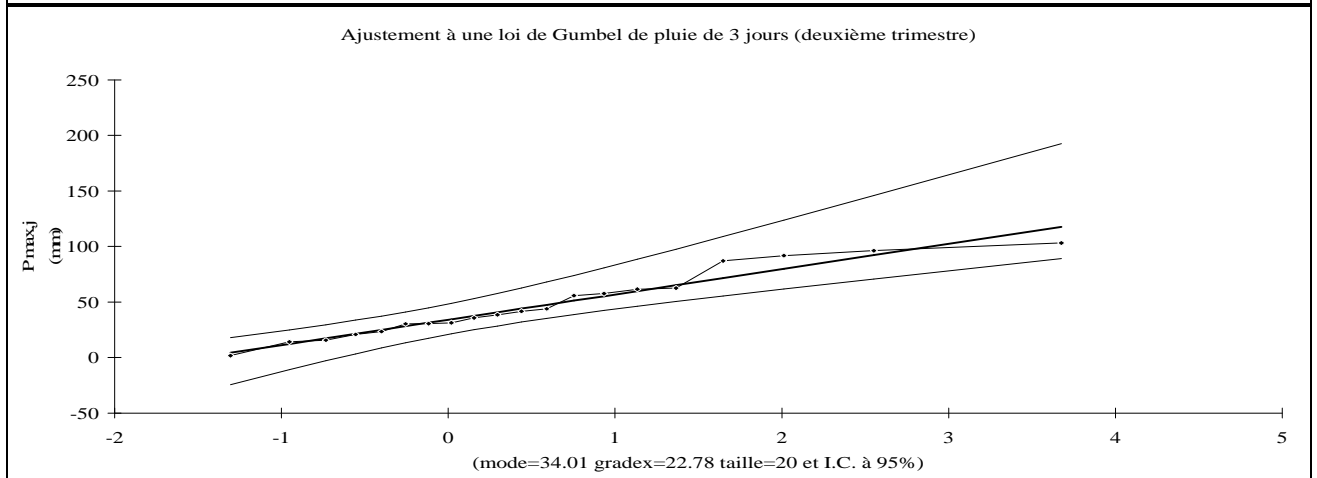
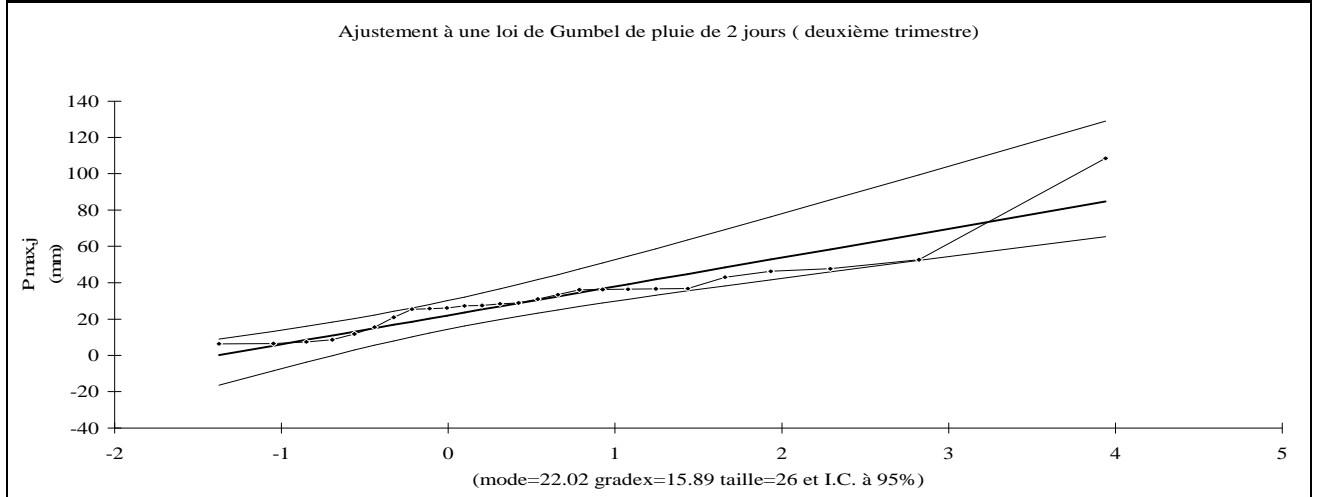
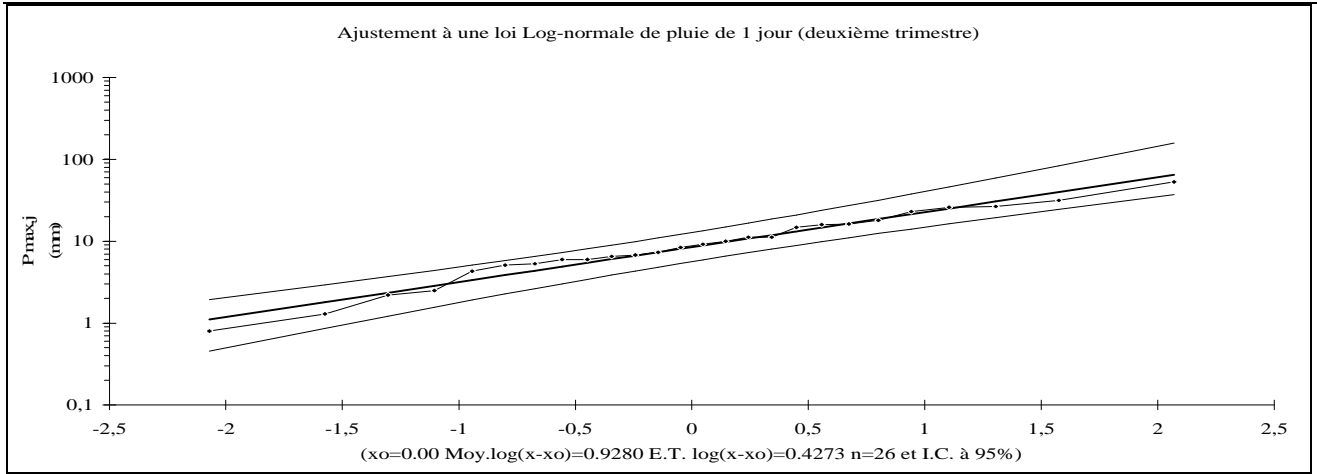


Fig.III.2: Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station de Beni Mered (1^{ère} méthode).





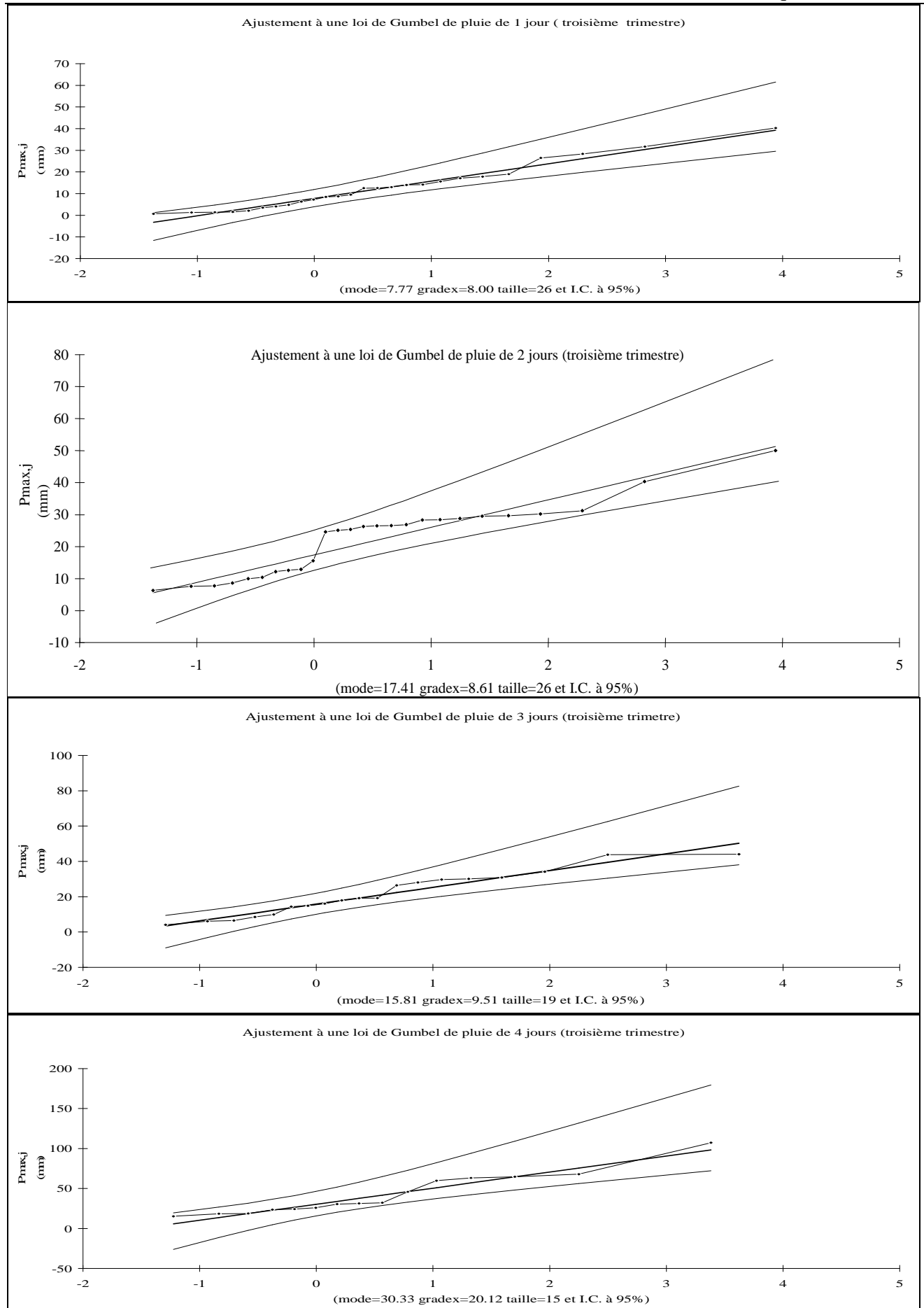
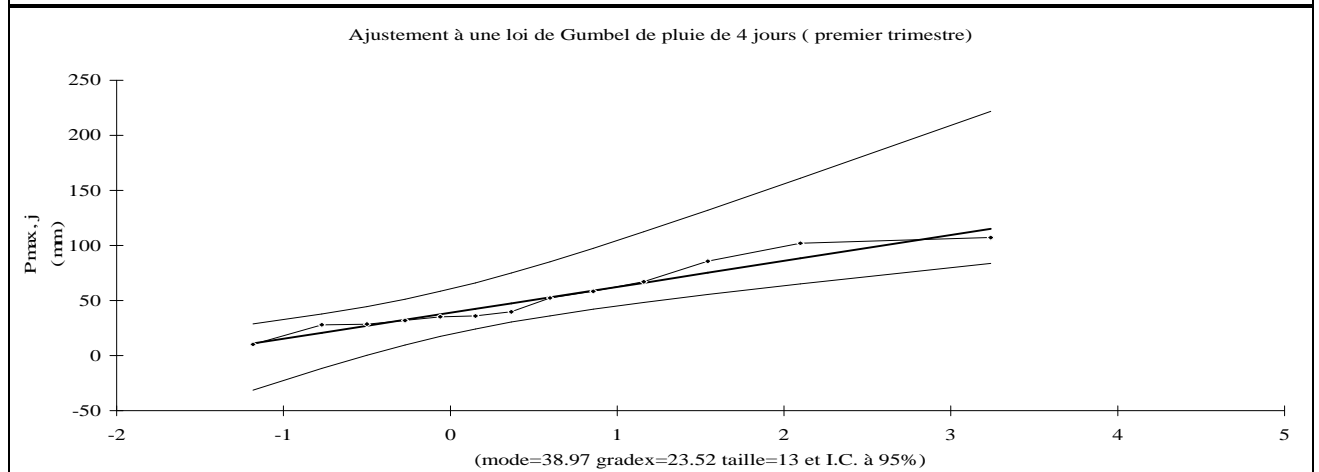
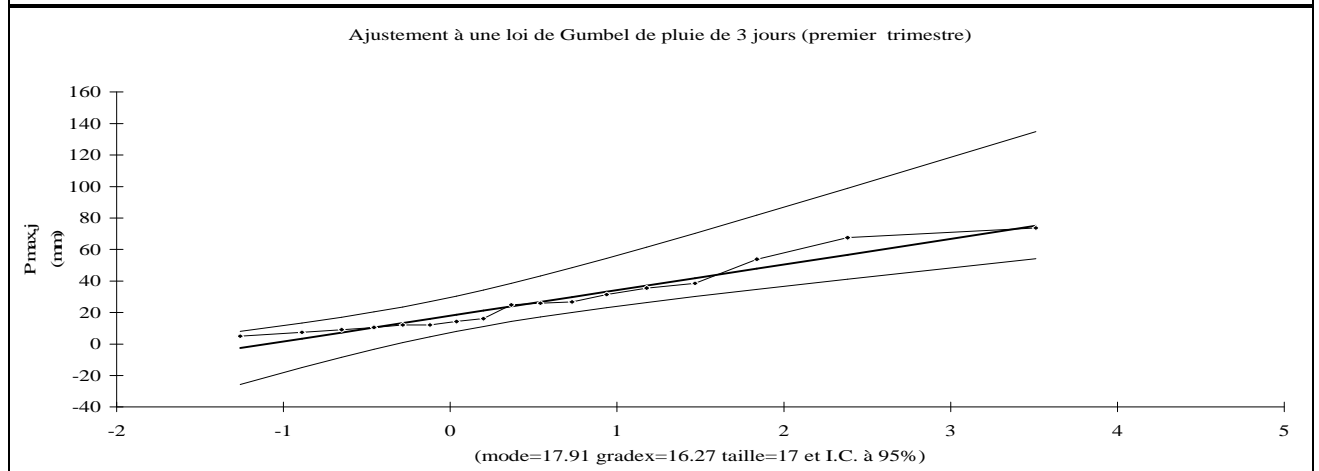
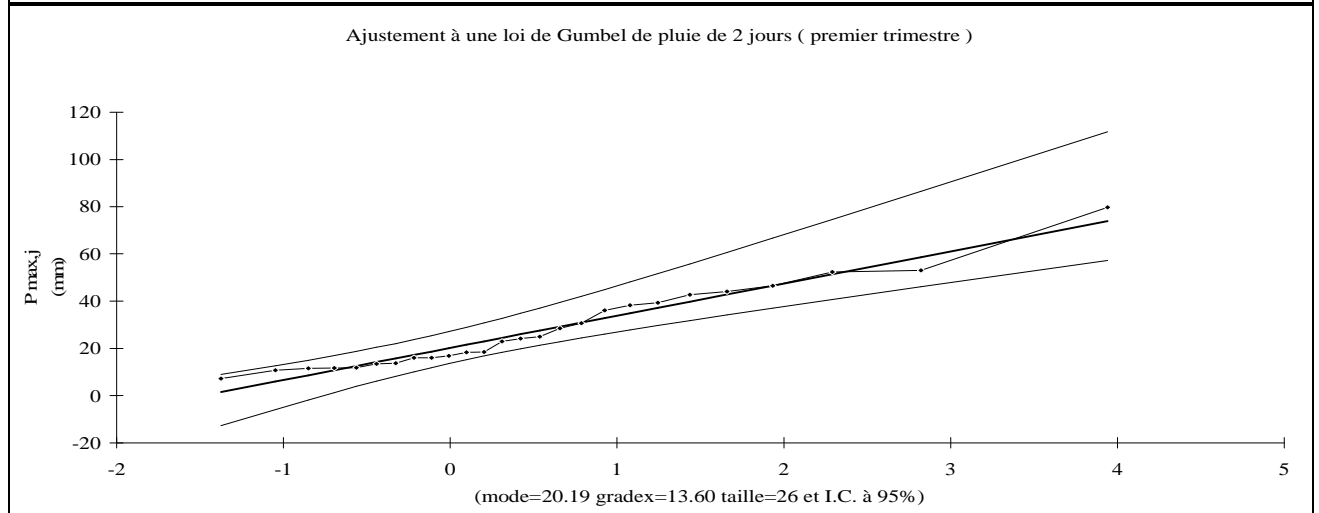
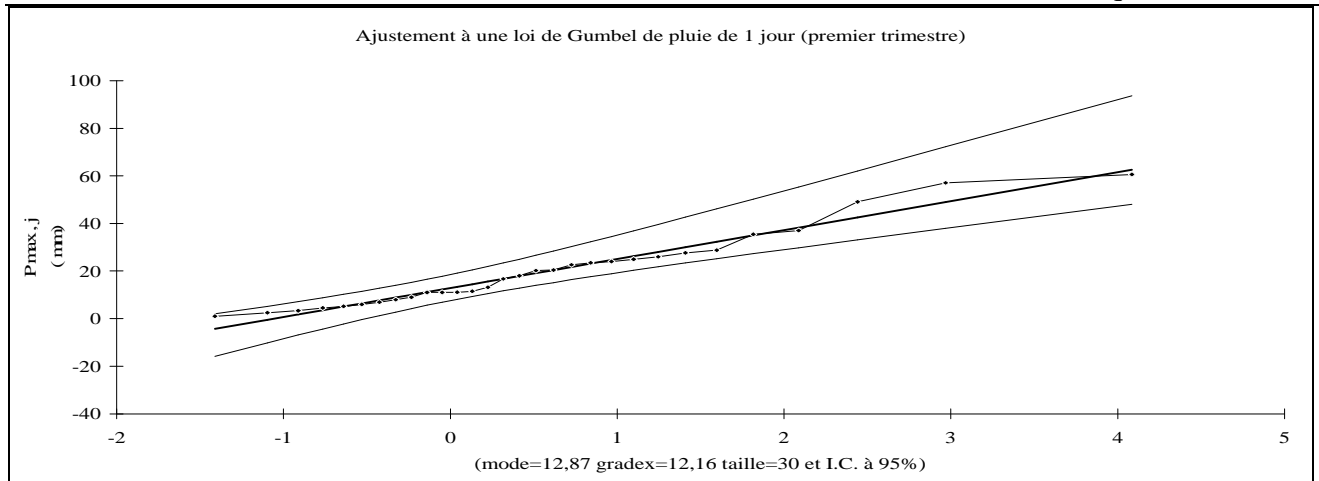
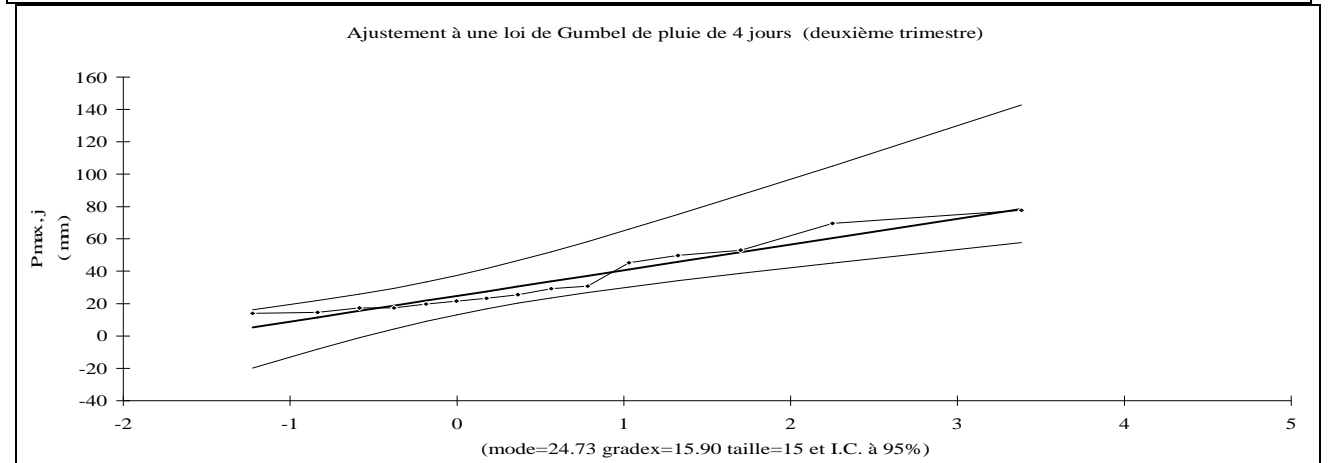
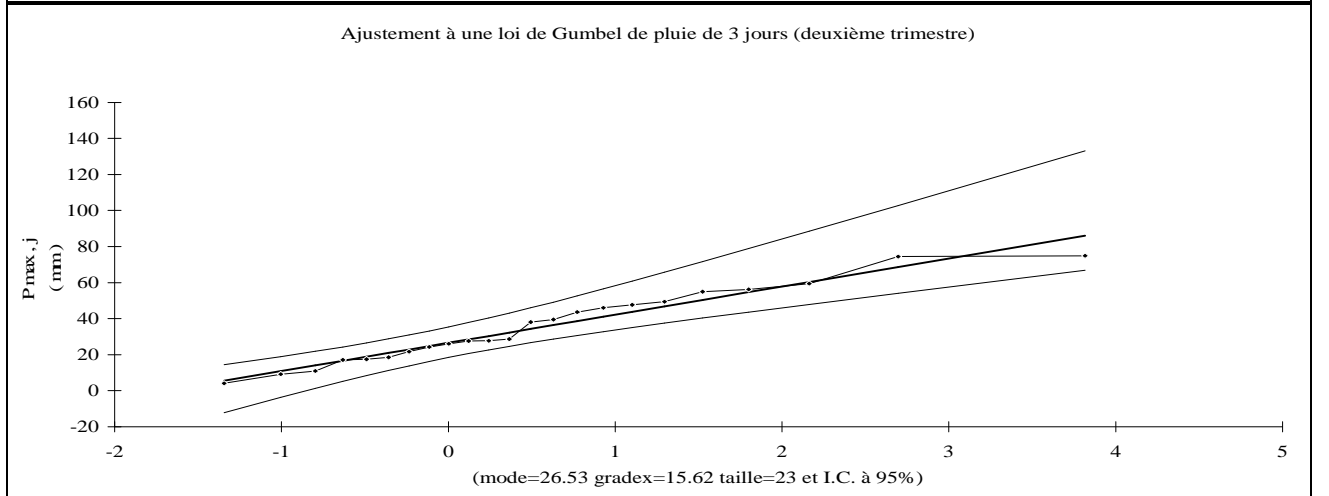
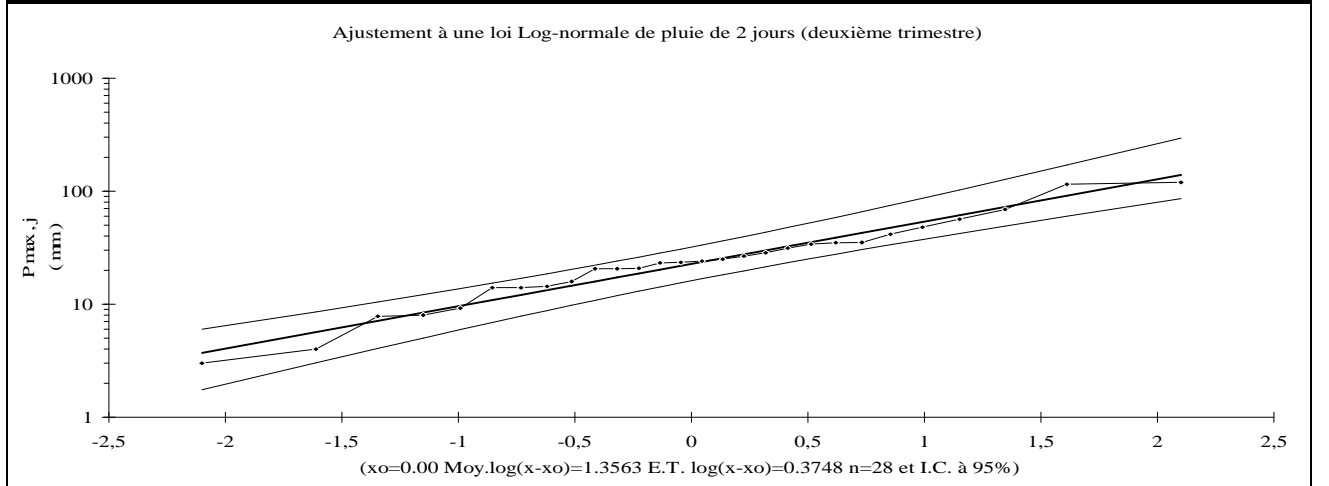
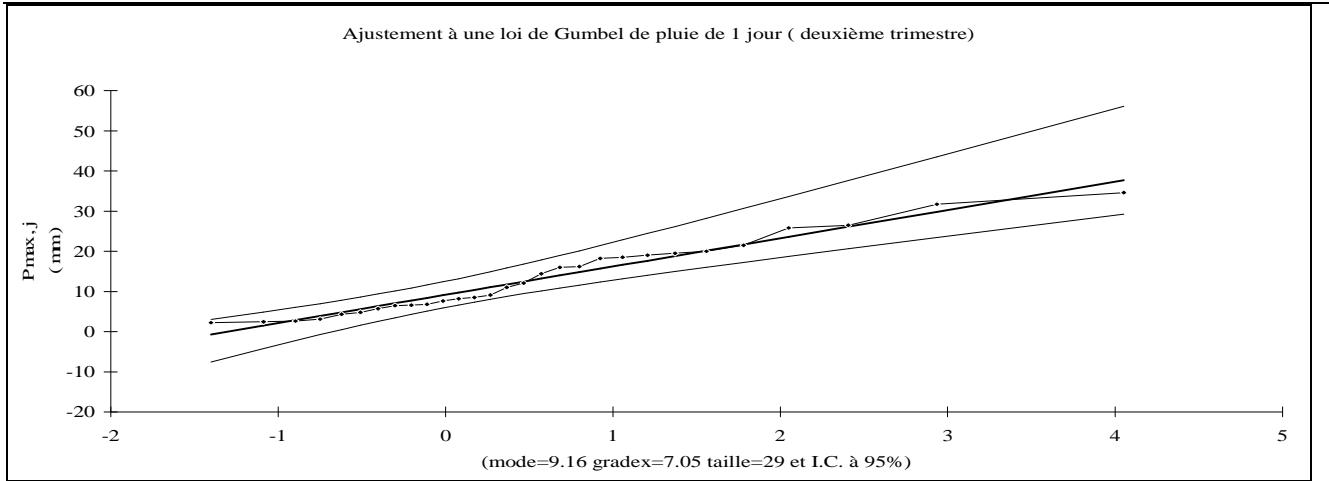


Fig.III.3 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station d'Oued El Alleug (1^{ère} méthode).





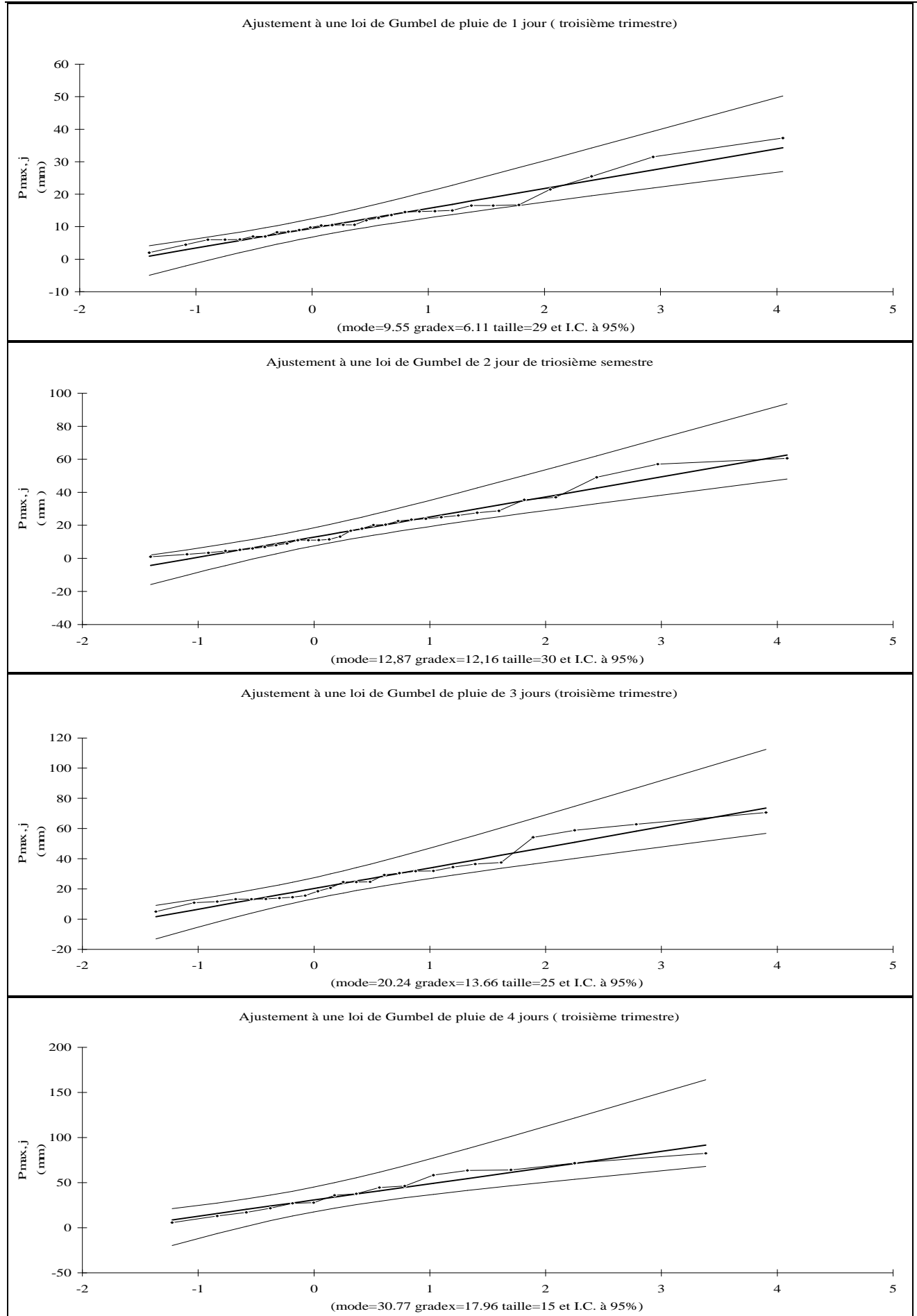
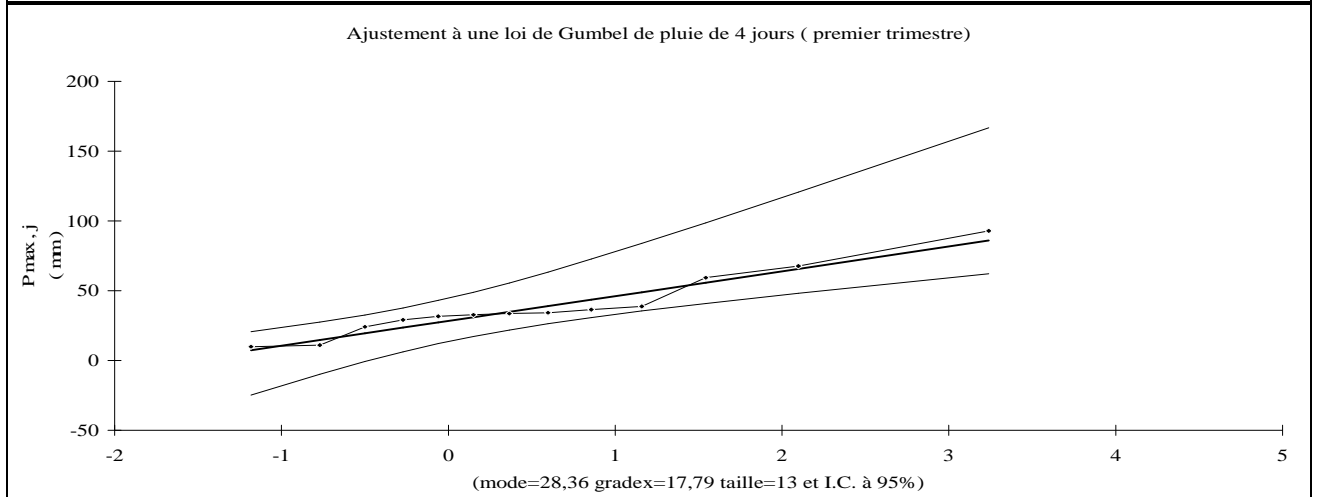
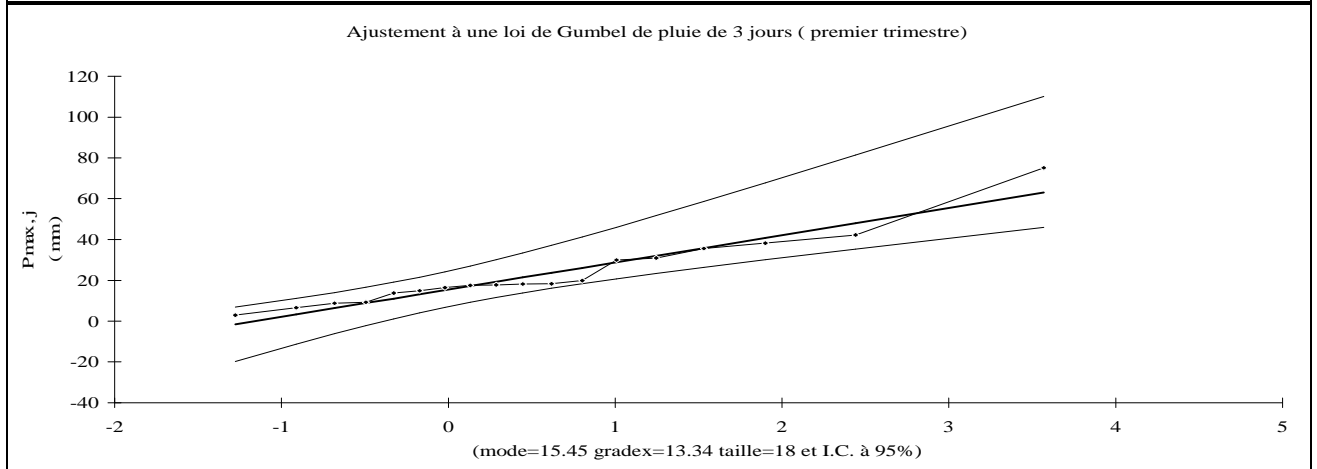
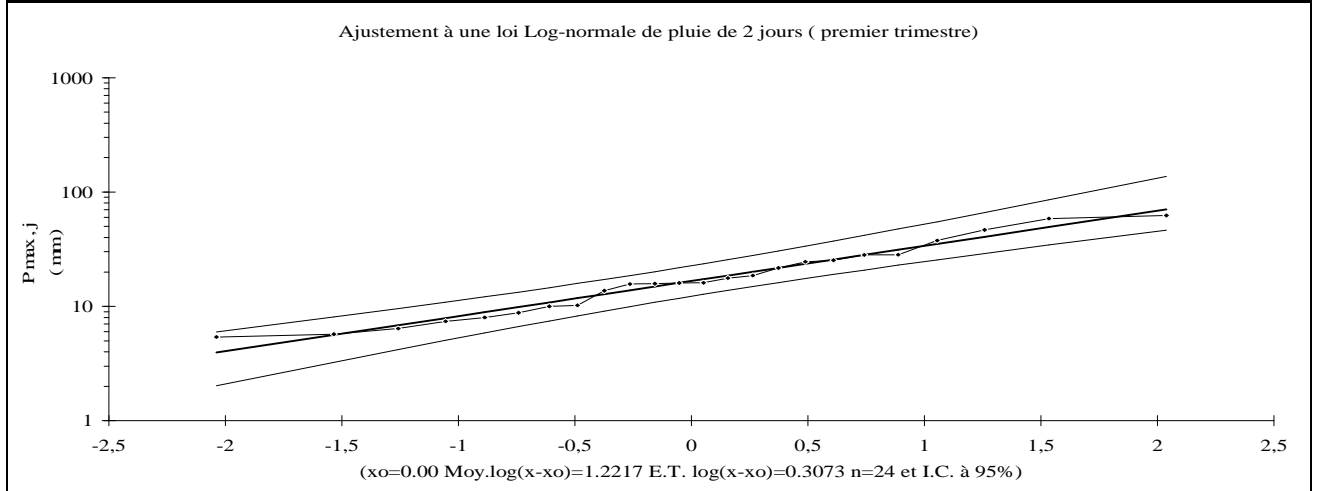
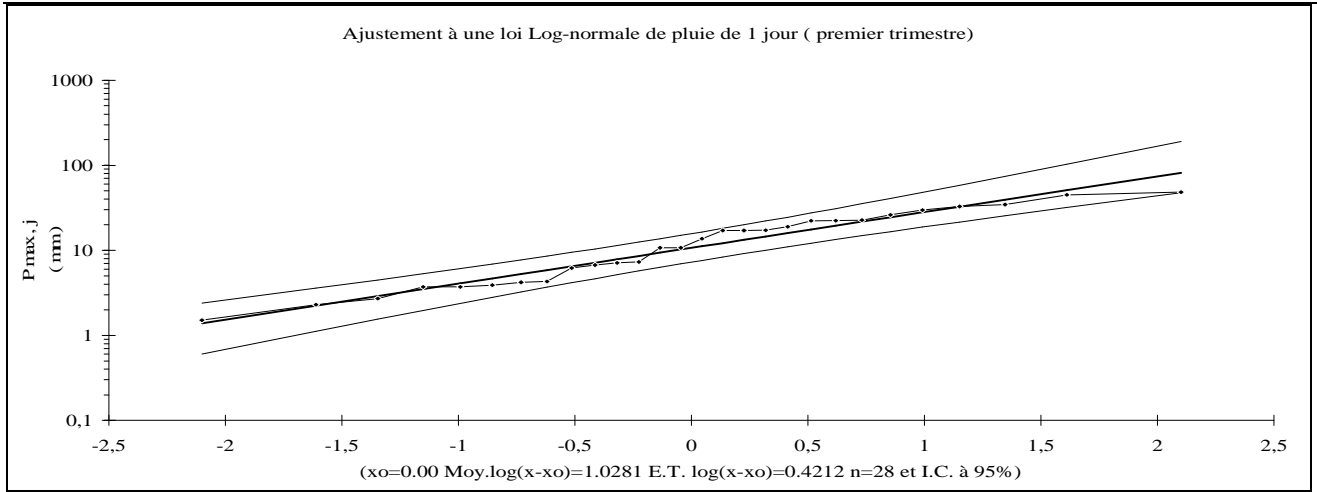
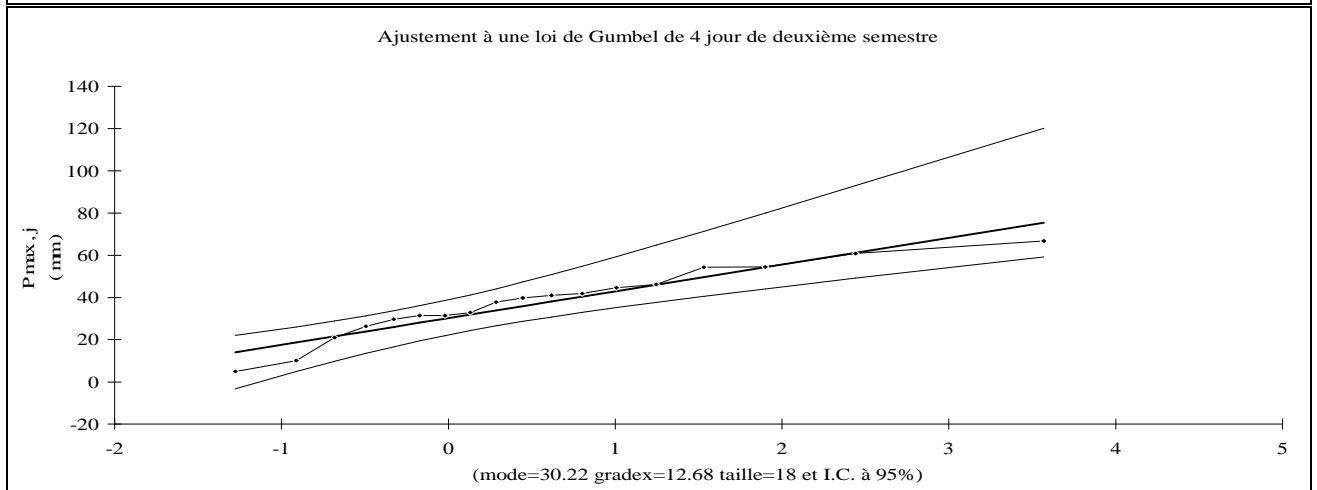
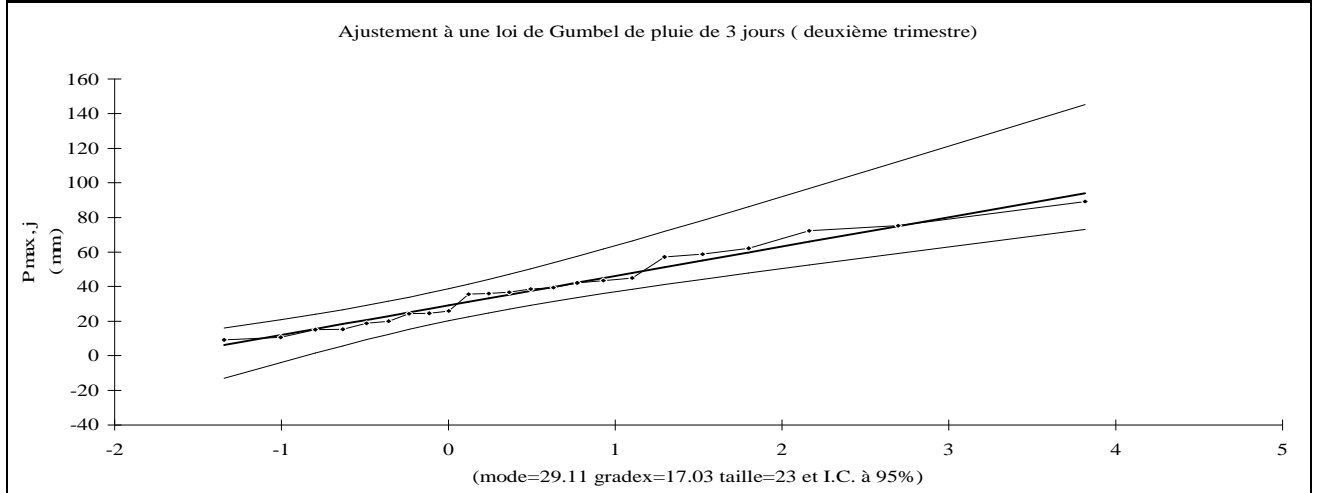
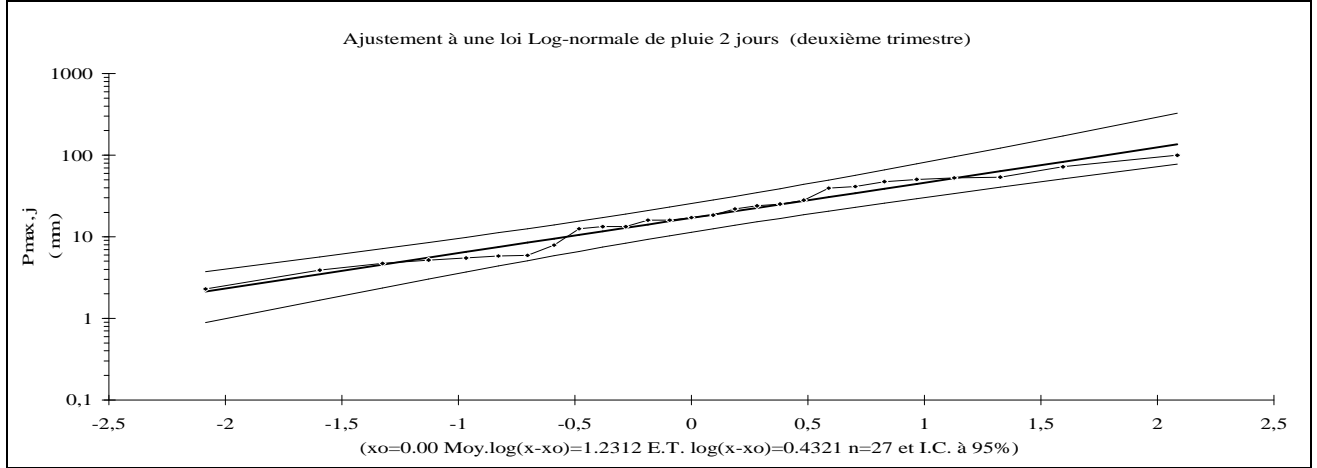
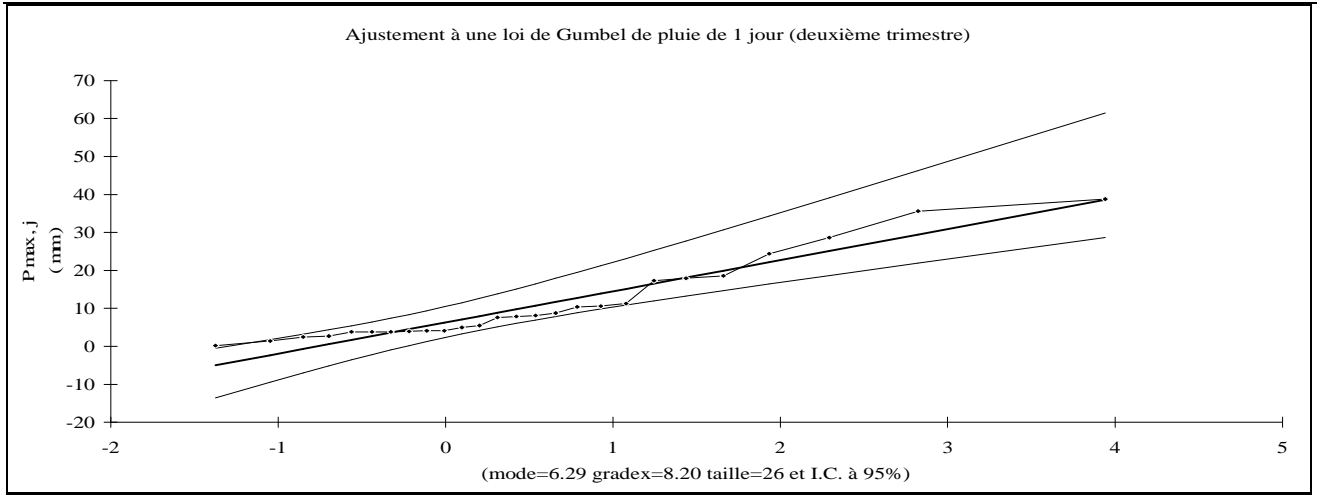


Fig.III.4 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station de Chiffa (1^{ère} méthode).





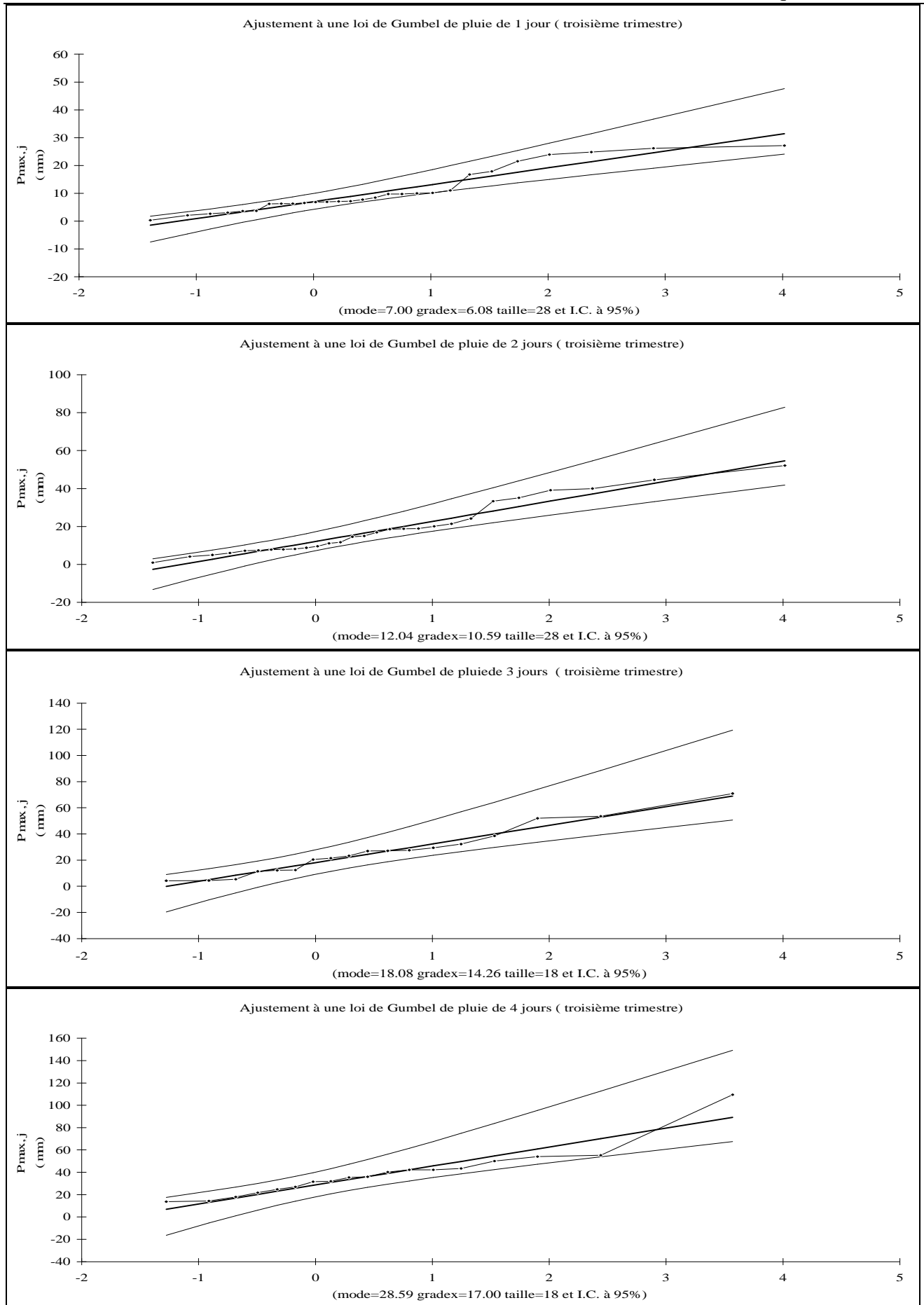


Fig.III.5 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station de RN 4 Chiffa (1^{ère} méthode).

Les quantiles obtenus sont résumés dans les tableaux : III.1, III.2, III .3, III .4 et III .5.

Tableau III.1 : Les hauteurs d'eau de la station de Boufarik pour différents jours et périodes de retour dans les (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}) trimestres.

Trimestre	Premier trimestre			
Période de retour	Jours			
T=2 ans	1	2	3	4
H (mm)	14.325	22.979	22.201	41.554
Borne inférieure	10.928	17.336	5.998	28.355
Borne supérieure	18.889	30.558	46.888	60.767
T=5 ans				
H (mm)	23.919	38.551	51.743	69.616
Borne inférieure	19.272	30.904	32.227	52.902
Borne supérieure	32.658	53.087	100.985	107.405
T=10 ans				
H (mm)	30.272	48.861	71.303	88.195
Borne inférieure	24.242	38.950	46.747	66.898
Borne supérieure	42.328	68.922	139.648	140.539
trimestre	Deuxième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	9.891	23.061	34.700	41.295
Borne inférieure	7.371	18.495	26.378	32.870
Borne supérieure	13.277	29.197	46.118	53.446
T=5 ans				
H (mm)	17.008	35.959	56.470	59.782
Borne inférieure	13.561	29.959	45.297	49.011
Borne supérieure	23.492	47.708	78.490	83.610
T=10 ans				
H (mm)	21.721	44.499	70.884	72.022
Borne inférieure	17.248	36.394	56.449	58.265
Borne supérieure	30.666	60.709	101.298	105.013
trimestre	Troisième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	11.682	19.238	24.191	32.248
Borne inférieure	7.896	14.781	17.086	25.490
Borne supérieure	16.771	25.319	34.251	40.800
T=5 ans				
H (mm)	22.379	31.138	48.179	47.894
Borne inférieure	17.198	25.123	34.043	38.085
Borne supérieure	32.122	42.843	76.473	65.836
T=10 ans				
H (mm)	29.461	39.017	69.089	58.906
Borne inférieure	22.739	31.237	47.156	45.893
Borne supérieure	42.903	55.178	120.555	86.585

Tableau III.2 : Les hauteurs d'eau de la station de Beni Mered pour différents jours et périodes de retour dans les (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}) trimestres.

Trimestre	Premier trimestre			
Période de retour	Jours			
T=2 ans	1	2	3	4
H (mm)	14.489	27.855	34.447	61.748
Borne inférieure	10.239	19.169	20.574	46.959
Borne supérieure	20.503	39.773	55.583	81.196
T=5 ans				
H (mm)	31.999	50.578	59.740	94.902
Borne inférieure	22.474	38.916	43.031	72.895
Borne supérieure	50.414	73.562	101.899	137.857
T=10 ans				
H (mm)	48.436	65.623	76.486	118.833
Borne inférieure	32.748	50.557	55.462	89.267
Borne supérieure	83.585	97.368	135.001	189.916
trimestre	Deuxième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	11.263	28.134	36.601	53.555
Borne inférieure	8.731	21.320	28.465	38.007
Borne supérieure	14.699	37.336	47.901	76.939
T=5 ans				
H (mm)	18.157	47.039	56.973	83.161
Borne inférieure	14.723	37.756	46.174	64.156
Borne supérieure	24.759	64.687	78.856	129.622
T=10 ans				
H (mm)	22.721	59.556	70.461	102.762
Borne inférieure	18.275	47.523	56.547	78.760
Borne supérieure	31.835	83.910	100.703	167.212
trimestre	Troisième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	13.629	19.766	36.101	37.684
Borne inférieure	10.249	16.135	28.777	17.746
Borne supérieure	18.194	24.718	46.413	68.988
T=5 ans				
H (mm)	23.008	29.458	53.574	70.539
Borne inférieure	18.402	24.559	43.980	47.367
Borne supérieure	31.763	38.991	73.635	133.533
T=10 ans				
H (mm)	29.217	35.875	65.142	92.291
Borne inférieure	23.248	29.539	52.819	63.413
Borne supérieure	41.299	49.039	92.886	179.834

Tableau III.3 : les hauteurs d'eau de la station d'Oued El Alleug pour différents jours et périodes de retour dans les (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}) trimestres .

trimestre	Premier trimestre			
Période de retour	Jours			
T=2 ans	1	2	3	4
H (mm)	11.631	18.294	17.566	30.592
Borne inférieure	7.118	10.497	8.391	19.395
Borne supérieure	19.004	31.882	36.773	48.253
T=5 ans				
H (mm)	22.9642	38.059	34.725	46.577
Borne inférieure	14.452	22.643	18.233	31.303
Borne supérieure	45.307	82.482	101.753	90.406
T=10 ans				
H (mm)	32.782	55.838	49.601	58.036
Borne inférieure	19.928	32.019	25.409	38.415
Borne supérieure	74.989	143.407	186.649	131.441
	Deuxième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	8.473	27.844	42.361	35.659
Borne inférieure	5.631	20.652	30.217	19.237
Borne supérieure	12.747	37.833	60.037	63.041
T=5 ans				
H (mm)	19.390	45.853	68.178	57.616
Borne inférieure	12.878	36.307	52.801	39.990
Borne supérieure	33.320	65.197	102.944	113.647
T=10 ans				
H (mm)	29.903	57.777	85.271	72.154
Borne inférieure	19.055	45.476	65.677	50.681
Borne supérieure	57.392	84.511	133.427	150.201
trimestre	Troisième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	10.705	20.561	19.293	37.704
Borne inférieure	7.084	16.663	14.048	24.580
Borne supérieure	15.734	25.973	27.004	57.986
T=5 ans				
H (mm)	19.772	30.319	30.072	60.513
Borne inférieure	14.965	25.147	23.500	44.967
Borne supérieure	29.511	40.801	45.287	101.140
T=10 ans				
H (mm)	25.775	36.780	37.208	75.615
Borne inférieure	19.582	30.115	28.857	56.141
Borne supérieure	39.234	51.267	58.293	132.037

Tableau III.4 : les hauteurs d'eau de la station de Chiffa pour différents jours et périodes de retour dans les (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}) trimestres .

trimestre	Premier trimestre			
Période de retour	Jours			
T=2 ans	1	2	3	4
H (mm)	38.188	25.179	23.875	47.588
Borne inférieure	31.570	19.021	14.189	30.410
Borne supérieure	47.168	33.731	38.442	75.039
T=5 ans				
H (mm)	56.204	40.598	42.318	74.244
Borne inférieure	47.230	32.425	30.479	54.718
Borne supérieure	73.458	57.161	71.262	129.763
T=10 ans				
H (mm)	68.132	50.807	54.529	91.892
Borne inférieure	56.513	40.275	39.577	67.705
Borne supérieure	91.950	73.697	94.679	169.101
trimestre	Deuxième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	11.738	22.715	32.255	30.561
Borne inférieure	8.747	16.115	24.634	20.194
Borne supérieure	15.818	32.020	43.064	46.582
T=5 ans				
H (mm)	19.723	46.959	49.964	48.578
Borne inférieure	15.687	33.225	40.056	796.950
Borne supérieure	27.578	73.866	71.047	80.670
T=10 ans				
H (mm)	25.010	68.665	61.689	60.507
Borne inférieure	19.790	46.8725	48.984	986.579
Borne supérieure	35.856	118.402	90.856	105.076
trimestre	Troisième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	11.787	22.997	25.244	37.353
Borne inférieure	9.194	17.257	18.912	25.639
Borne supérieure	15.325	30.873	34.097	55.455
T=5 ans				
H (mm)	18.710	38.013	40.730	57.711
Borne inférieure	15.211	30.307	32.379	43.835
Borne supérieure	25.520	53.202	57.913	93.972
T=10 ans				
H (mm)	23.294	47.956	50.984	71.190
Borne inférieure	18.768	37.999	40.238	53.808
Borne supérieure	32.696	68.934	74.738	121.549

Tableau III.5 : les hauteurs d'eau de la station de RN 4Chiffa pour différents jours et périodes de retour dans les (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}) trimestres .

trimestre	Premier trimestre			
Période de retour	Jours			
T=2 ans	1	2	3	4
H (mm)	13.651	18.599	20.337	34.879
Borne inférieure	9.228	18.599	12.708	21.885
Borne supérieure	19.720	26.890	31.677	55.642
T=5 ans				
H (mm)	25.222	32.648	35.453	55.040
Borne inférieure	19.284	24.935	26.005	40.271
Borne supérieure	36.926	48.779	57.902	97.033
T=10 ans				
H (mm)	32.883	41.950	45.461	68.389
Borne inférieure	25.211	32.041	33.489	50.095
Borne supérieure	49.048	64.257	76.585	126.788
trimestre	Deuxième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	9.300	17.029	35.350	34.869
Borne inférieure	5.587	11.368	27.044	27.613
Borne supérieure	14.457	25.511	47.132	45.654
T=5 ans				
H (mm)	18.597	39.339	54.653	49.246
Borne inférieure	13.669	26.208	43.853	40.260
Borne supérieure	28.584	67.132	77.632	70.597
T=10 ans				
H (mm)	24.753	60.964	67.433	58.764
Borne inférieure	18.403	38.961	53.584	47.378
Borne supérieure	38.554	115.986	99.224	88.367
trimestre	Troisième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	9.227	15.920	23.309	34.817
Borne inférieure	6.592	11.331	15.149	25.093
Borne supérieure	12.842	22.217	35.436	49.269
T=5 ans				
H (mm)	16.120	27.926	39.475	54.083
Borne inférieure	12.582	21.765	29.371	42.041
Borne supérieure	23.092	40.070	63.484	82.694
T=10 ans				
H (mm)	20.684	35.875	50.179	66.838
Borne inférieure	16.113	27.915	37.375	51.579
Borne supérieure	30.314	52.648	83.466	106.507

V.2 - Les Ajustements de la 2^{ème} méthode :**• Station de Boufarik :**

Les ajustements pour différent jours dans les trois trimestres sont donnés par la figure III.6.

• Station de Beni Mered :

Les ajustements pour différent jours dans les trois trimestres sont donnés par la figure III.7.

• Station d'Oued El Alleug :

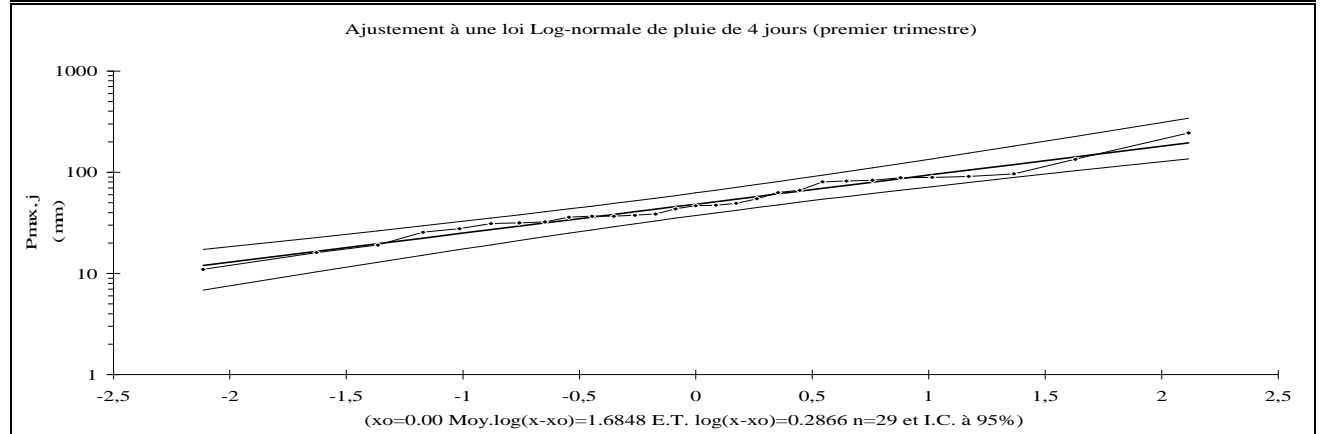
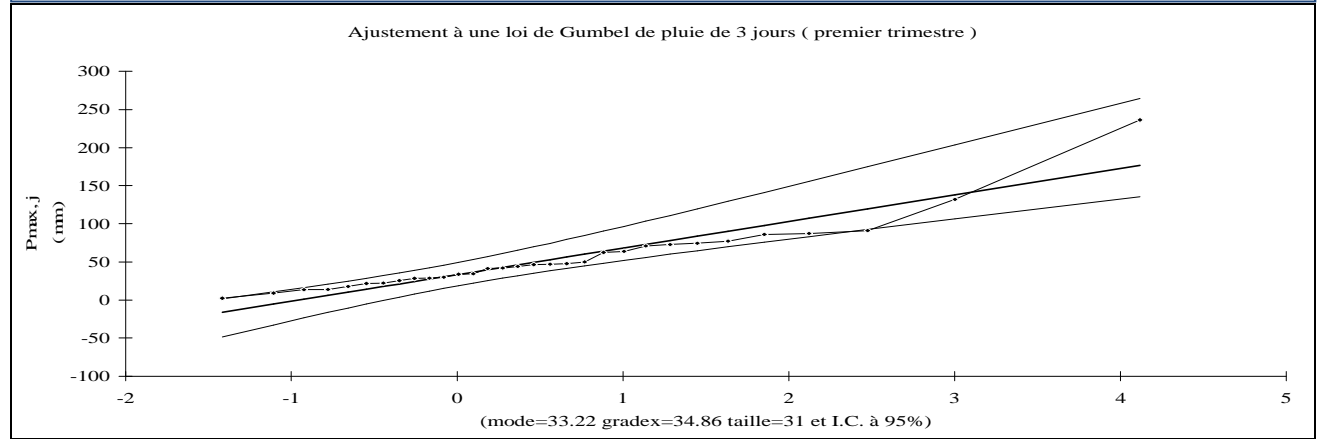
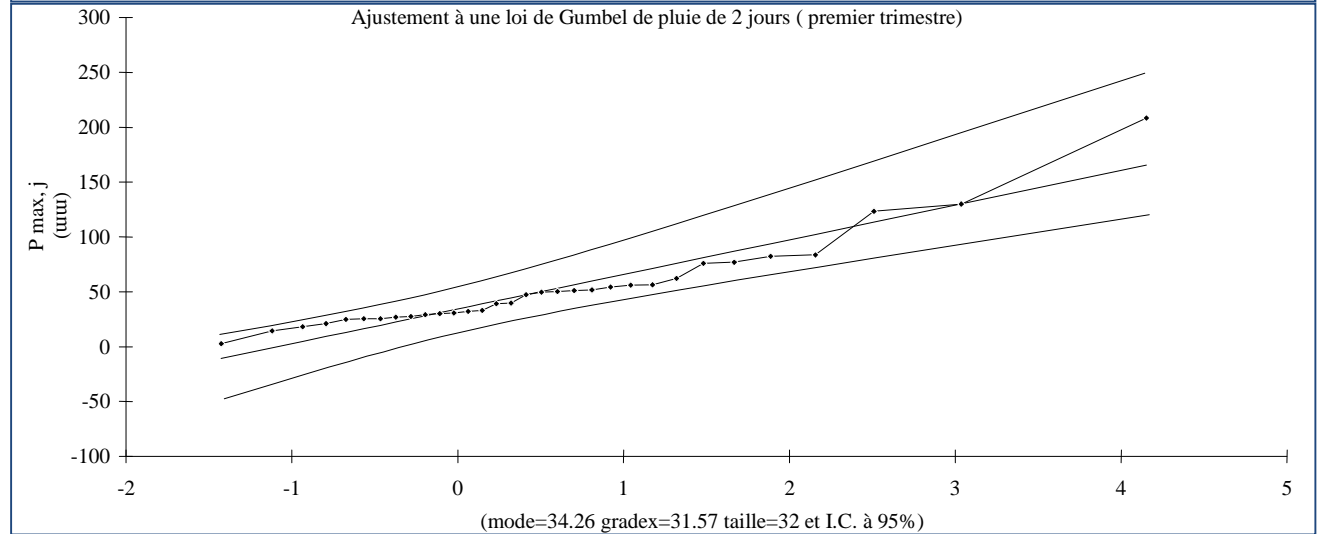
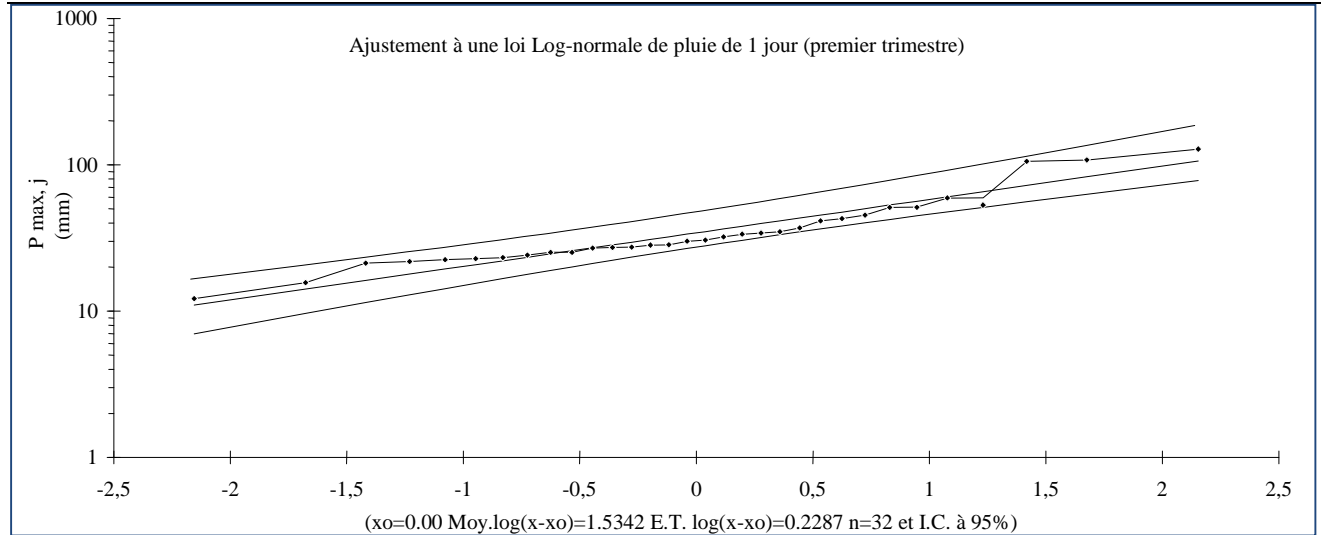
Les ajustements pour différent jours dans les trois trimestres sont donnés par la figure III.8.

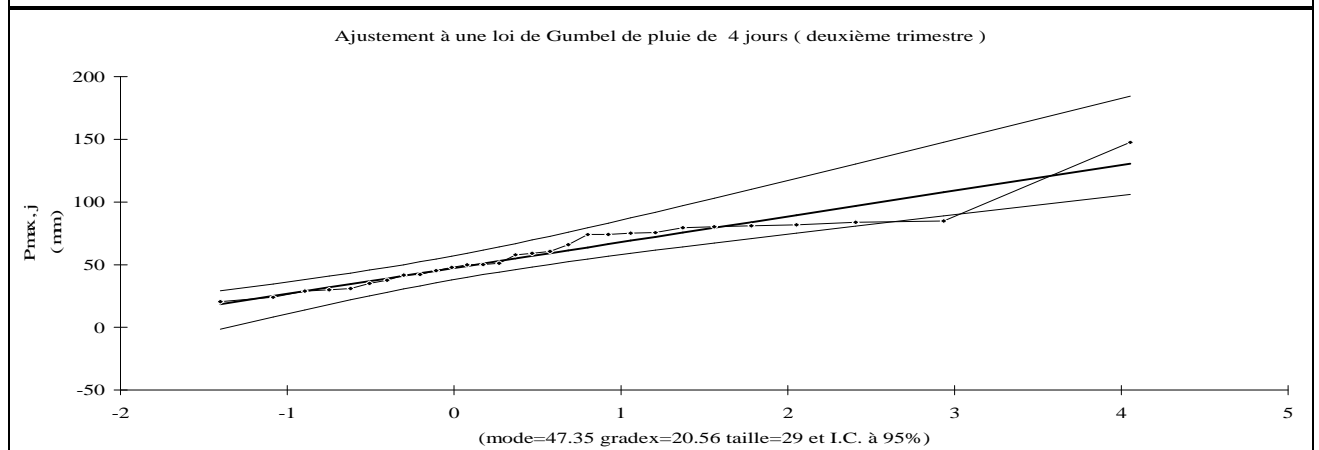
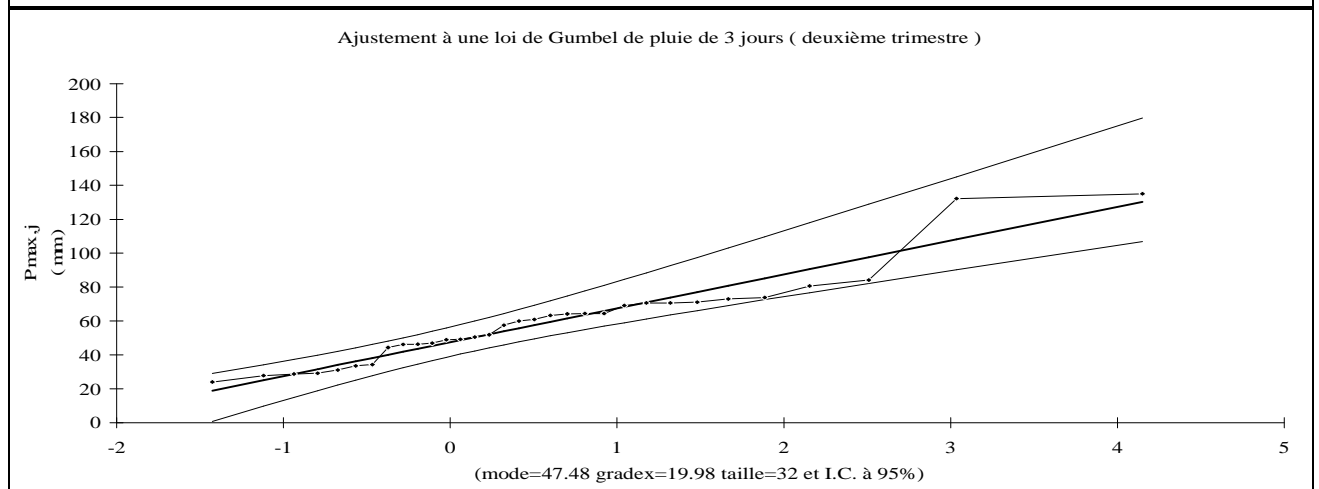
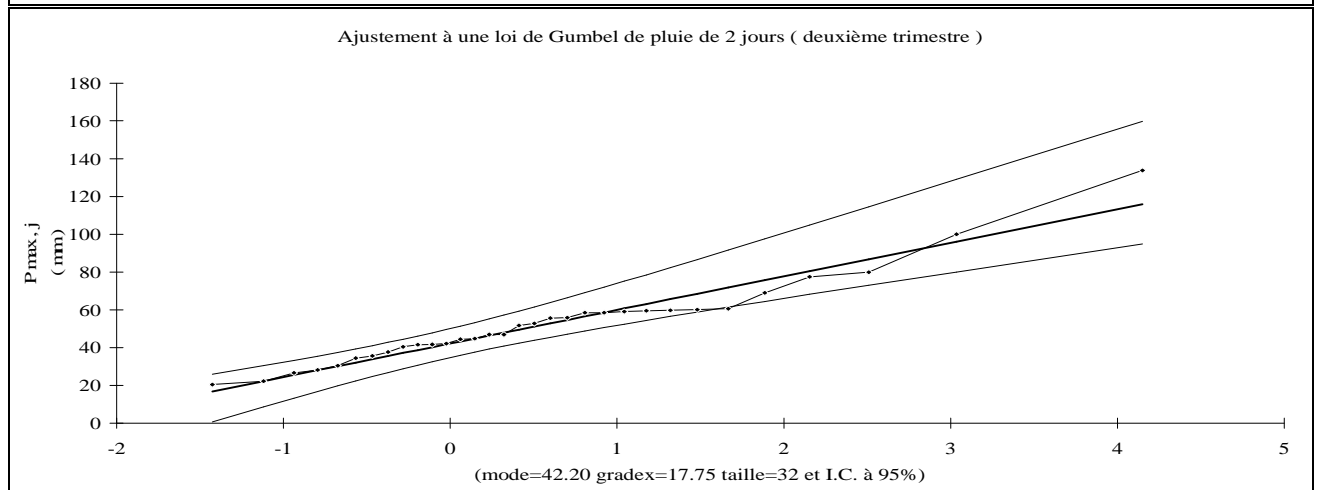
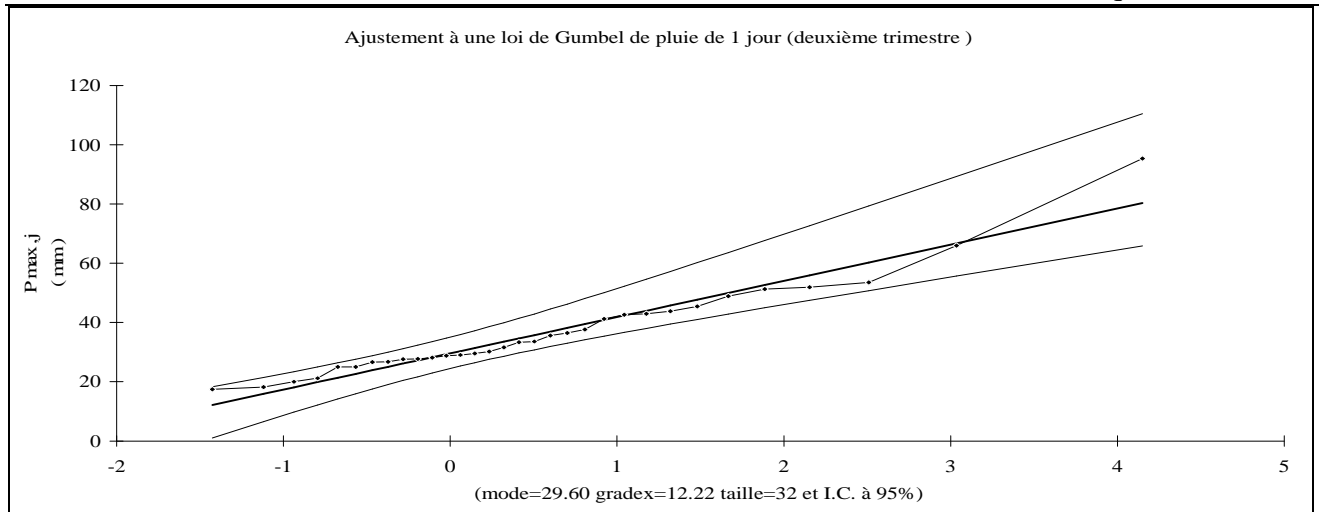
• Station de Chiffa :

Les ajustements pour différent jours dans les trois trimestres sont donnés par la figure III.9.

• Station de RN4 Chiffa :

Les ajustements pour différent jours dans les trois trimestres sont donnés par la figure III.10.





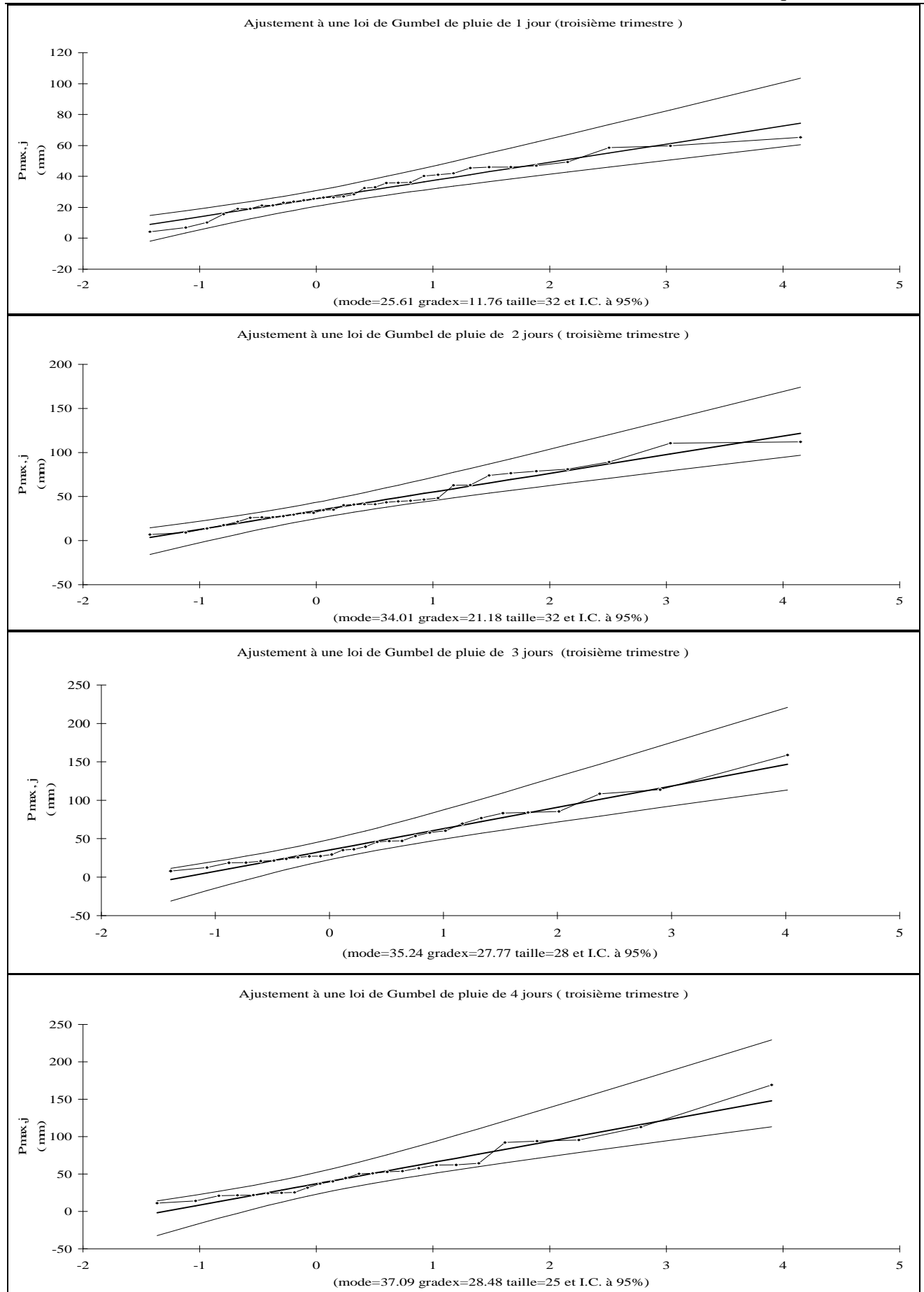
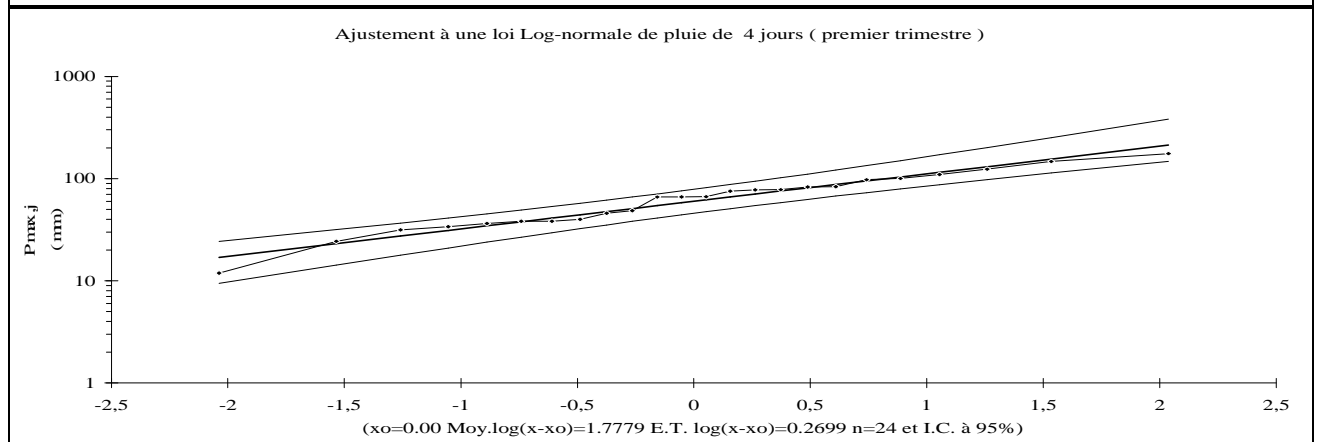
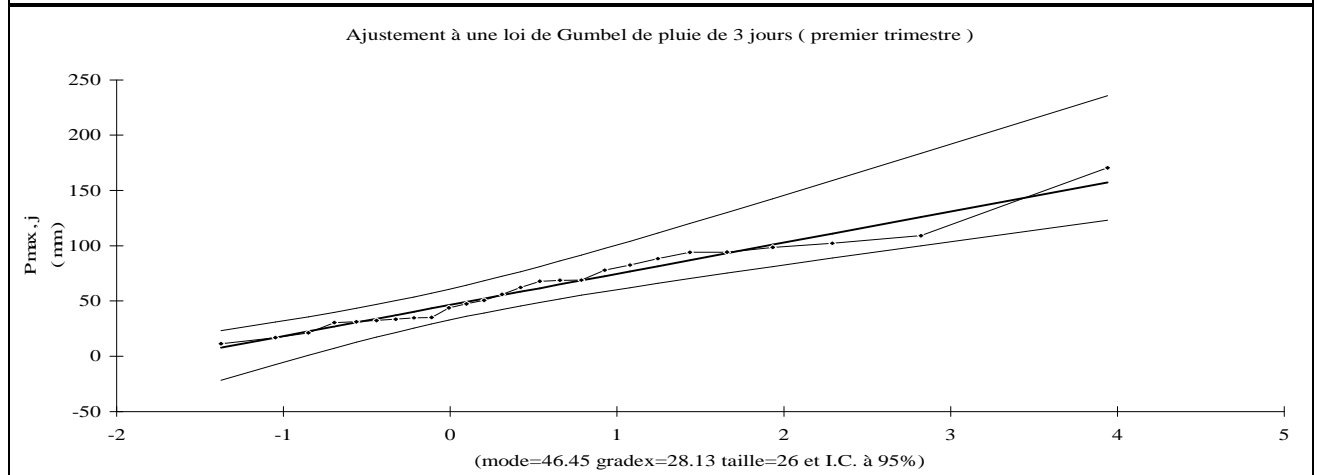
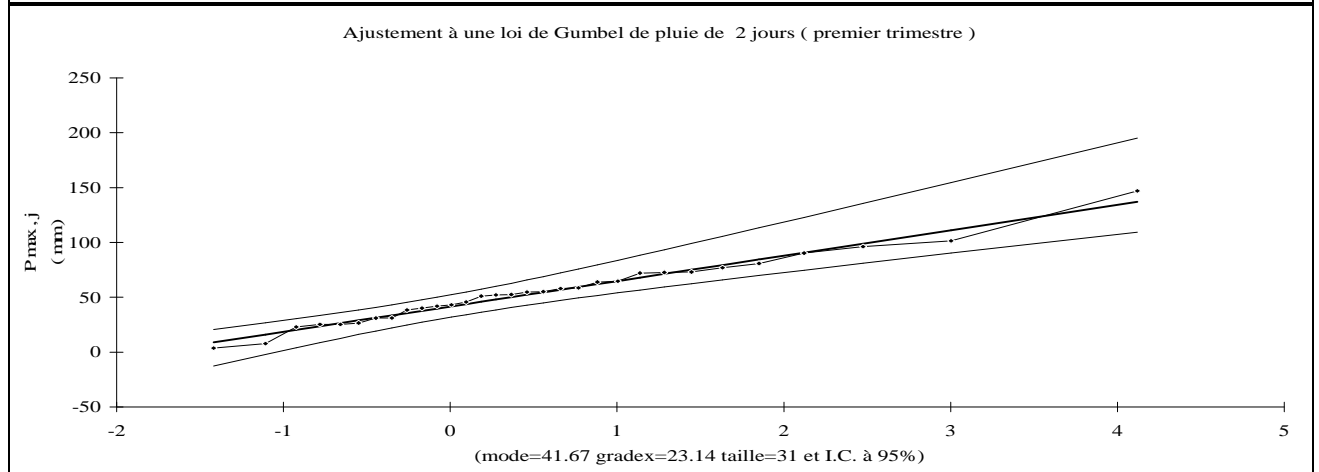
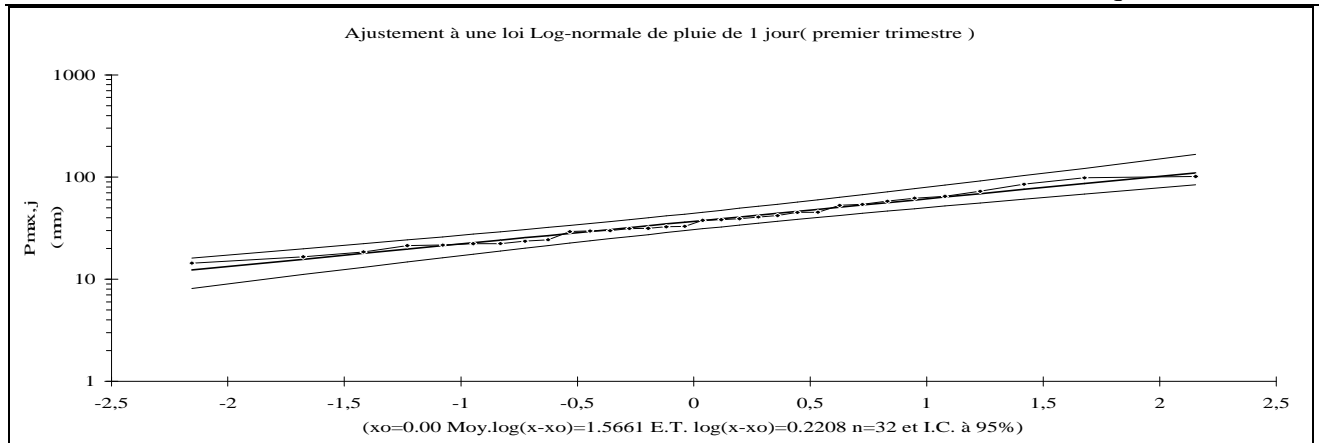
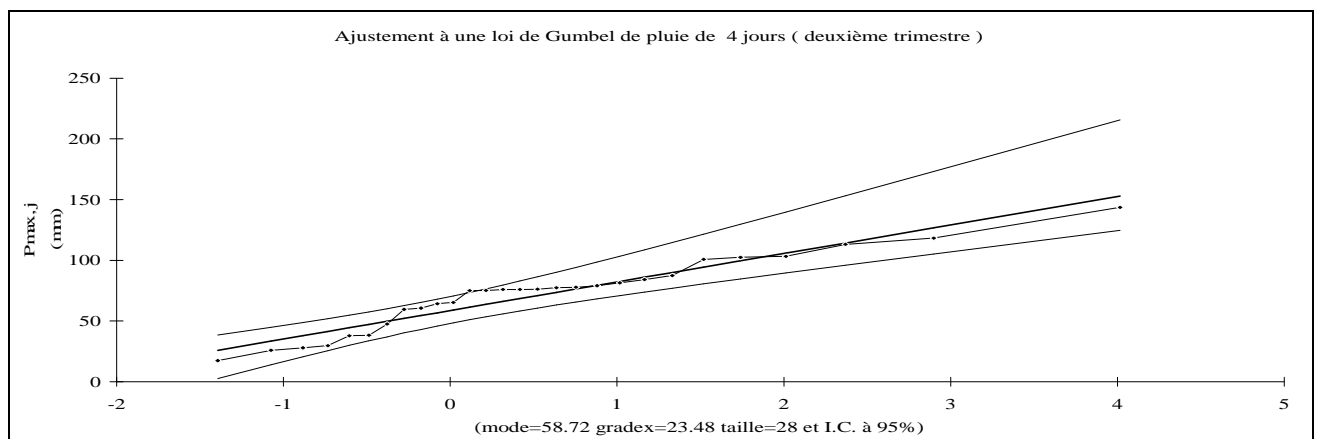
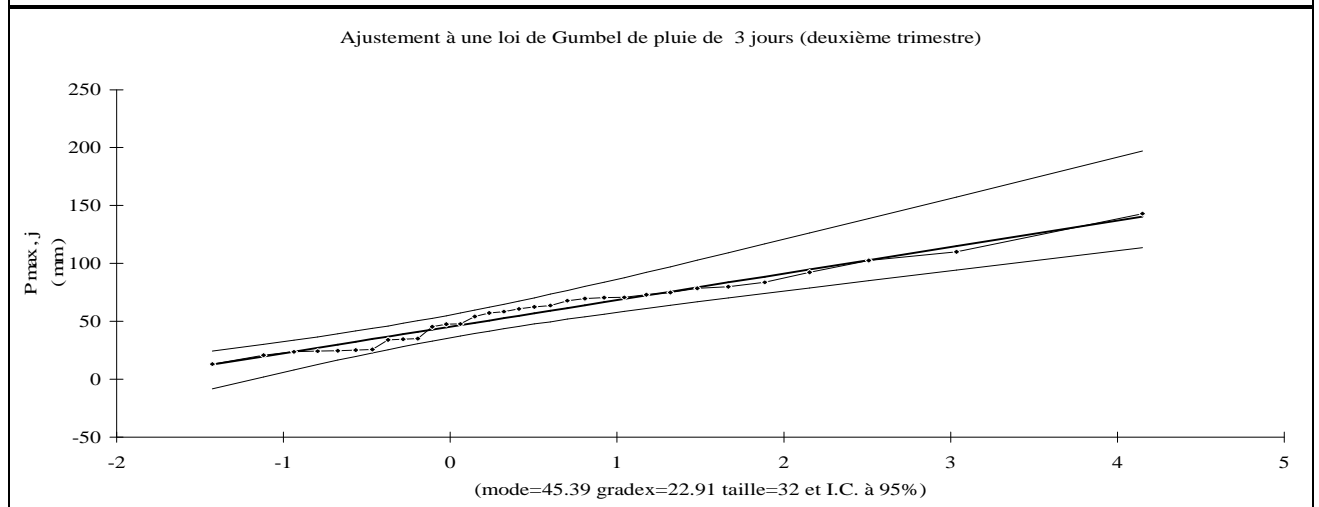
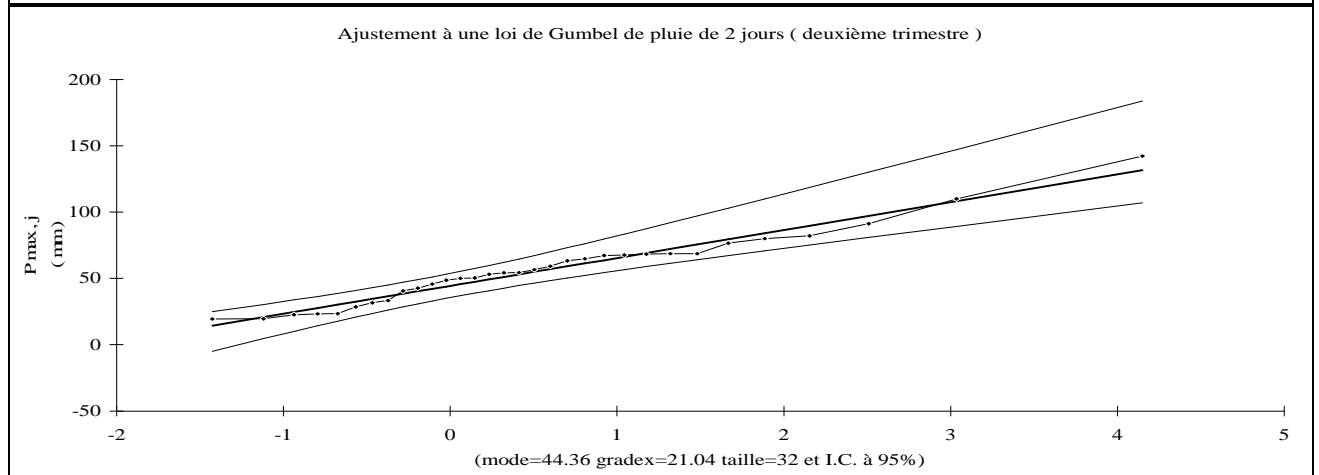
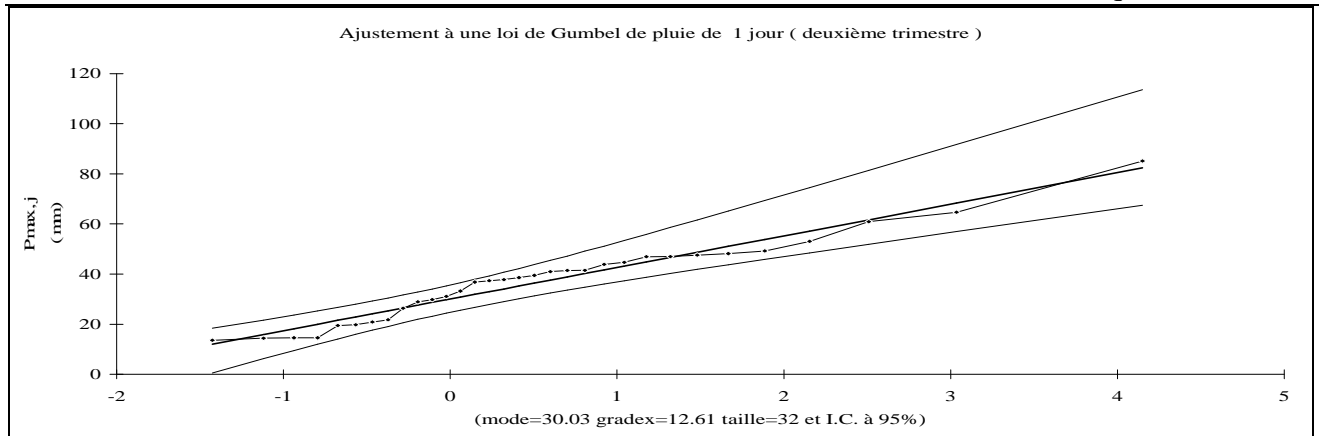


Fig.III.6 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station de Boufarik (2^{ème} méthode).





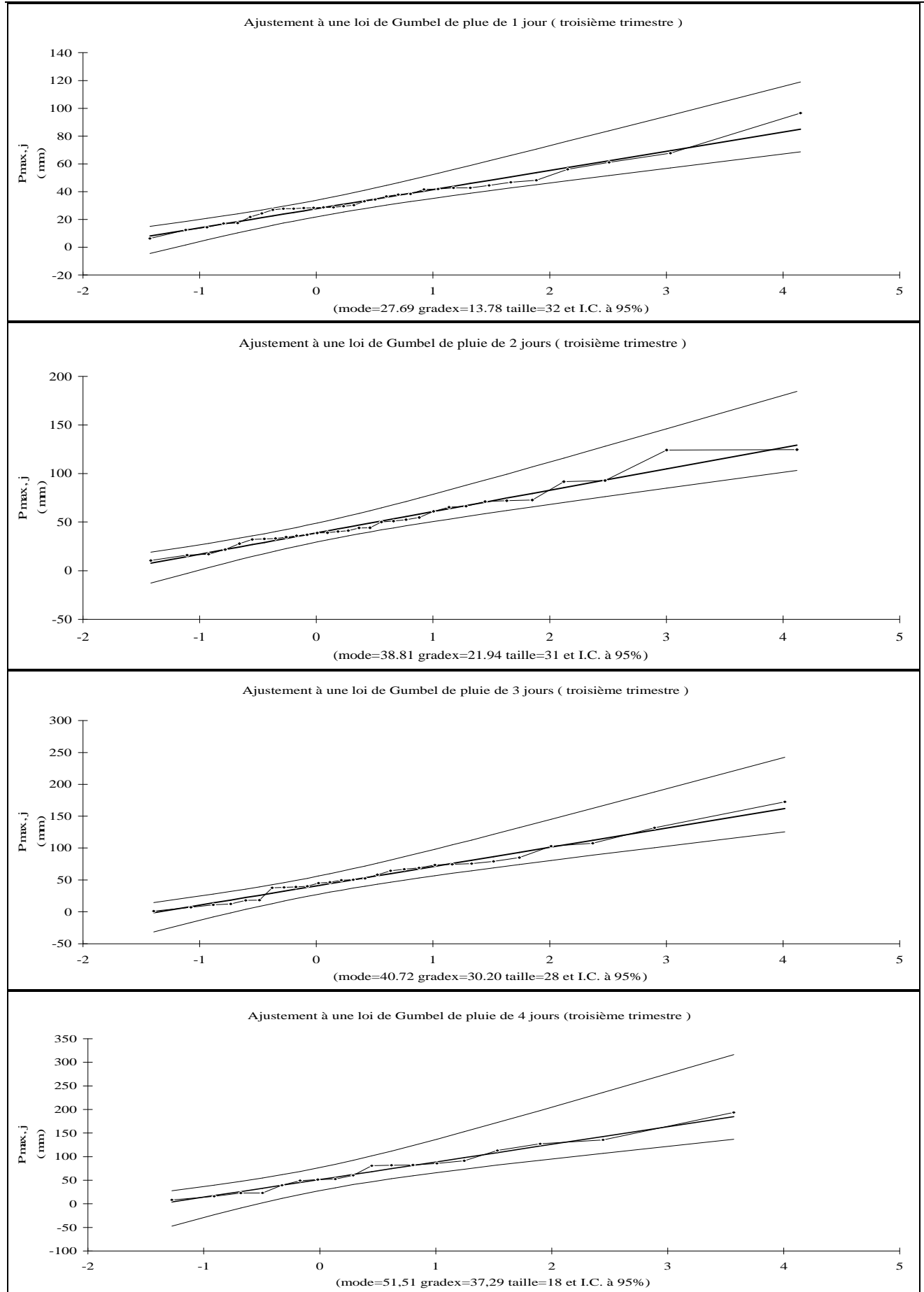
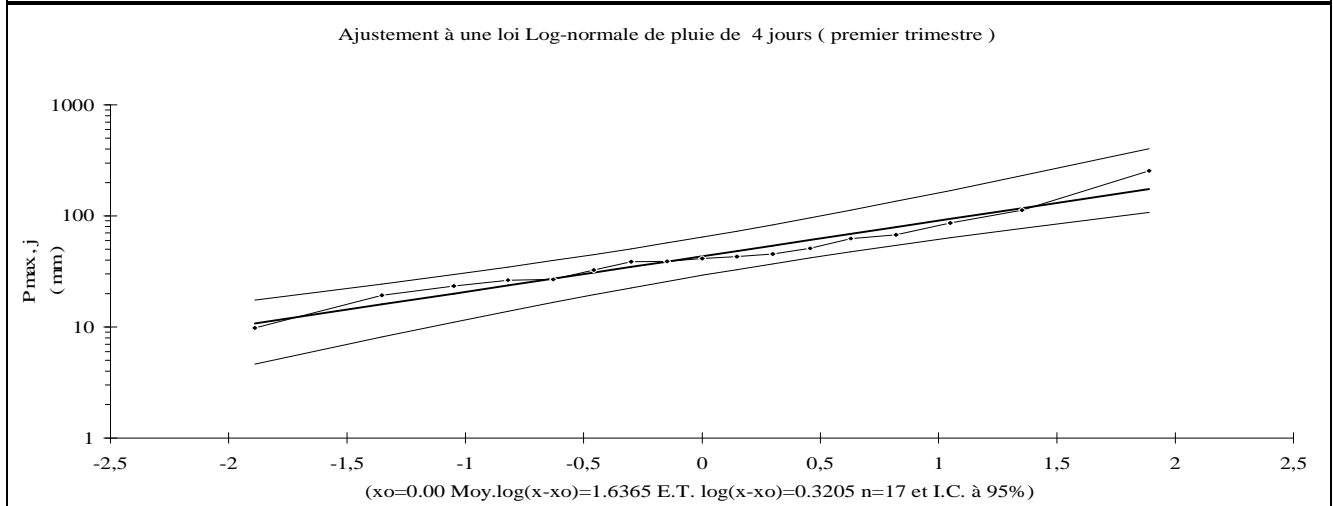
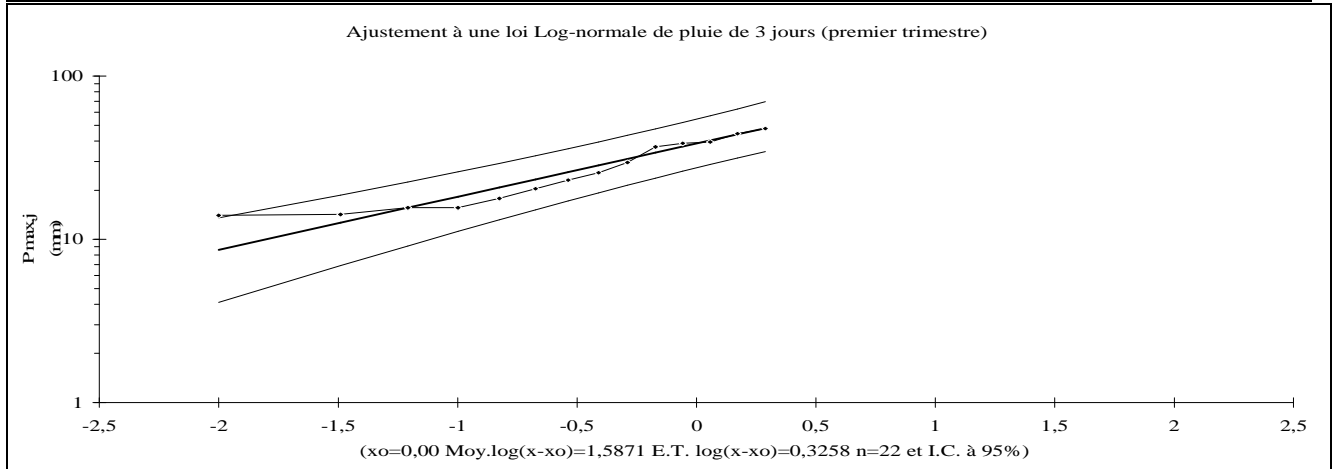
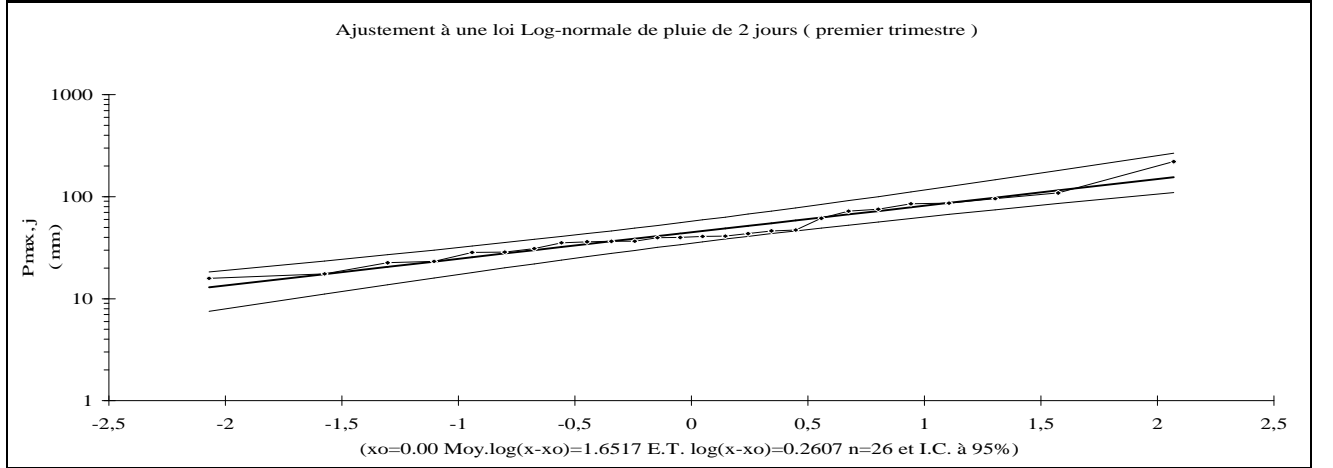
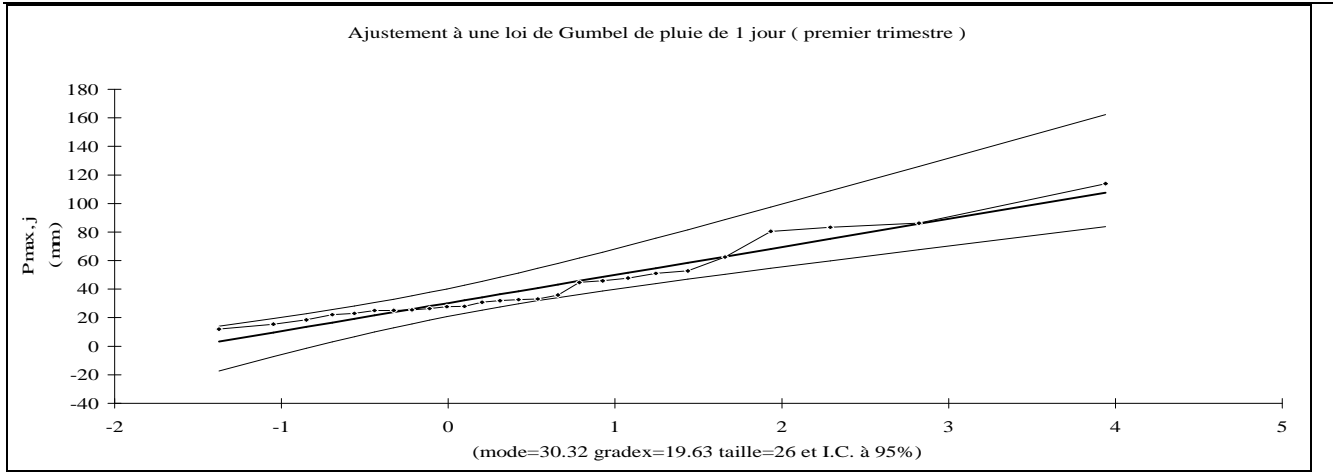
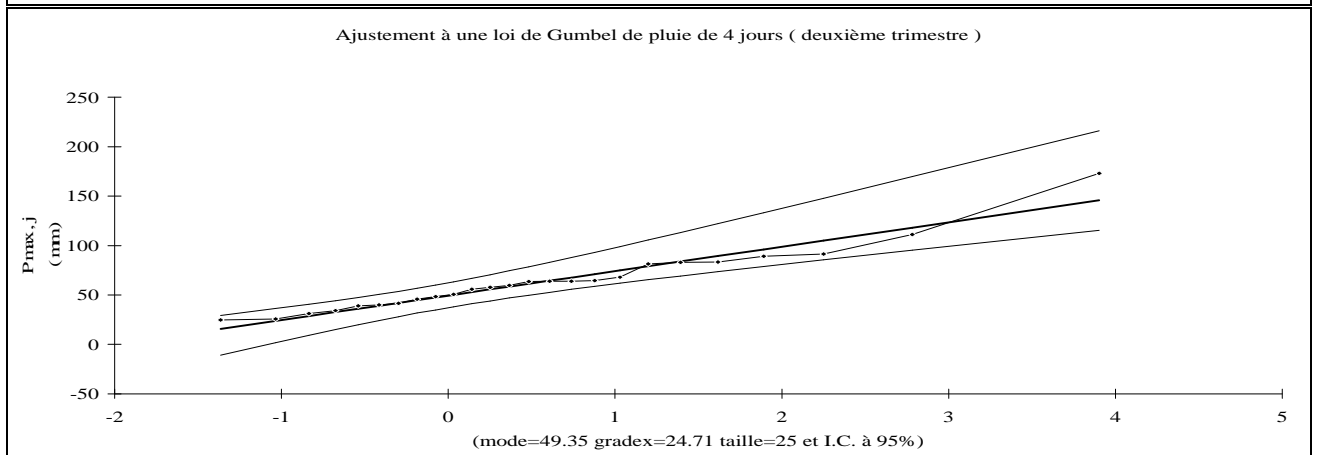
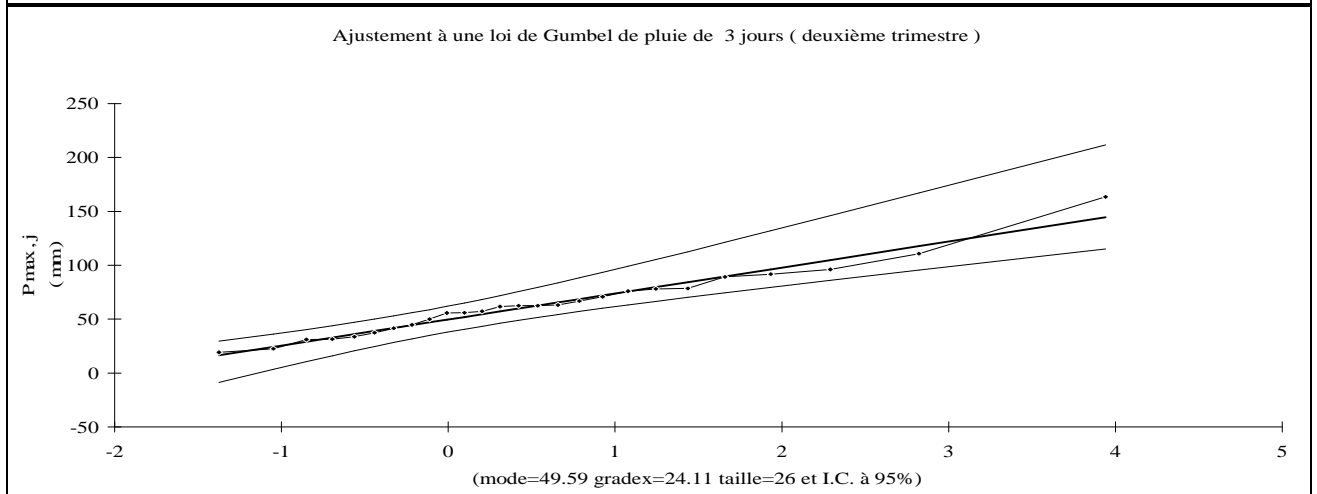
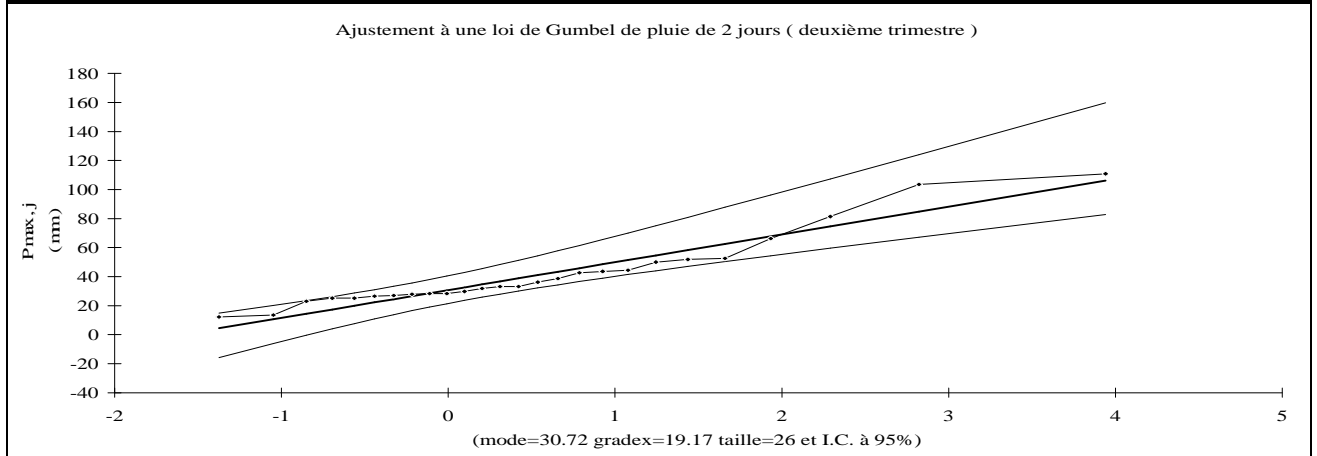
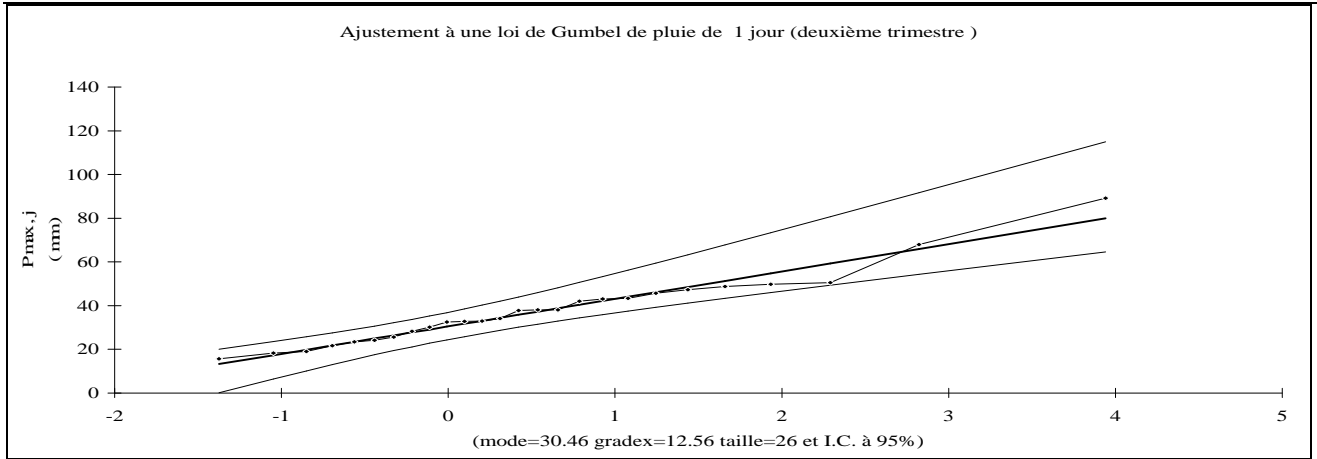


Fig.III.7 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station de Beni Mered (2^{ème} méthode).





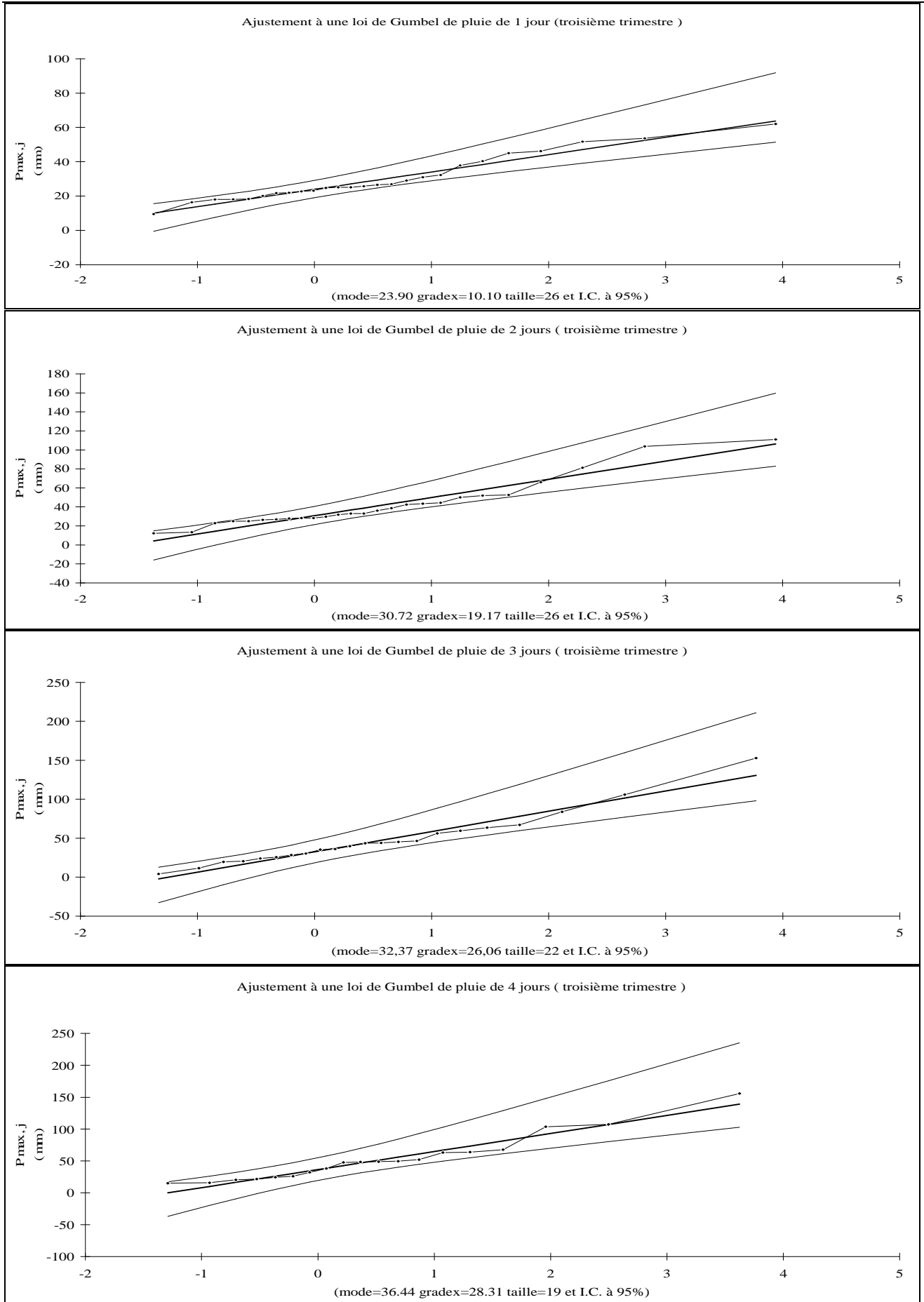
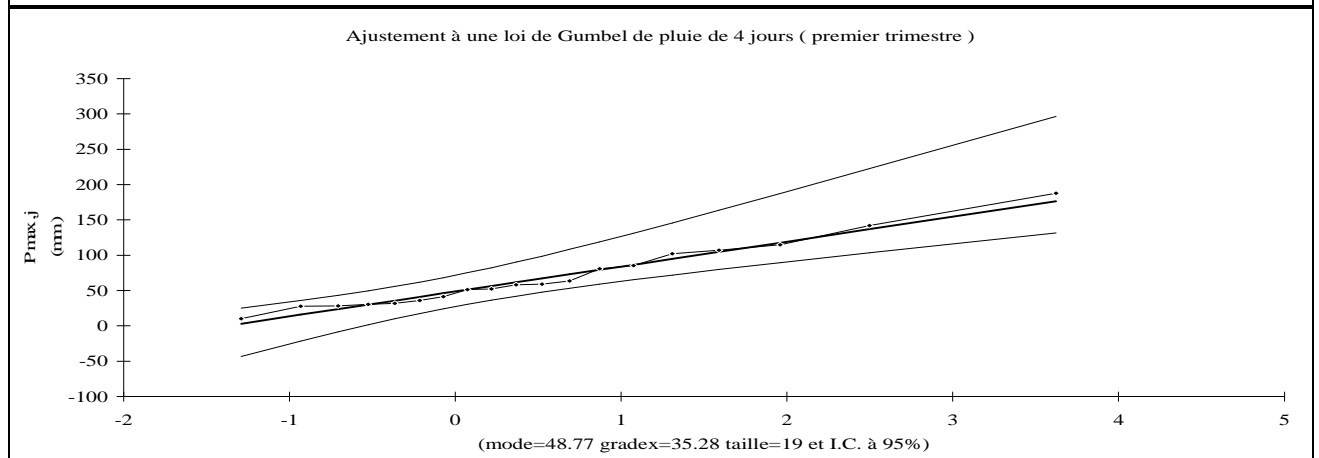
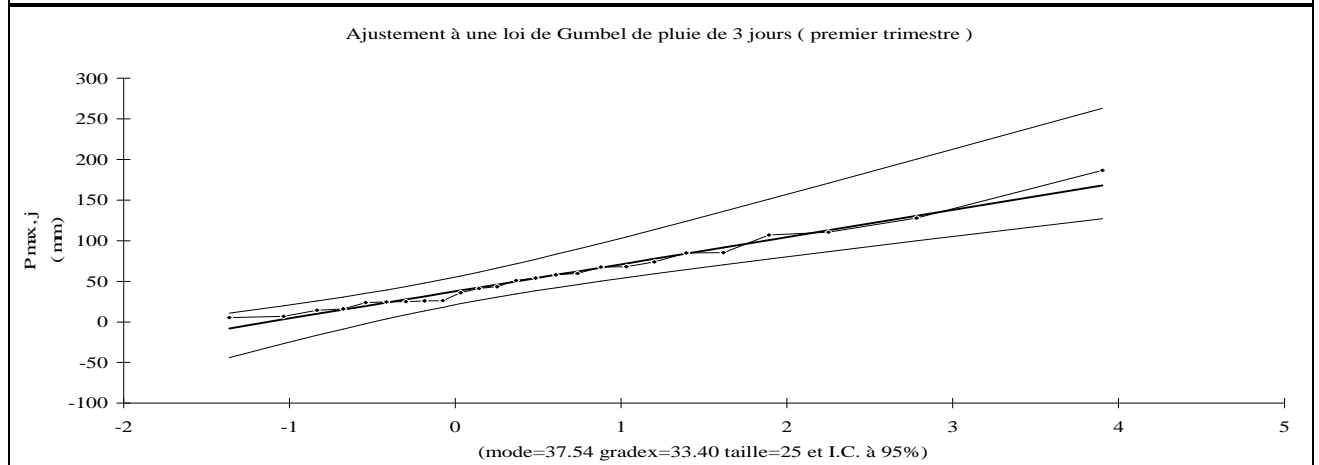
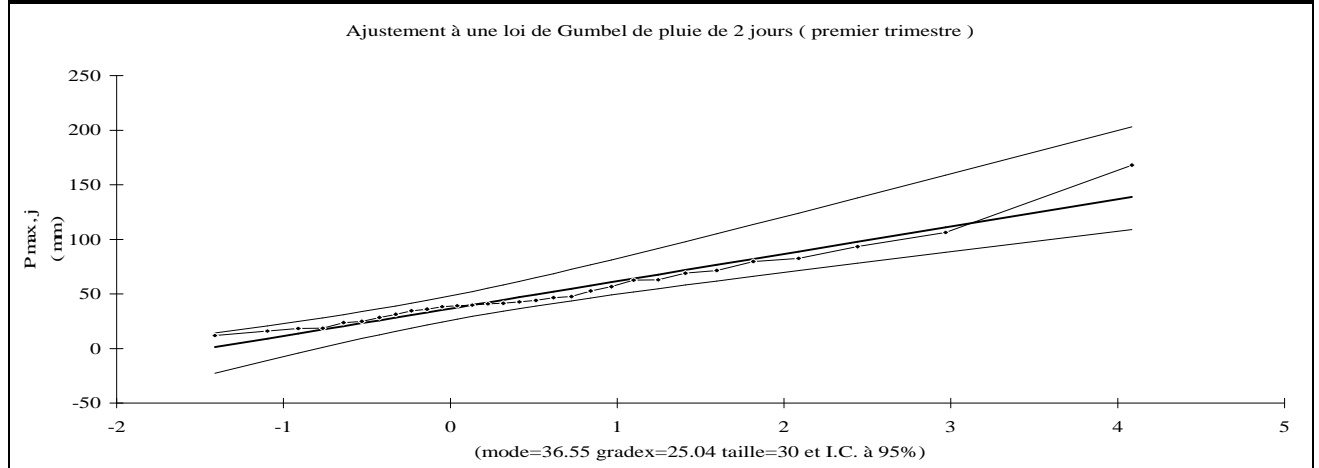
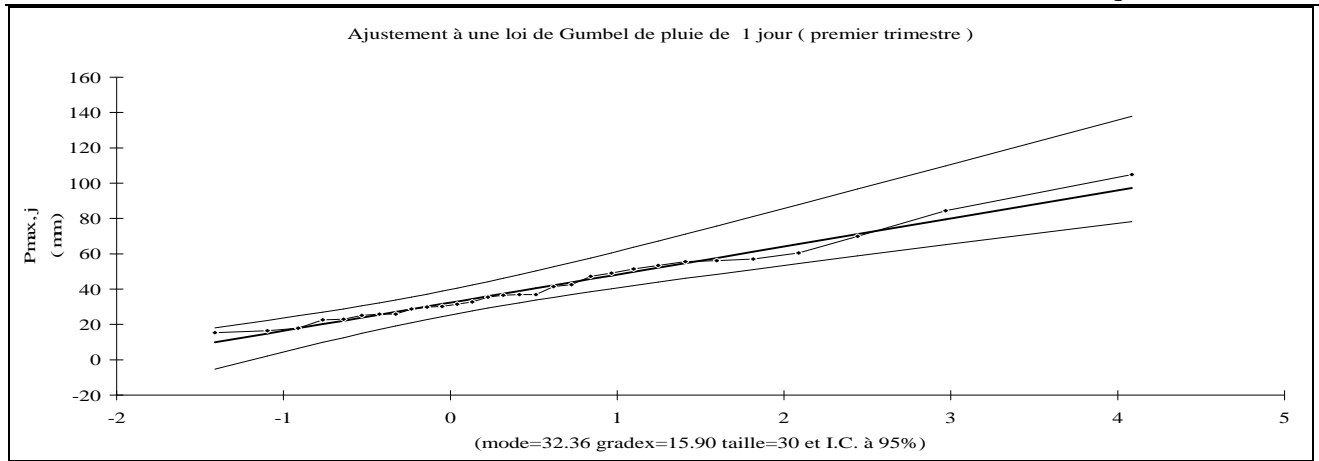
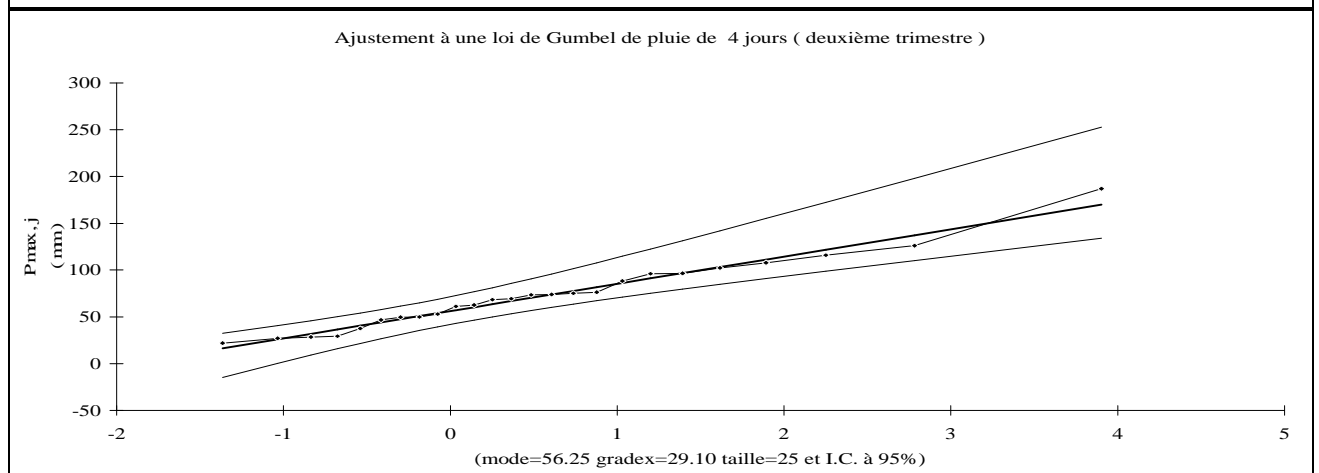
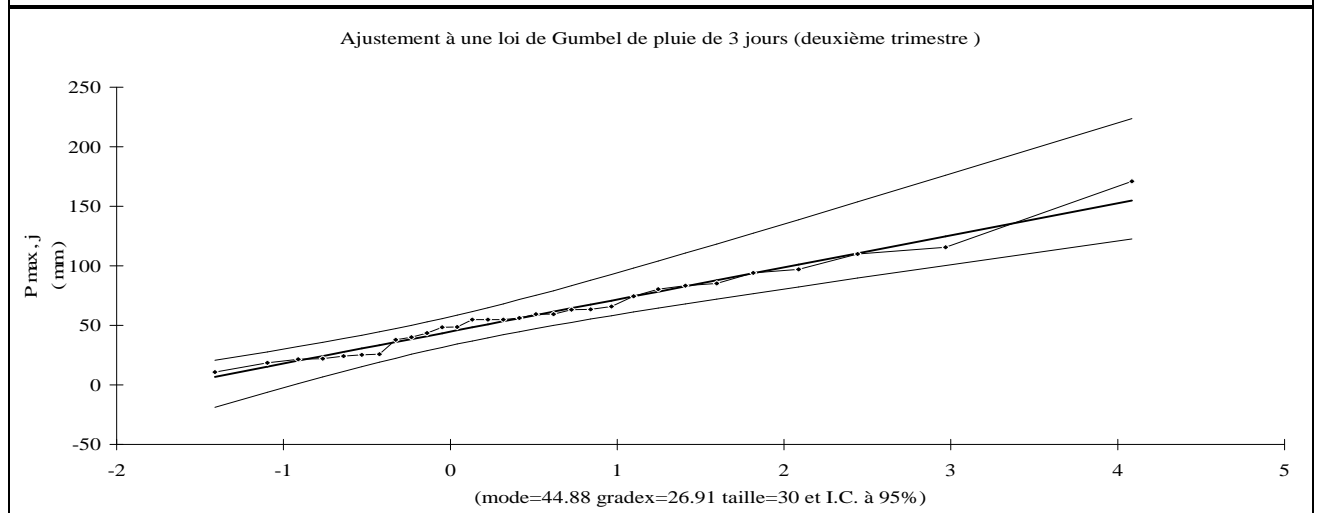
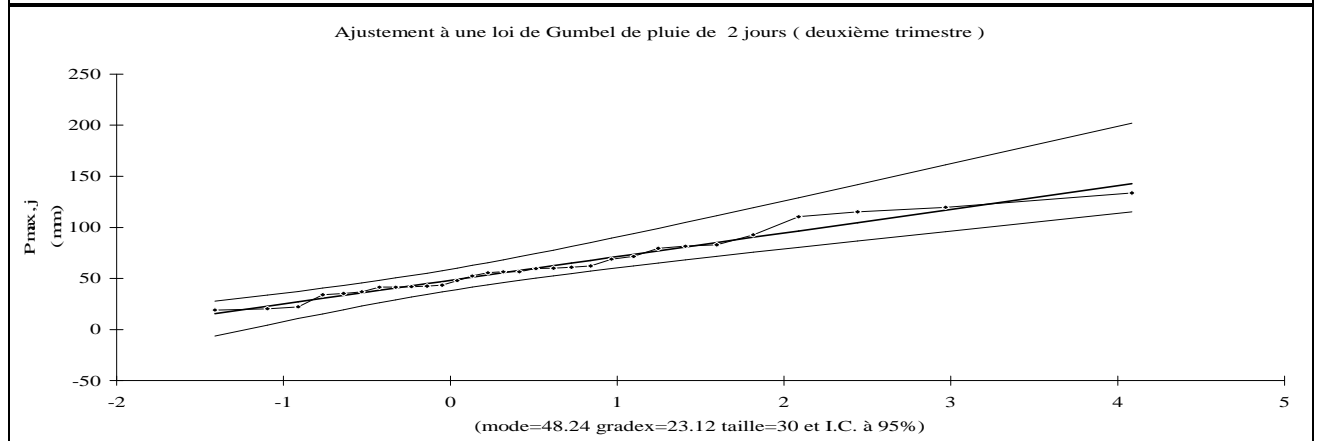
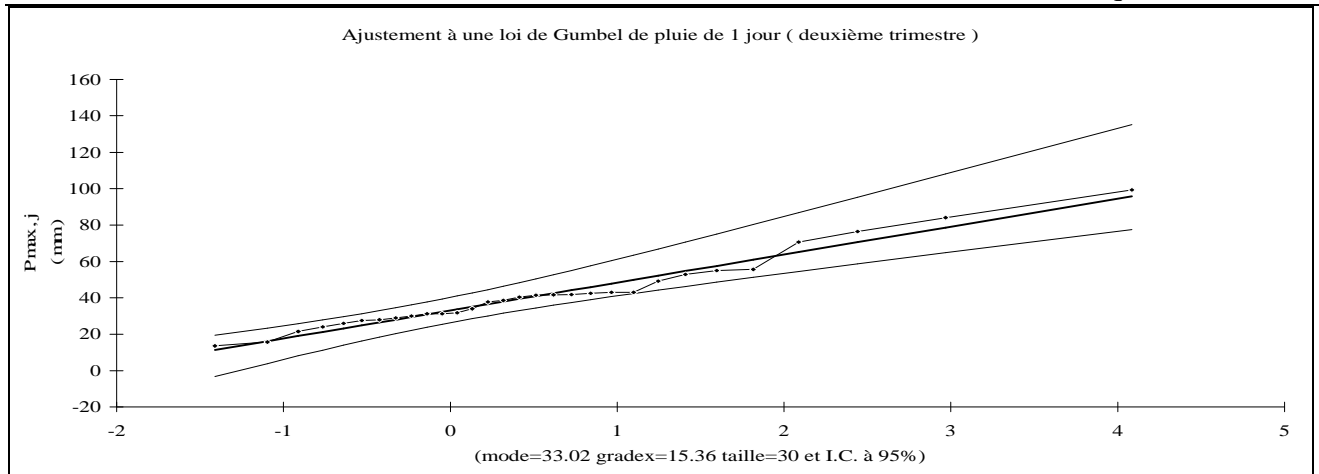


Fig.III.8 : Ajustements des P_{max} pour différents jours de la station d'Oued El Alleug (2^{ème} méthode).





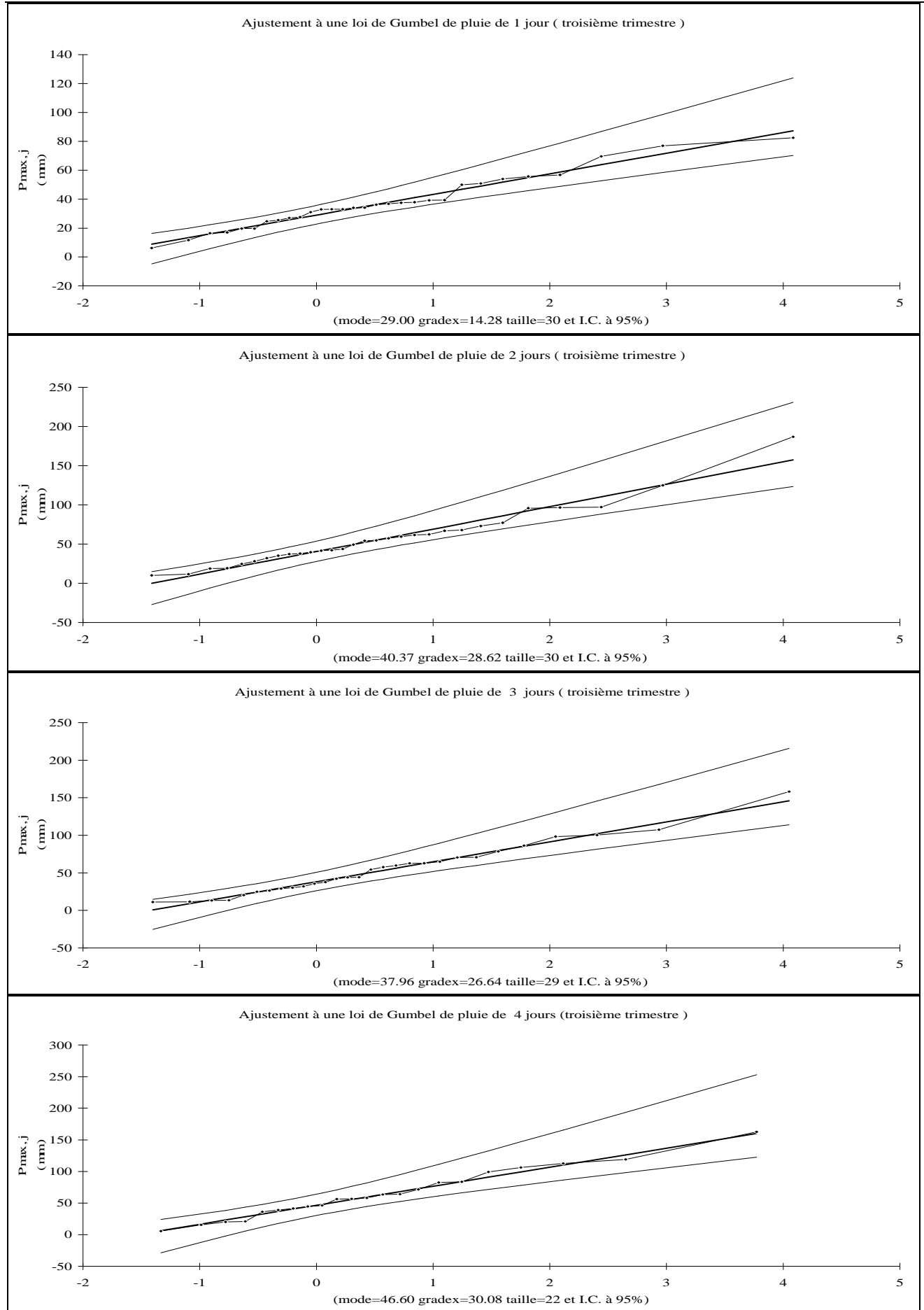
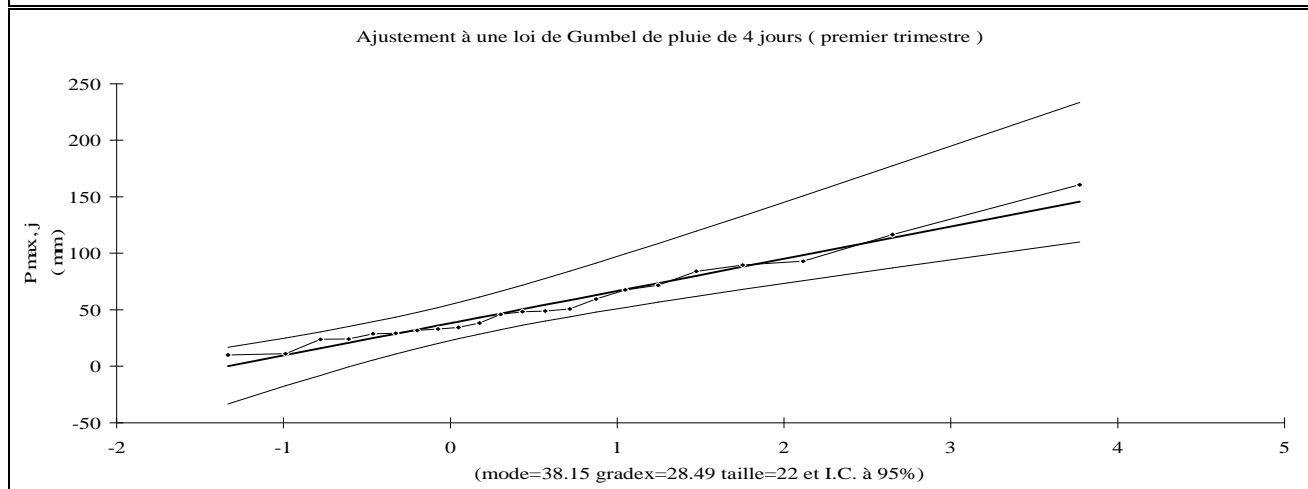
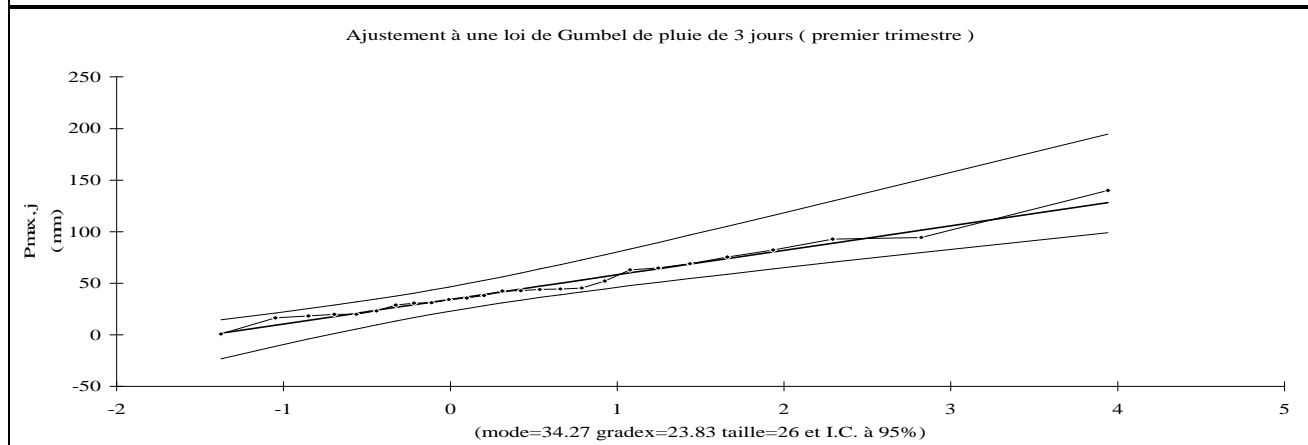
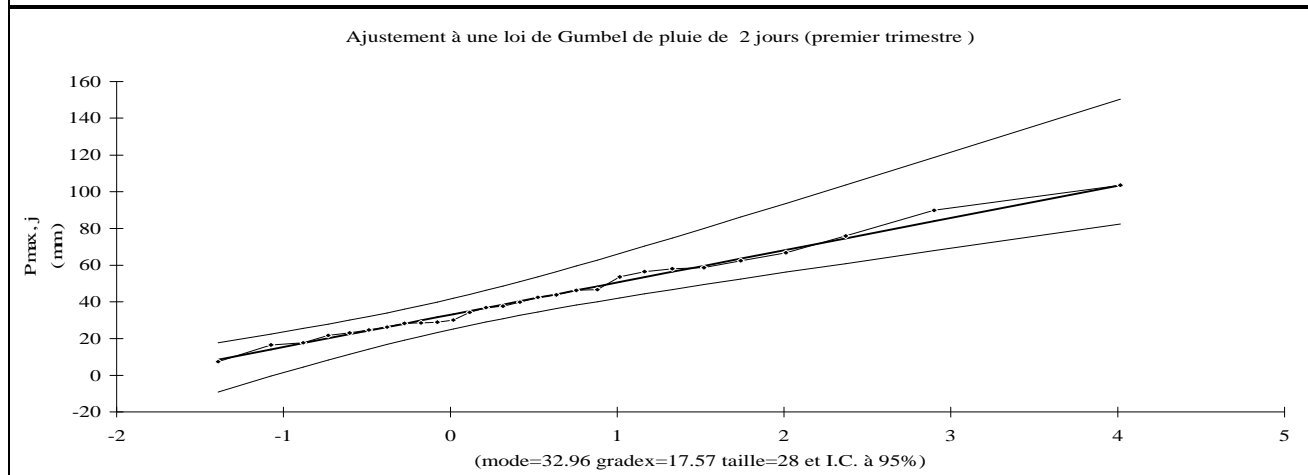
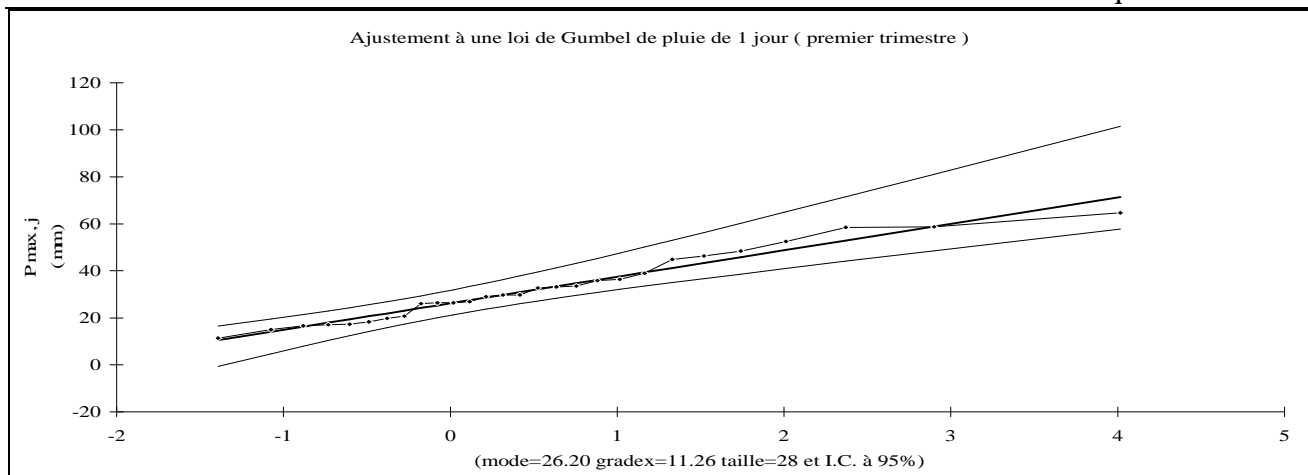
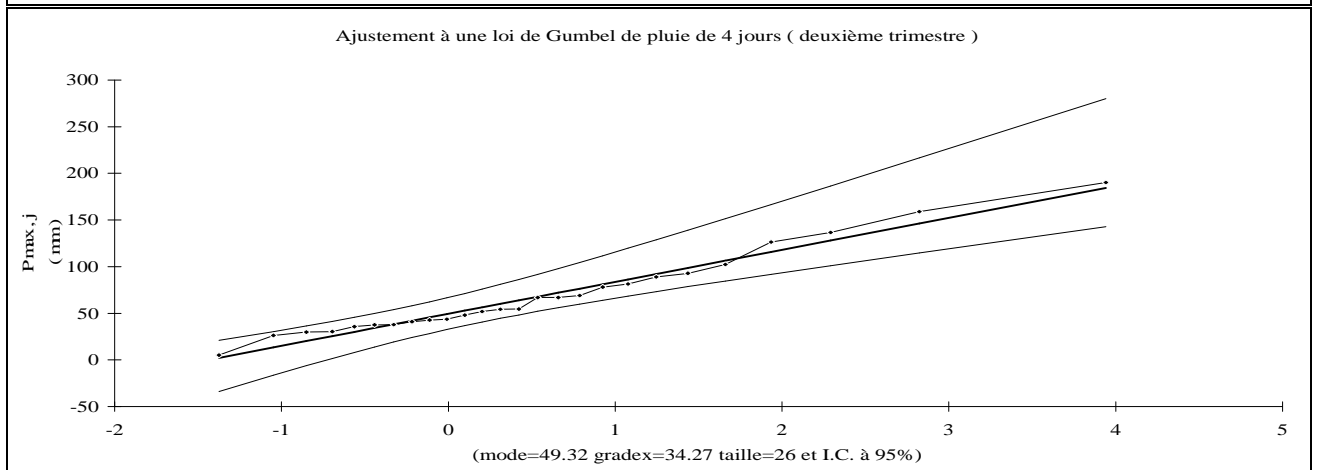
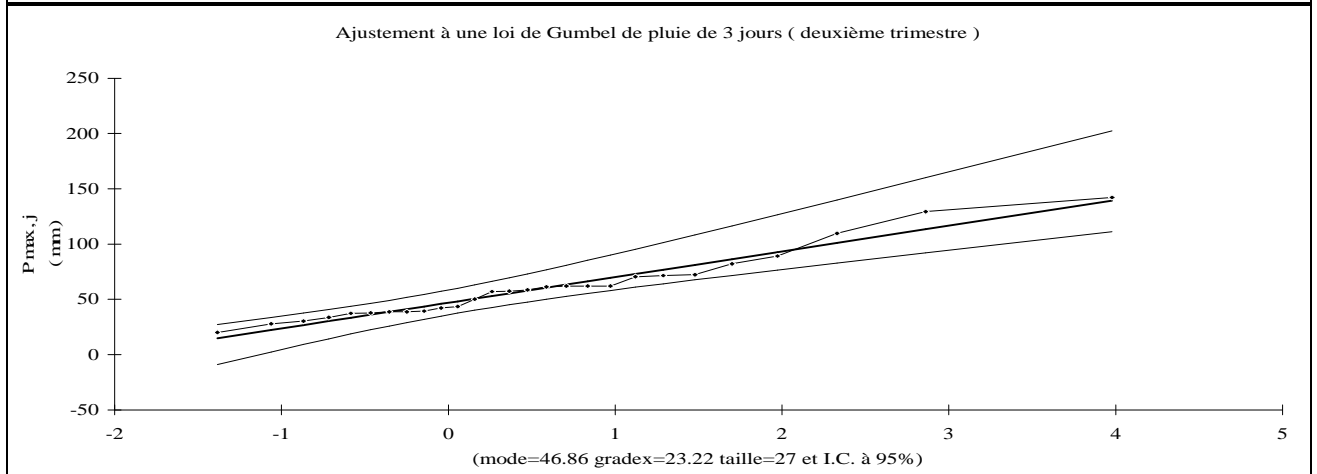
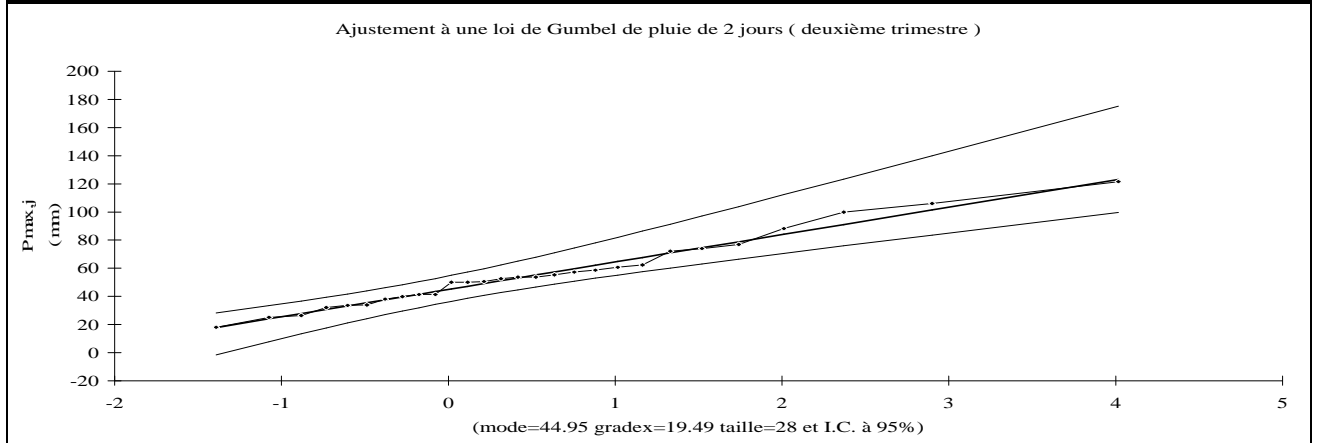
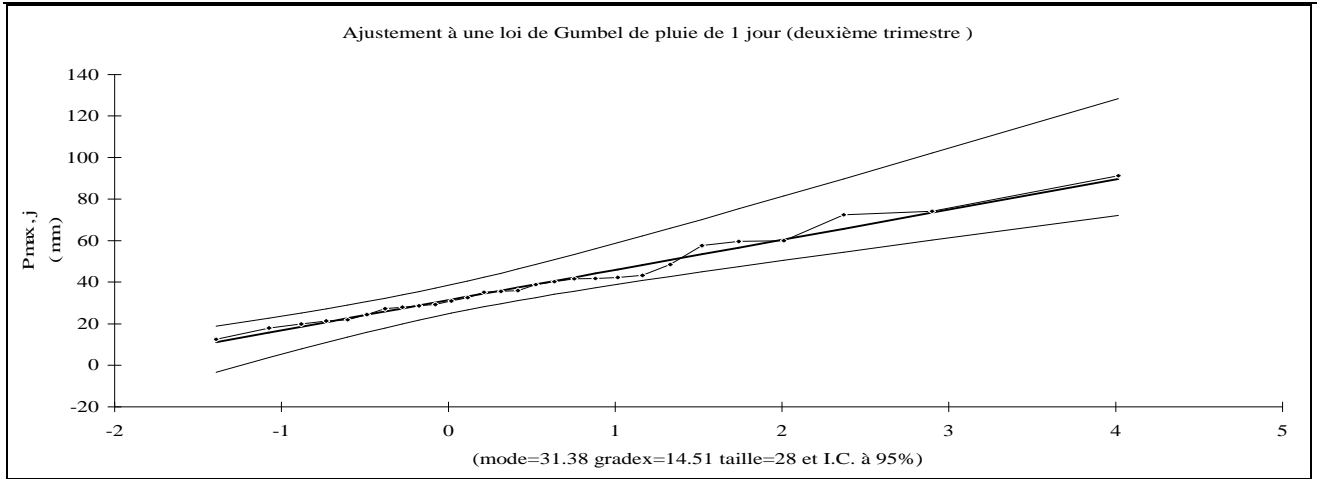


Fig.III.9 : Ajustements des P_{max} pour différents jours à la station de Chiffa (2^{ème} méthode).





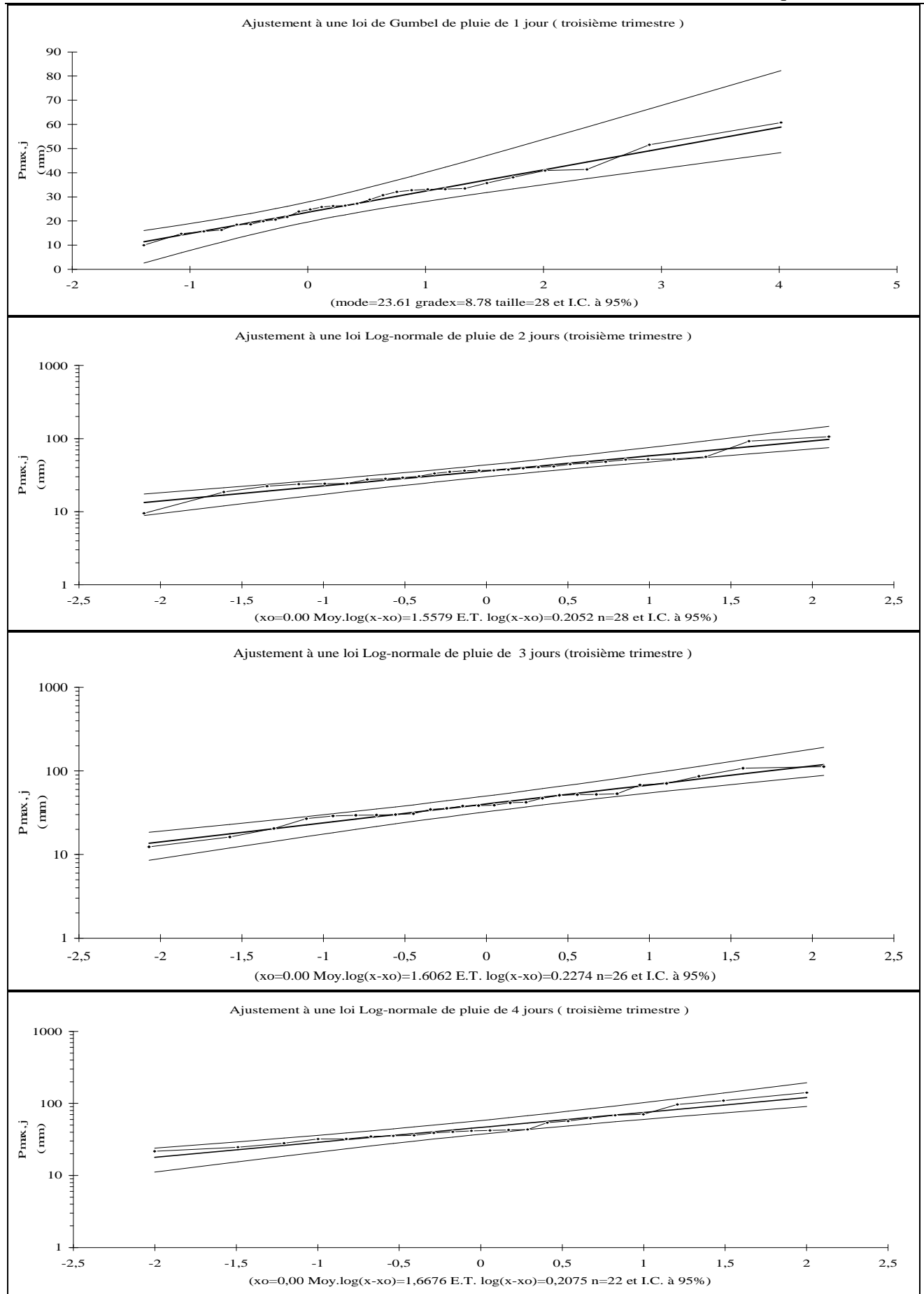


Fig.III.10 : Ajustements des P_{max} pour différents jours à la station de RN 4 Chiffa (2^{ème} méthode).

Les quantiles obtenus sont résumés dans les tableaux : III.6, III.7, III .8, III .9 et III.10.

Tableau III.6 : les hauteurs d'eau de la station de Boufarik pour différents jours et périodes de retour dans les (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}) trimestres.

Trimestre	Premier trimestre			
Période de retour	Jours			
T=2 ans	1	2	3	4
H (mm)	34.216	45.836	46.001	48.394
Borne inférieure	28.179	33.168	31.759	37.415
Borne supérieure	41.547	62.859	31.759	62.593
T=5 ans				
H (mm)	53.291	81.619	85.513	84.325
Borne inférieure	43.736	64.287	66.110	65.020
Borne supérieure	68.715	114.213	122.396	118.330
T=10 ans				
H (mm)	67.194	105.311	111.673	112.757
Borne inférieure	53.985	82.824	86.524	84.607
Borne supérieure	91.167	150.280	162.574	169.439
trimestre	Deuxième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	34.082	48.707	54.807	54.882
Borne inférieure	29.180	41.583	46.790	46.152
Borne supérieure	40.669	58.280	65.580	66.792
T=5 ans				
H (mm)	47.928	68.830	77.452	78.189
Borne inférieure	41.221	59.083	66.484	66.409
Borne supérieure	60.539	87.160	98.079	101.114
T=10 ans				
H (mm)	57.095	82.154	92.445	93.621
Borne inférieure	48.394	69.508	78.215	78.383
Borne supérieure	74.495	107.443	120.904	125.275
trimestre	Troisième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	29.919	41.779	45.415	47.530
Borne inférieure	25.201	33.279	33.383	34.331
Borne supérieure	36.259	53.201	61.924	65.981
T=5 ans				
H (mm)	43.246	65.789	76.891	79.808
Borne inférieure	36.791	54.159	60.737	62.401
Borne supérieure	55.385	87.660	108.729	115.621
T=10 ans				
H (mm)	52.070	81.686	97.731	101.179
Borne inférieure	43.695	66.598	76.861	78.783
Borne supérieure	68.818	111.861	141.705	150.691

Tableau III.7 : les hauteurs d'eau de la station de Beni Mered pour différents jours et périodes de retour dans les (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}) trimestres .

trimestre	Premier trimestre			
Période de retour	Jours			
T=2 ans	1	2	3	4
H (mm)	36.817	50.149	56.759	59.970
Borne inférieure	30.524	40.696	1643.187	45.762
Borne supérieure	44.408	62.914	74.445	78.588
T=5 ans				
H (mm)	56.474	76.375	88.645	101.177
Borne inférieure	46.665	63.496	71.743	77.306
Borne supérieure	72.185	100.856	122.894	145.040
T=10 ans				
H (mm)	70.642	93.738	109.755	133.024
Borne inférieur	57.184	77.046	87.977	98.985
Borne supérieur	94.844	127.524	157.089	205.362
trimestre	Deuxième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	34.653	52.077	53.784	67.329
Borne inférieure	29.594	43.633	44.591	57.157
Borne supérieure	41.450	63.424	66.137	81.287
T=5 ans				
H (mm)	48.942	75.928	79.751	93.941
Borne inférieure	42.021	64.376	67.174	80.283
Borne supérieure	61.957	97.654	103.404	120.859
T=10 ans				
H (mm)	58.402	91.720	96.944	111.560
Borne inférieure	49.423	76.732	80.626	93.916
Borne supérieure	76.360	121.695	129.578	148.738
trimestre	Troisième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	32.738	46.853	51.785	65.179
Borne inférieure	27.210	37.888	38.699	43.849
Borne supérieure	40.166	58.957	69.740	96.883
T=5 ans				
H (mm)	48.353	71.722	86.019	107.441
Borne inférieure	40.789	59.510	68.450	81.026
Borne supérieure	62.576	94.937	120.646	170.204
T=10 ans				
H (mm)	58.691	88.188	108.685	135.422
Borne inférieure	48.878	72.359	85.987	101.950
Borne supérieure	78.315	120.226	156.511	222.440

Tableau III.8 : les hauteurs d'eau de la station d'Oued El Alleug pour différents jours et périodes de retour dans les (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}) trimestres.

trimestre	Premier trimestre			
Période de retour	Jours			
T=2 ans	1	2	3	4
H (mm)	37.515	44.848	38.643	43.301
Borne inférieure	28.631	73.531	27.406	29.155
Borne supérieure	49.853	144.070	54.488	64.311
T=5 ans				
H (mm)	59.760	74.317	72.655	80.566
Borne inférieure	47.968	57.899	51.74421	55.033
Borne supérieure	83.654	103.400	115.118	138.167
T=10 ans				
H (mm)	74.488	96.796	101.094	111.490
Borne inférieure	59.294	73.531	69.711	73.7469
Borne supérieure	107.510	144.070	176.233	214.494
trimestre	Deuxième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	35.061	37.749	58.432	58.410
Borne inférieure	29.377	29.070	47.518	46.956
Borne supérieure	42.954	49.802	73.591	74.423
T=5 ans				
H (mm)	49.292	59.480	85.762	86.421
Borne inférieure	41.748	47.961	71.275	71.316
Borne supérieure	64.578	82.821	15.117	117.501
T=10 ans				
H (mm)	58.714	73.867	103.856	104.967
Borne inférieure	48.994	59.025	85.189	85.532
Borne supérieure	79.841	106.126	144.426	147.934
trimestre	Troisième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	27.598	37.749	41.920	46.820
Borne inférieure	23.028	29.070	28.853	31.206
Borne supérieure	33.945	49.802	60.604	69.777
T=5 ans				
H (mm)	39.041	59.480	71.453	78.908
Borne inférieure	32.975	47.961	54.600	59.345
Borne supérieure	51.332	82.821	107.990	124.202
T=10 ans				
H (mm)	46.617	73.867	91.007	100.154
Borne inférieure	38.801	59.025	69.437	75.290
Borne supérieure	63.604	106.126	141.574	162.921

Tableau III.9 : les hauteurs d'eau de la station de Chiffa pour différents jours et périodes de retour dans les (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}) trimestres .

Trimestre	Premier trimestre			
Période de retour	Jours			
T=2 ans	1	2	3	4
H (mm)	38.188	45.730	49.777	61.701
Borne inférieure	31.570	35.308	34.297	42.247
Borne supérieure	47.168	59.875	71.419	90.306
T=5 ans				
H (mm)	56.204	74.106	87.636	101.684
Borne inférieure	47.230	59.973	67.220	77.308
Borne supérieure	73.458	101.282	129.640	158.120
T=10 ans				
H (mm)	68.132	92.894	112.701	128.155
Borne inférieure	56.513	74.593	86.433	97.176
Borne supérieure	91.950	130.407	170.772	206.363
trimestre	Deuxième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	38.651	56.714	54.746	66.911
Borne inférieure	32.257	47.089	43.545	53.426
Borne supérieure	47.327	69.775	69.948	85.764
T=5 ans				
H (mm)	56.058	82.918	85.245	99.891
Borne inférieure	47.388	69.866	70.054	82.106
Borne supérieure	72.728	108.013	114.452	136.482
T=10 ans				
H (mm)	67.583	100.267	105.437	121.726
Borne inférieure	56.356	83.367	85.768	98.843
Borne supérieure	90.594	134.908	145.756	172.312
trimestre	Troisième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	34.235	50.856	47.726	57.627
Borne inférieure	28.291	38.941	36.416	42.543
Borne supérieure	42.301	67.025	63.158	79.197
T=5 ans				
H (mm)	50.418	83.295	77.924	91.722
Borne inférieure	42.357	67.138	62.661	72.266
Borne supérieure	65.916	114.362	107.628	133.902
T=10 ans				
H (mm)	61.132	104.773	97.918	114.295
Borne inférieure	50.695	83.852	78.176	89.394
Borne supérieure	82.526	147.657	138.932	172.672

Tableau III.10 : les hauteurs d'eau de la station de RN 4Chiffa pour différents jours et périodes de retour dans les (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème}) trimestres .

Trimestre	Premier trimestre			
Période de retour	Jours			
T=2 ans	1	2	3	4
H (mm)	30.323	39.398	43.004	48.589
Borne inférieure	25.446	31.786	32.218	34.301
Borne supérieure	37.015	49.843	57.983	69.020
T=5 ans				
H (mm)	43.082	59.312	70.010	80.883
Borne inférieure	36.534	49.092	55.695	62.455
Borne supérieure	55.987	79.455	99.018	120.836
T=10 ans				
H (mm)	51.529	72.496	87.890	102.265
Borne inférieure	43.070	59.293	69.444	78.678
Borne supérieure	69.354	100.317	127.980	157.559
trimestre	Deuxième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	36.697	52.091	55.372	61.876
Borne inférieure	30.411	43.648	45.095	46.365
Borne supérieure	45.320	63.675	69.556	83.418
T=5 ans				
H (mm)	53.139	74.177	81.689	100.714
Borne inférieure	44.700	62.842	67.967	80.127
Borne supérieure	69.770	96.517	109.099	142.432
T=10 ans				
H (mm)	64.025	88.800	99.113	126.429
Borne inférieure	53.123	74.156	81.407	99.901
Borne supérieure	86.995	119.656	136.983	184.084
trimestre	Troisième trimestre			
T=2 ans				
H (mm)	26.833	36.134	40.383	46.514
Borne inférieure	23.027	29.942	32.493	37.374
Borne supérieure	32.055	43.607	50.189	57.888
T=5 ans				
H (mm)	36.789	53.779	62.742	69.526
Borne inférieure	31.680	44.498	50.463	56.014
Borne supérieure	46.860	68.917	83.692	93.198
T=10 ans				
H (mm)	43.381	66.217	79.009	85.799
Borne inférieure	36.780	53.725	62.162	67.719
Borne supérieure	57.291	89.233	111.777	122.224

VI - CONSTRUCTION DES COURBES HAUTEUR-DUREE-FREQUENCE**(H-D-F) :**

D'après les quantiles obtenus pour chaque station, les courbes H-D-F sont construites pour des périodes de retour de 2, 5, et 10 ans et sont représentés dans les figures III .11 ; III .12 ; III .13 ; III .14 III.15, III .16, III.17, III.18, III.19 et III.20.

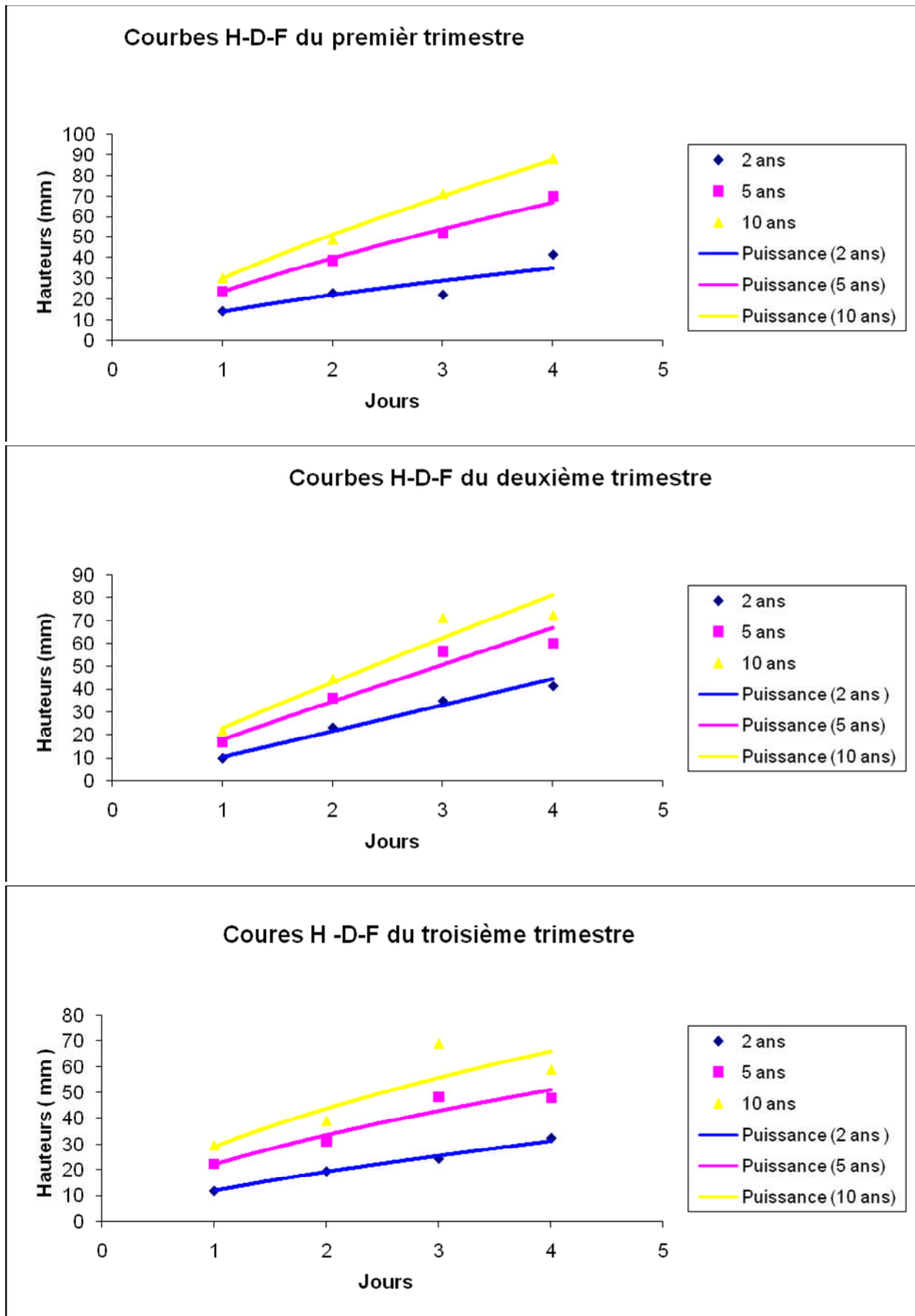


Fig. III.11 : Les courbes Hauteur- Durée- Fréquence des pluies par la première méthode pour la station de Boufarik.

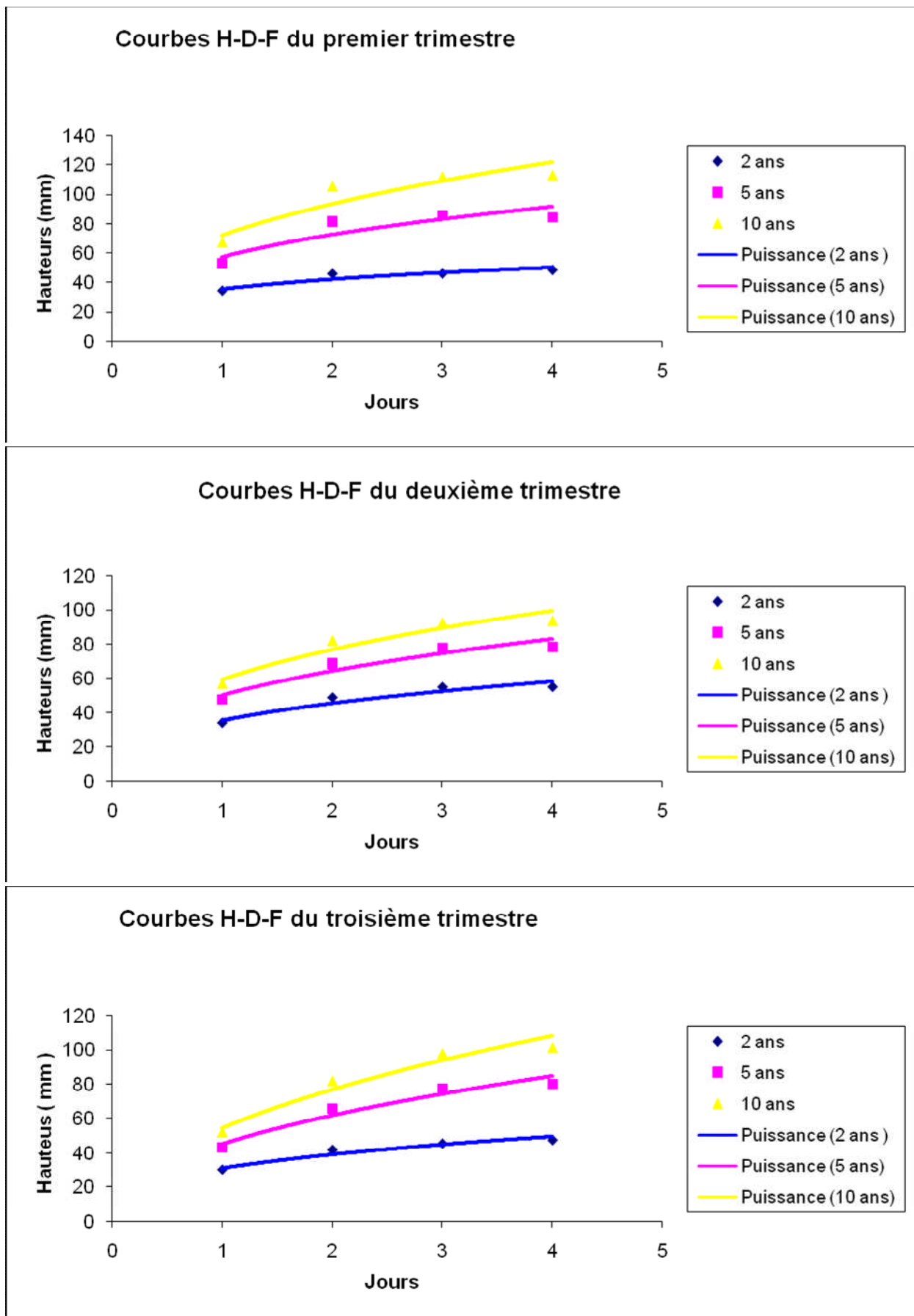


Fig. III.12 : Les courbes Hauteur- Durée- Fréquence des pluies par la deuxième méthode pour la station de Boufarik.

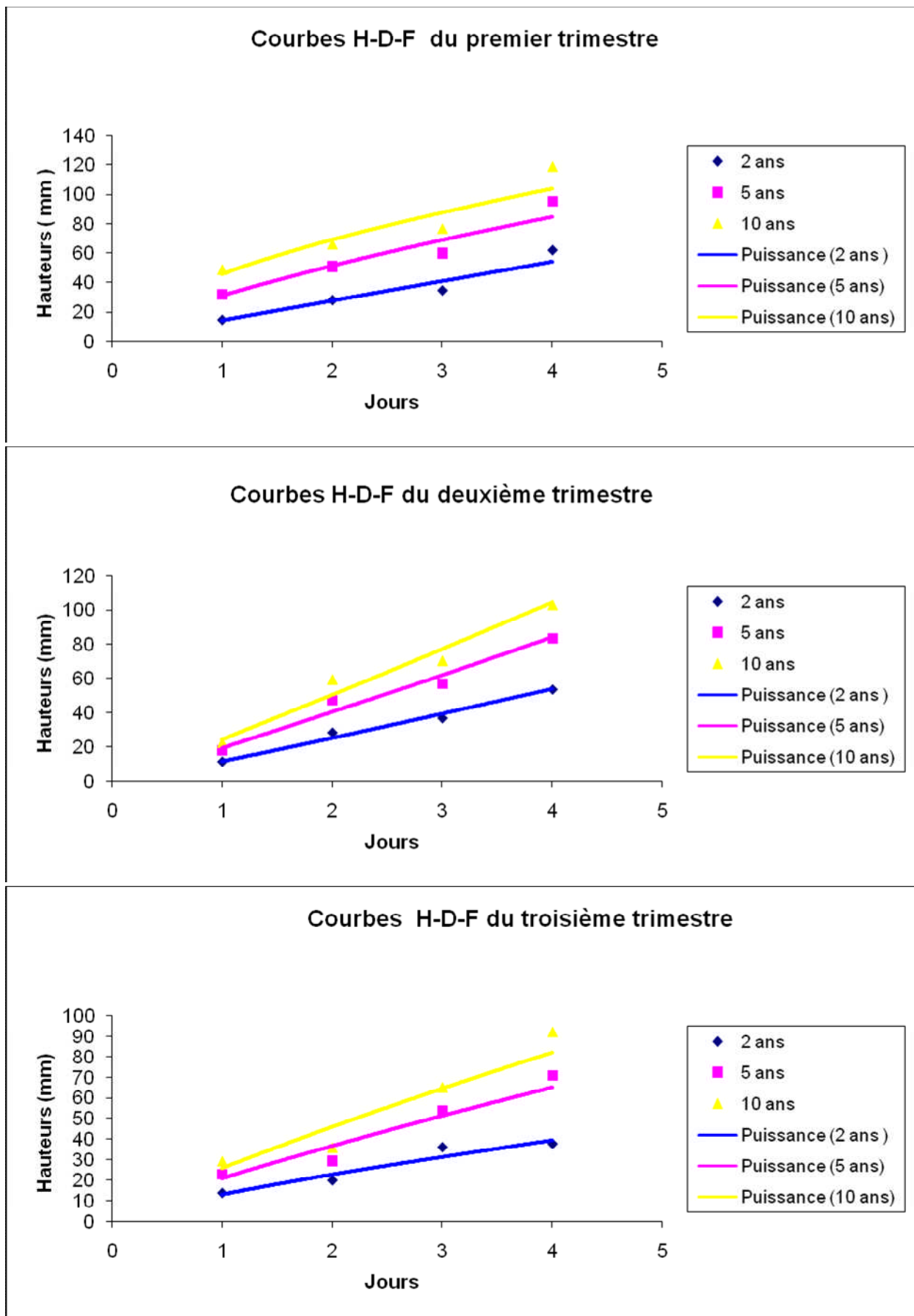


Fig. III.13 : Les courbes Hauteur- Durée- Fréquence des pluies par la première méthode pour la station de Beni Mered.

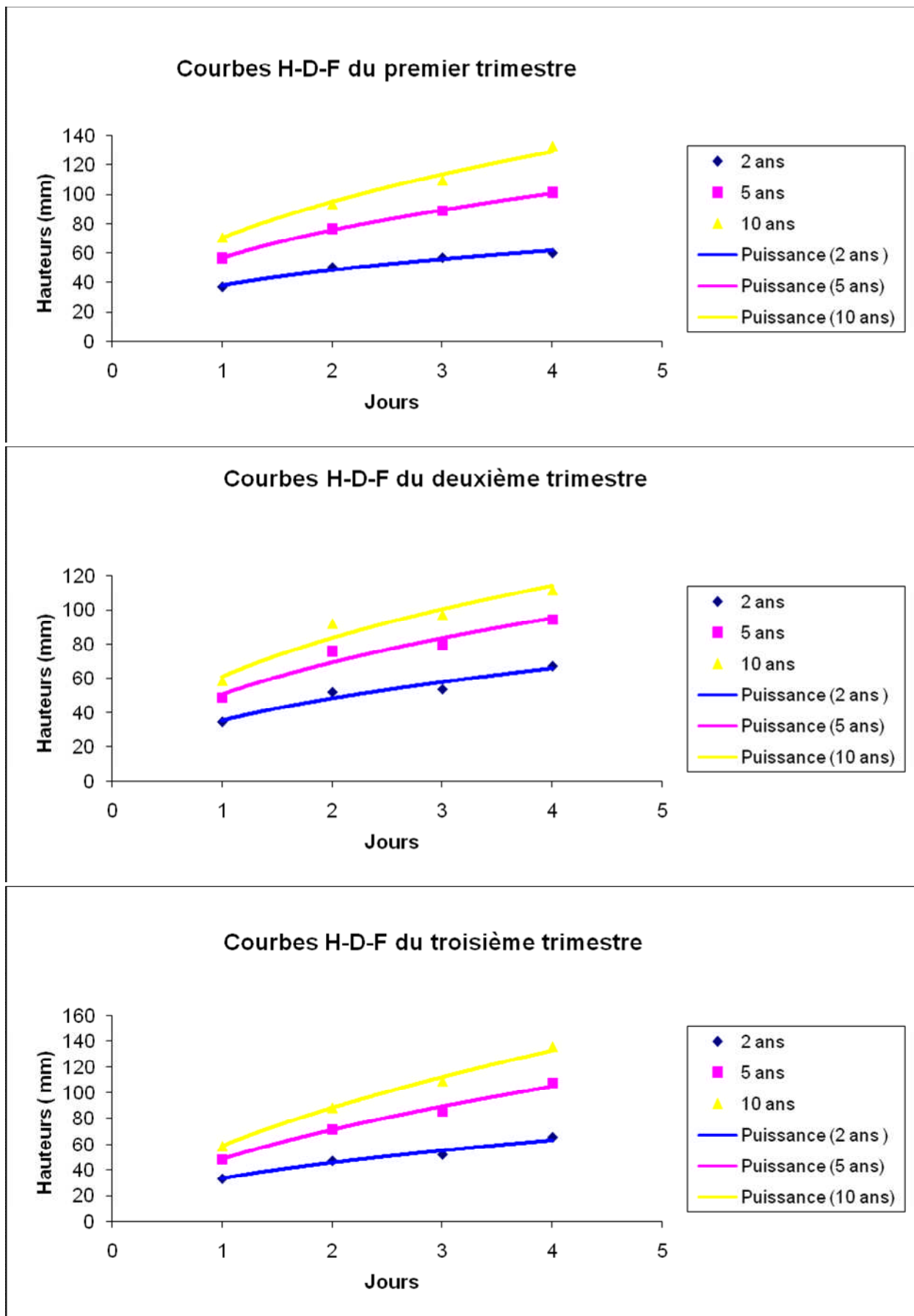


Fig. III.14 : Les courbes Hauteur- Durée- Fréquence des pluies par la deuxième méthode pour la station de Beni Mered.

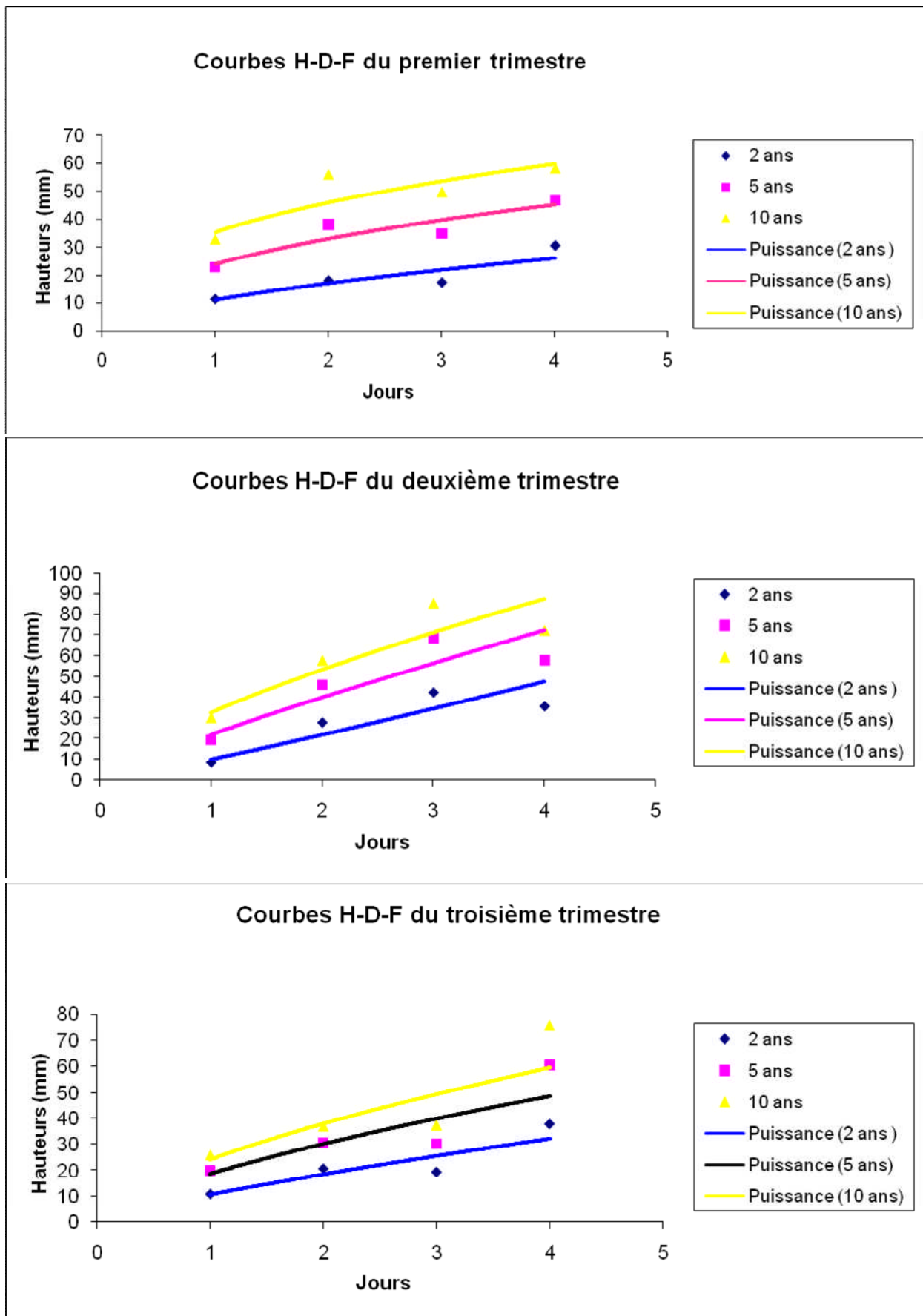


Fig.III.15 : Les courbes Hauteur- Durée- Fréquence des pluies par la première méthode pour la station d'Oued El Alleug.

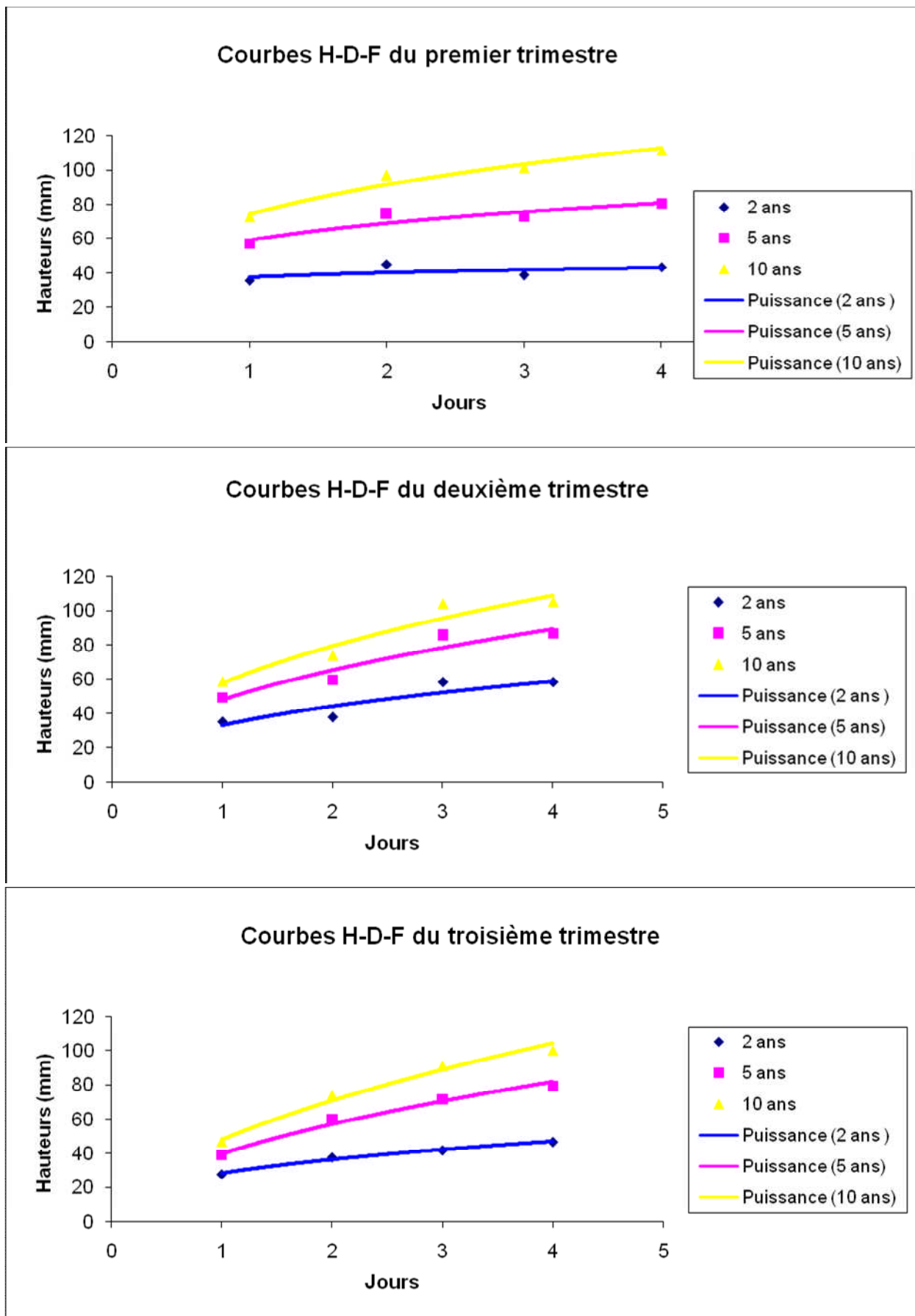


Fig .III.16 : Les courbes Hauteur- Durée- Fréquence des pluies par la deuxième méthode pour la station d'Oued El Alleug.

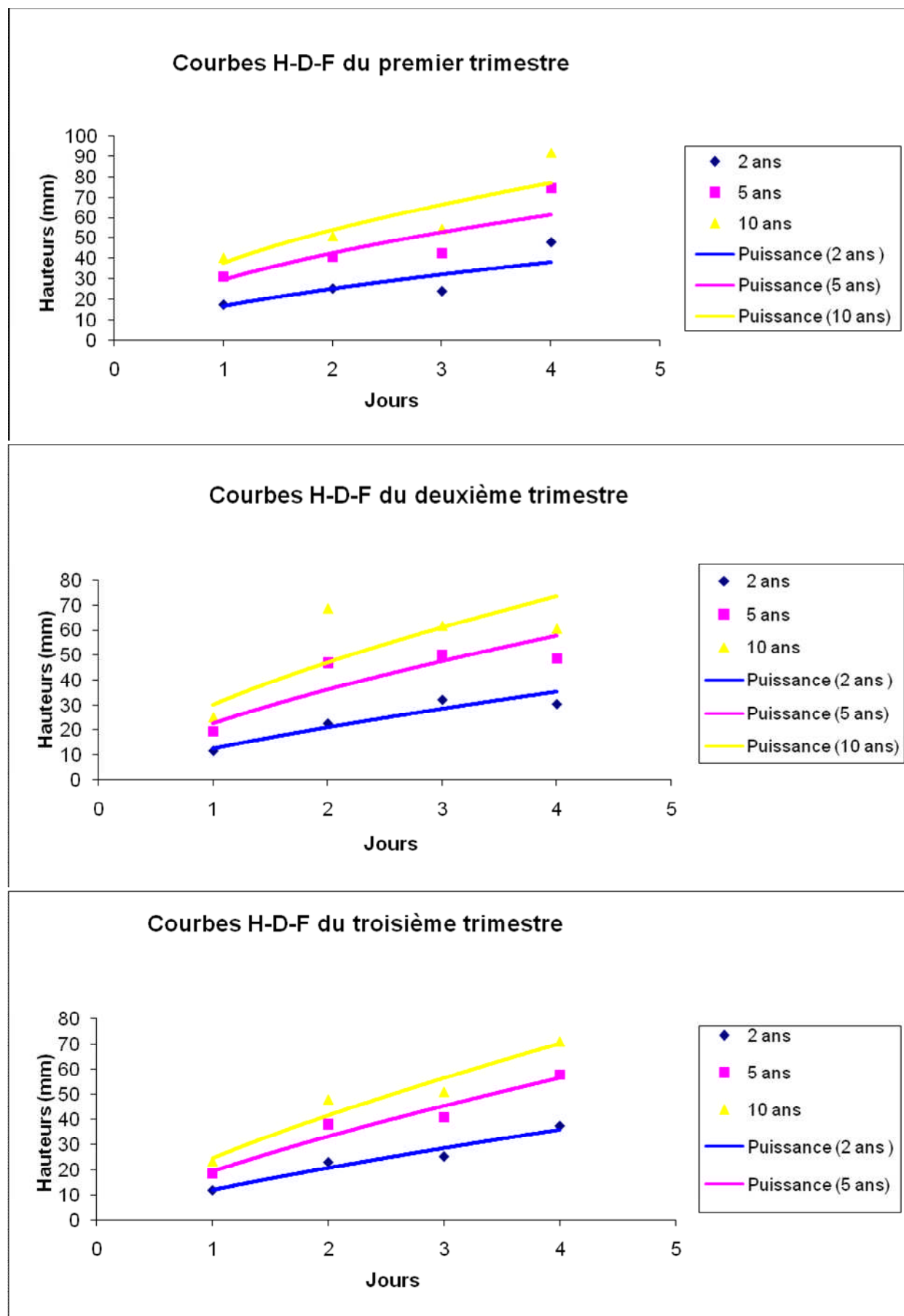


Fig. III.17 : Les courbes Hauteur- Durée- Fréquence des pluies par la première méthode pour la station de Chiffa.

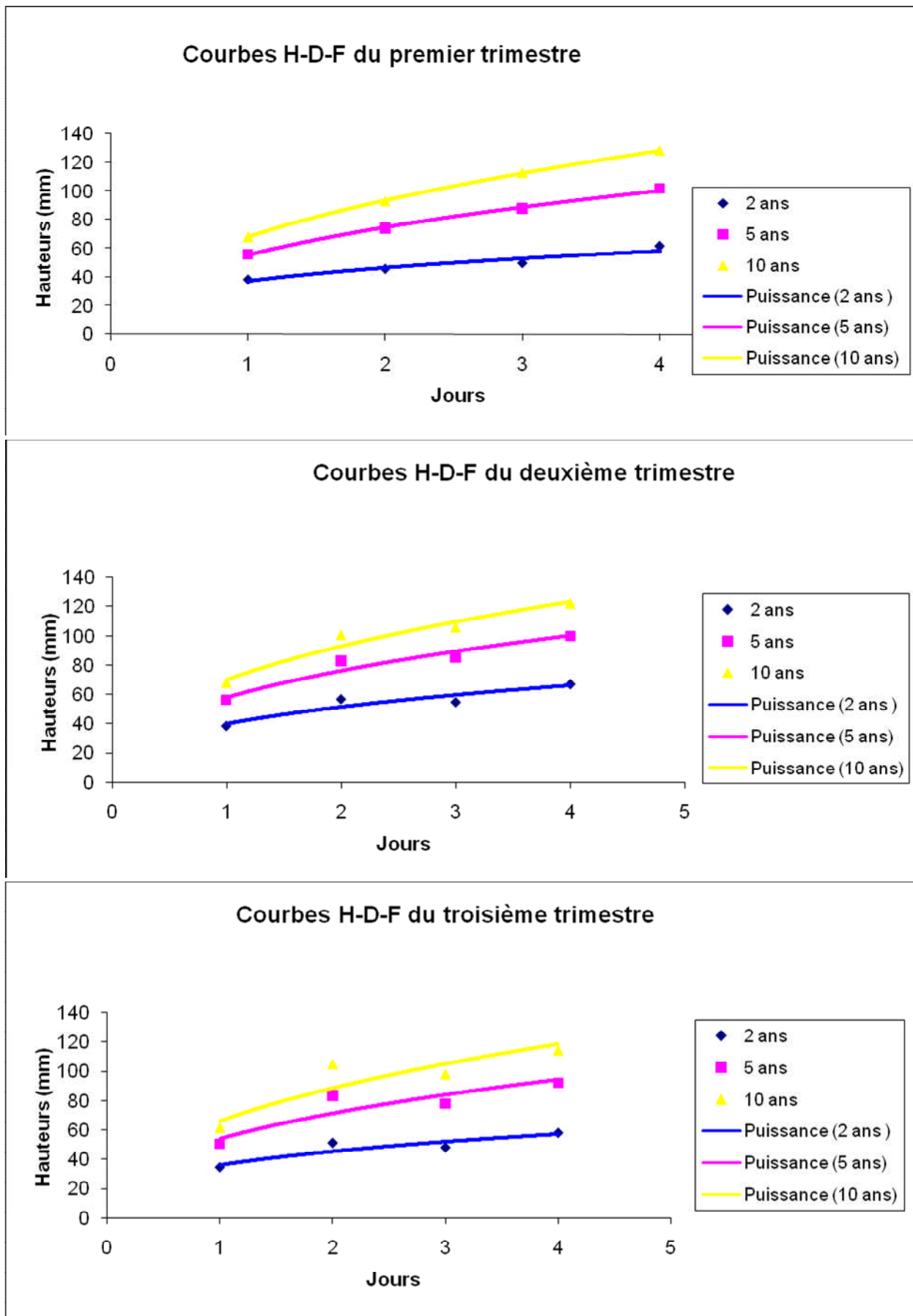


Fig.III.18 : Les courbes Hauteur- Durée- Fréquence des pluies par la deuxième méthode pour la station de Chiffa.

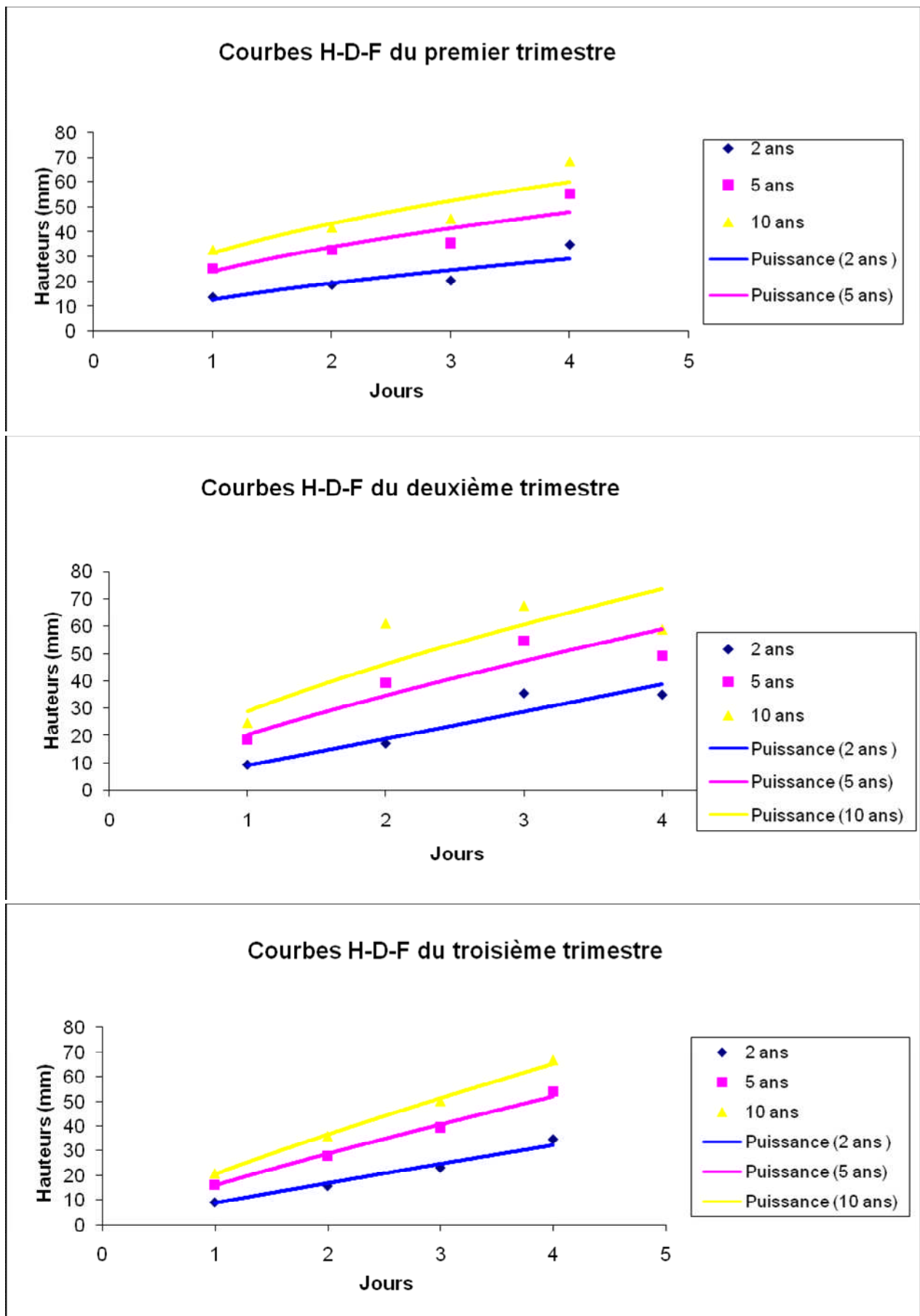


Fig. III.19 : Les courbes Hauteur- Durée- Fréquence des pluies par la première méthode pour la station de RN 4 Chiffa .

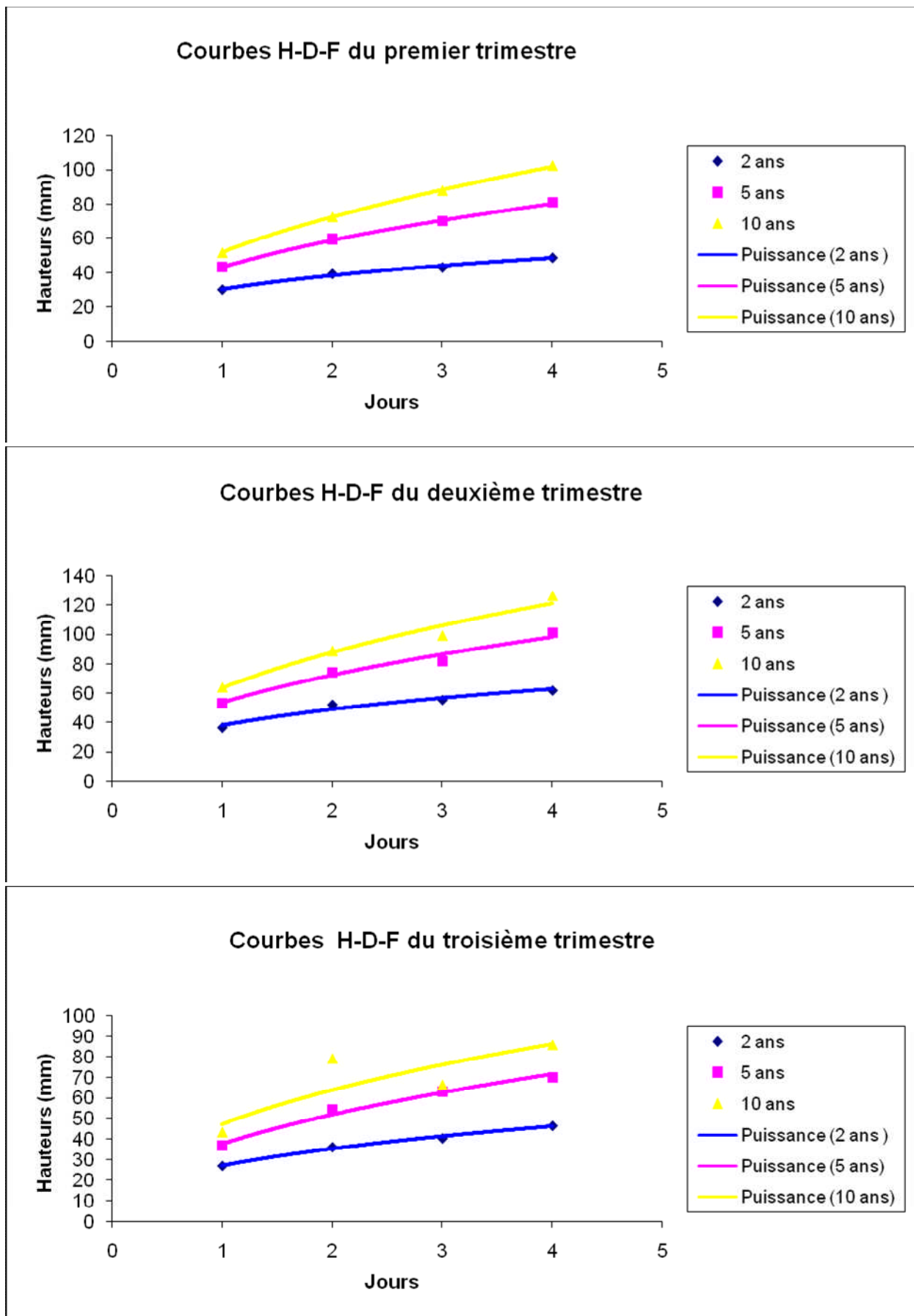


Fig.III.20 : Les courbes Hauteur- Durée- Fréquence des pluies par la deuxième méthode pour la station de RN 4 Chiffa .

VII- Discussion sur les courbes Hauteur- Durée- Fréquence :

On a obtenu après l'étude de régression de type puissance une meilleure relation entre les trois paramètres des courbes (H-D-F) dans les différentes stations choisies dans notre étude.

La formulation de ces modèles est donnée dans les tableaux suivants : III.11, III.12, III.13, III.14 et III.15.

Tableau III.11 : Le modèle et le coefficient de régression à la station de Boufarik.

		Station de Boufarik	
Période de retour	Trimestre Paramètres	Premier trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R^2	0.82	0.87
	Modèle $P=a t^b$	$13.90 t^{0.66}$	$35.58 t^{0.245}$
5 ans	R^2	0.99	0.83
	Modèle $P=a t^b$	$23.43 t^{0.755}$	$56.97 t^{0.343}$
10 ans	R^2	0.99	0.86
	Modèle $P=a t^b$	$29.74 t^{0.779}$	$71.67 t^{0.38}$
Période de retour	trimestre Paramètres	Deuxième trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R^2	0.99	0.92
	Modèle $P=a t^b$	$10.36 t^{1.053}$	$35.52 t^{0.360}$
5 ans	R^2	0.98	0.93
	Modèle $P=a t^b$	$17.78 t^{0.953}$	$49.91 t^{0.368}$
10 ans	R^2	0.96	0.93
	Modèle $P=a t^b$	$22.71 t^{0.919}$	$59.44 t^{0.371}$
Période de retour	trimestre Paramètres	Troisième trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R^2	0.99	0.95
	Modèle $P=a t^b$	$11.62 t^{0.7118}$	$30.97 t^{0.339}$
5 ans	R^2	0.94	0.96
	Modèle $P=a t^b$	$22.12 t^{0.599}$	$44.97 t^{0.457}$
10 ans	R^2	0.84	0.96
	Modèle $P=a t^b$	$29.08 t^{0.591}$	$54.25 t^{0.497}$

Tableau III.12 : Le modèle et le coefficient de régression à la station de Beni Mered.

		Station de Beni Mered	
Période de retour	trimestre Paramètres	Premier trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R^2	0.96	0.98
	Modèle $P=a t^b$	14.05 t ^{0.973}	37.65 t ^{0.359}
5 ans	R^2	0.94	0.99
	Modèle $P=a t^b$	30.92 t ^{0.726}	56.65 t ^{0.417}
10 ans	R^2	0.90	0.99
	Modèle $P=a t^b$	45.89 t ^{0.590}	69.76 t ^{0.443}
Période de retour	trimestre Paramètres	Deuxième trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R^2	0.98	0.95
	Modèle $P=a t^b$	11.75 t ^{1.096}	35.43 t ^{0.447}
5 ans	R^2	0.97	0.95
	Modèle $P=a t^b$	19.28 t ^{1.0623}	50.73 t ^{0.452}
10 ans	R^2	0.97	0.95
	Modèle $P=a t^b$	24.27 t ^{1.051}	60.86 t ^{0.453}
Période de retour	trimestre Paramètres	Troisième trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R^2	0.94	0.98
	Modèle $P=a t^b$	13.10 t ^{0.794}	32.81 t ^{0.471}
5 ans	R^2	0.92	0.99
	Modèle $P=a t^b$	20.76 t ^{0.83}	48.20 t ^{0.561}
10 ans	R^2	0.89	0.99
	Modèle $P=a t^b$	25.84 t ^{0.834}	58.41 t ^{0.591}

Tableau III.13 : Le modèle et le coefficient de régression à la station d'Oued El Alleug.

		Station d'Oued El Alleug	
Période de retour	trimestre Paramètres	Premier trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R^2	0.83	0.37
	Modèle $P=a t^b$	11.41 t ^{0.601}	37.23 t ^{0.105}
5 ans	R^2	0.84	0.88
	Modèle $P=a t^b$	24.03 t ^{0.455}	58.66 t ^{0.233}
10 ans	R^2	0.75	0.96
	Modèle $P=a t^b$	35.48 t ^{0.378}	74.40 t ^{0.299}
Période de retour	trimestre Paramètres	Deuxième trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R^2	0.87	0.82
	Modèle $P=a t^b$	9.99 t ^{1.125}	33.15 t ^{0.415}
5 ans	R^2	0.87	0.92
	Modèle $P=a t^b$	21.72 t ^{0.867}	47.97 t ^{0.444}
10 ans	R^2	0.87	0.94
	Modèle $P=a t^b$	32.40 t ^{0.713}	57.74 t ^{0.456}
Période de retour	trimestre Paramètres	Troisième trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R^2	0.85	0.99
	Modèle $P=a t^b$	10.67 t ^{0.791}	28.04 t ^{0.377}
5 ans	R^2	0.80	0.99
	Modèle $P=a t^b$	18.71 t ^{0.688}	39.98 t ^{0.514}
10 ans	R^2	0.77	0.99
	Modèle $P=a t^b$	23.98 t ^{0.657}	47.89 t ^{0.562}

Tableau III.14 : Le modèle et le coefficient de régression à la station de Chiffa.

		Station de Chiffa	
Période de retour	trimestre Paramètres	Premier trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R^2	0.74	0.93
	Modèle $P=a t^b$	16.39 t ^{0.61}	37.34 t ^{0.319}
5 ans	R^2	0.78	0.99
	Modèle $P=a t^b$	29.15 t ^{0.54}	55.80 t ^{0.422}
10 ans	R^2	0.79	0.99
	Modèle $P=a t^b$	37.59 t ^{0.51}	68.02 t ^{0.457}
Période de retour	trimestre Paramètres	Deuxième trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R^2	0.93	0.89
	Modèle $P=a t^b$	12.54 t ^{0.744}	39.95 t ^{0.361}
5 ans	R^2	0.80	0.94
	Modèle $P=a t^b$	22.71 t ^{0.672}	57.89 t ^{0.396}
10 ans	R^2	0.67	0.95
	Modèle $P=a t^b$	30.24 t ^{0.641}	69.78 t ^{0.409}
Période de retour	trimestre Paramètres	Troisième trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R^2	0.96	0.85
	Modèle $P=a t^b$	12.09 t ^{0.781}	35.69 t ^{0.340}
5 ans	R^2	0.95	0.83
	Modèle $P=a t^b$	19.55 t ^{0.767}	53.79 t ^{0.402}
10 ans	R^2	0.95	0.83
	Modèle $P=a t^b$	24.50 t ^{0.762}	65.73 t ^{0.423}

Tableau III.15 : Le modèle et le coefficient de régression à la station de RN 4 Chiffa.

		Station de RN 4 Chiffa	
Période de retour	trimestre Paramètres	Premier trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R ²	0.84	0.99
	Modèle P=a t ^b	12.84 t ^{0.595}	30.56 t ^{0.331}
5 ans	R ²	0.85	0.99
	Modèle P=a t ^b	23.98 t ^{0.497}	43.13 t ^{0.450}
10 ans	R ²	0.85	0.99
	Modèle P=a t ^b	31.38 t ^{0.469}	51.49 t ^{0.492}
Période de retour	trimestre Paramètres	Deuxième trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R ²	0.95	0.96
	Modèle P=a t ^b	9.21 t ^{1.040}	37.77 t ^{0.369}
5 ans	R ²	0.89	0.99
	Modèle P=a t ^b	20.42 t ^{0.763}	53.27 t ^{0.438}
10 ans	R ²	0.75	0.97
	Modèle P=a t ^b	29.10 t ^{0.669}	63.58 t ^{0.463}
Période de retour	trimestre Paramètres	Troisième trimestre	
		Méthode n° 1	Méthode n° 2
2 ans	R ²	0.99	0.99
	Modèle P=a t ^b	8.849 x ^{0.934}	27.01 t ^{0.387}
5 ans	R ²	0.99	0.99
	Modèle P=a t ^b	15.804 x ^{0.861}	37.56 t ^{0.462}
10 ans	R ²	0.99	0.74
	Modèle P=a t ^b	20.421 x ^{0.837}	47.03 t ^{0.435}

VIII-CONCLUSION :

Le traitement fréquentiel des données pluviométriques pour chaque station a aboutit à la construction des courbes H-D-F pour les deux méthodes, on remarquera que l'ajustement des pluies par les deux méthodes donne des résultats satisfaisantes. Ainsi on pourra à partir de ces courbes déterminer la pluie critique nécessaire au calcul du débit caractéristique indispensable au dimensionnement du réseau de drainage.

Le problème de drainage agricole se pose lorsqu'il y a un excédent d'eau qui est nuisible à la croissance des cultures. Cet excédent peut se produire soit sur la surface du sol stagnation de l'eau sur la surface, souvent combinée avec l'engorgement de la couche superficielle, soit dans le sous-sol (saturation prolongée de la zone racinaire liée à un mauvais drainage interne du sol et/ou à une nappe élevée).

Les deux causes qu'on a citées sont liées à la texture du sol ; donc grâce à la pédologie de la Mitidja Centre, on a choisi une zone d'application qui permettra de déterminer le débit de drainage par les deux méthodes de construction des courbes hauteur- durée- fréquence ; et en fin faire une comparaison entre les résultats.

I-LE CHOIX DU SITE D'APPLICATION [1] :

L'excès d'humidité se rencontre dans les sols de classe Hydromorphe où la texture du sol est fine à très fine (la présence de l'argile et du limon). Ces sols sont caractérisés par une faible perméabilité qui empêche l'écoulement de l'eau dans le sol et avec une microporosité importante permettant à l'eau de stagner.

Notre champ d'application se constitue de deux parcelles, l'une se trouvant dans la région d'Oued El Alleug et l'autre à Boufarik exactement à Ben Khellil.

I-1-La présentation pédologique :

a-Parcelle n° 1 :

Grâce au profil pédologique 123 indiquant sur la carte des sols de la Mitidja Centre, on sort les caractéristiques de cette parcelle. La classification du sol de ce dernier est représentée dans le tableau suivant :

Tableau IV .1: classification du sol de la parcelle n°1.

Classe	Sous-classe	Groupe	Sous-groupe	Occupation du sol
Sol Hydromorphe	Peu humifère	A Gley	A Gley peu profond<80 cm	Maraîchages

Source : ANRH de Blida

La granulométrie du profil est résumée dans le tableau ci-dessous.

Tableau IV .2: la granulométrie de profil pédologique n°123.

Profondeur (cm)	0-25	25-55	55-110
Argile (%)	59	56	42
Limon fin (%)	29	31	36
Limon grossier (%)	3	3	7
Sable fin (%)	4	6	9
Sable grossier (%)	1	1	1

Source : ANRH de Blida

a)Parcelle n° 2 : Le profil pédologique n° 213 donne les caractéristiques de la parcelle n°2. La classification du sol est comme suit :

Tableau IV. 3: classification du sol de la parcelle n°2.

Classe	Sous-classe	Groupe	Sous-groupe	Occupation du sol
Sol Hydromorphe	Peu humifère	A Gley	A Gley peu profond<80 cm	Agrumes

Source : ANRH de Blida

Concernant la granulométrie de ce profil, elle est représentée dans le tableau suivant :

Tableau IV .4: la granulométrie de profil pédologique n°213

Profondeur (cm)	0-20	20-50	50-80	>80
Argile (%)	47	53	56	53
Limon fin (%)	47	40	43	42
Limon grossier (%)	2	1	1	1
Sable fin (%)	2	3	1	2
Sable grossier (%)	1	3	0	1

Source : ANRH de Blida

II- LE DEBIT CARACTERISTIQUE :

II-1-Définition :

Le débit caractéristique d'un réseau du drainage est le débit par unité de surface à véhiculer par le réseau pour évacuer la pluie critique. Le calcul du débit caractéristique se fait différemment pour les deux régimes de drainages; cités dans le chapitre II.

II-2-La pluie critique :

On utilise les courbes Hauteur- Durée- Fréquence de la station de Oued El Alleug pour la première parcelle et la station de Boufarik pour la parcelle n° 2; le calcul de la pluie critique est basée sur les données de la durée de la submersion et la période de retour qui ont été déterminées à partir du tableau suivant :

Tableau IV .5: la durée de la submersion (θ) et la période de retour(T).

Culture	La durée de la submersion (jour)	La période de retour (an).
Arboriculture	5	5
Maraîchages	2	5
fourragères	2-3	5

Source : tableau de SALAMIN.

Les valeurs de la pluie critique sont résumées dans le tableau suivant pour les trois trimestres et la 1^{ère} et la 2^{ème} méthode indiquées dans le chapitre précédent.

Tableau IV .6: les valeurs de la pluie critique pour les trois trimestres en (mm).

		1 ^{ère} méthode	2 ^{ème} méthode
Maraîchages	Trimestre n°1	33 mm	67 mm
	Trimestre n°2	40 mm	65.3mm
	Trimestre n°3	30 mm	57.1mm
Agrumes	Trimestre n°1	82 mm	99 mm
	Trimestre n°2	82.4mm	90 mm
	Trimestre n°3	54.4mm	93.8mm

Remarque : la valeur exacte de la pluie critique d'une culture dépend de son stade de développement et sa sensibilité à l'excès l'eau. Donc les périodes sensibles de notre culture est comme suit :

- pour les maraîchages d'hiver → l'hiver (Tr n° 2).
- pour les maraîchages d'été → le printemps (Tr n° 3).
- pour les agrumes → le printemps (Tr n° 3).

Les résultats de la P_{Cr} finales est dans le tableau IV .7.

Tableau IV.7: la pluie critique finale en (mm).

	1 ^{ère} méthode	2 ^{ème} méthode
Maraîchage d'hiver.	40 mm	65.3mm
Maraîchage d'été.	30 mm	57.1mm
Agrumes.	54.4mm	93.8mm

II-3-L'intensité :

L'intensité est définie comme le rapport entre la pluie critique et la durée de la submersion de la plante en (heure).

Les valeurs de cette dernière sont représentées dans le tableau IV .8 .

Tableau IV.8 : les intensités en (mm/h).

	1 ^{ère} méthode	2 ^{ème} méthode
Maraîchage d’hiver.	0.83	1.36
Maraîchage d’été.	0.63	1.19
Agrumes.	0.45	0.78

II-4-Détermination du débit caractéristique :

Le calcul du débit se fait pour les deux régimes hydrauliques permanent et variable sans stockage et en tenant compte du stockage

II-4-1- En régime permanent :

a) Sans stockage :

Le débit caractéristique dans ce régime (sans stockage) définie par la formule ci-dessous.

$$q = \frac{(1-e) \cdot I}{1.486 \cdot K} \dots\dots\dots\text{IV.1}$$

-q : le débit caractéristique en (l/s/h).

-(1-e) : coefficient de la quantité d’eau non évaporé.

- I : l’intensité en mm/h.

Le coefficient (1-e) est déterminé à partir du tableau suivant :

Tableau IV.9 : les coefficients (1-e) en fonctions du type de culture et du sol.

cultures	1- e
prairies	0.5 - 0.6
céréales	0.6 - 0.8
maraîchages	0.8 - 0.9
arboricultures	0.5

Source : Land Drainage .SMEDNA

b) En tenant compte du stockage :

Le stockage est une fraction du volume du sol ou les pores remplies avec l'eau de la pluie et sert temporairement comme réservoir ; la formule de débit dans ce cas est :

$$S = \frac{P}{8.64} \cdot t \quad \text{.....IV.2}$$

S : stockage en mm ; P est la pluie critique en mm.

t : La durée de la submersion en jour.

On :

$$S = h * \mu \quad \text{.....IV.3}$$

Avec :

μ : La porosité efficace en (%)

h : C'est la différence entre la profondeur du drain et la hauteur optimale de la nappe.

Les valeurs de la porosité et la hauteur optimale sont tirés à partir des tableaux (VI .10 et VI .10).

Tableau IV .10: la porosité efficace en fonction de la texture du sol.

Textures	μ (%)
sol très argileux	1 à 2
sol limoneux argileux	4 à 8
sable fin	15 à 20
sable grossier	25 à 30

Source : Land Drainage. SMEDNA

Tableau IV .11: la hauteur optimale de la nappe en fonction de la culture.

Cultures	hop (m)
maraîchages	0.5 à 0.6
céréales	0.6
prairies	0.2 à 0.3
arboriculture	0.8

Source : Land Drainage .SMEDNA

Les deux tableaux sont aussi à partir du notre cours d'irrigation.

II-4-2-En régime variable :

Le débit du drainage est déterminé grâce à la formule VI.5.

$$= - \frac{1}{8 \cdot -64}$$

.....IV.4

S : le stockage en mm

$$= \Delta * \mu$$

.....IV.5

Δ : la hauteur entre le niveau initiale de la nappe (h_0) et la profondeur tolérée au-dessous de la surface (h_1).

Remarque :

Avant de calculer le débit de l'eau à évacuer on prend :

- la hauteur optimale de la nappe {
 - h_{op} pour les maraichages est de 0.5m
 - h_{op} pour les maraichages est de 0.8m

-la porosité efficace : μ est de 5% car les deux profils pédologiques sont à caractère limoneux argileux et ça d'après la granulométrie de ces derniers

-la profondeur du drain est de 0.8m pour les maraichages et 1.5 m pour les agrumes (à partir du la Recommandation de la F .A.O (drainage Design factors -1980)).

De ce fait il ressort que :

- la hauteur critique h_c est {
 - 0. 3m pour les maraichages.
 - 0. 7m pour les agrumes.

-pour le régime variable on admet que la nappe remonte jusqu'à la surface du sol (h_1) donc il faut rabattre la nappe jusqu' 'à la hauteur optimale (h_0) et ceci implique que :

- Δ est

- 0.5m pour les maraîchages.
- 0.8m pour les agrumes

Les débits caractéristiques sont exprimés dans les tableaux VI.12. VI .13

Tableau IV.12: le débit caractéristique en (l/s/ha) pour le régime variable.

	Régime variable
Maraîchages d'hiver	1 .45
Maraîchages d'été	1 .45
Agrumes	0 .93

Tableau VI .13: le débit caractéristique en (l/s/ha) dans le régime permanent.

Cultures	Régime permanent (sans stockage)	
	Méthode n°1	Méthode n°1
Maraîchages d'hiver	1.84	3.02
Maraîchages d'été	1.36	2.57
Agrumes	0.59	1.03
	Régime permanent (en tenant compte du stockage)	
Maraîchages d'hiver	1 .44	2 .91
Maraîchages d'été	0.86	2.43
Agrumes	0.44	1.36

Conclusion et interprétation :

Au terme de ces calculs, il apparaît clairement que les méthodes de traitement statistique des pluies utilisées ont une influence directe sur la détermination du débit critique. La deuxième méthode fait ressortir des débits caractéristiques ayant des valeurs presque doubles par rapport à ceux obtenus par la première méthode. Il s'ensuit donc un surdimensionnement de réseau de drainage.

Au niveau du bassin versant on trouve des terres agricoles et des terres urbanisées, la protection de ces dernières contre les eaux extérieures venant de l'oued principal et ces effluents se fait soit par :

- Création un canal du ceinture aux limites du périmètre ou il existe des dépressions topographiques.
- Recalibrage des oueds.
- Creusement des émissaires artificiels. lorsque les lits naturels sont inexistant.

Le dimensionnement de ces ouvrages est basé essentiellement sur la détermination du débit de crue quinquennale avec les deux méthodes de construction de la série pluviales maximales. Qui est le but de ce chapitre.

I-LE DEBIT DE CRUE [5], [8]:

I-1-La définition d'une crue :

Les crues constituent une situation extrême dans le comportement des cours d'eau. Il s'agit de gonflements fluviaux exceptionnels et irréguliers en période des hautes eaux. Les cubes liquides qu'elles mettent en jeu peuvent en quelques heures exposer les installations humaines à des dommages, parfois à des catastrophes.

On peut définir qu'une crue est une augmentation brutale du débit quelque soit la période durant laquelle le débit dépasse un certain multiple du débit moyen annuelle. La puissance des crues dépend principalement des intensités des averses, de la nature des sols et surtout de sa couverture (végétale. urbanise), de la pente, de la morphométrie du réseau hydrographique et du relief.

I-2-Quelques méthodes d'estimation de débit de crue :

Il existe plusieurs méthodes pour la détermination de débit de crue d'un cour d'eau :

I-2-1- L'hydrogramme unitaire synthétique :

Cette méthode développée par Larrieu est basée sur la concentration des eaux du bassin versant et le tracé des isochrones.

Certaines hypothèses sont admises quant à son application :

- Répartition uniforme de l'averse génératrice de la crue sur le basin versant.
- Vitesse de transfert des eaux est constante de l'amont à l'aval.
- Formule de Giandotti reste valable pour le calcul du temps de concentration.
- Pluie efficace est calculée à partir d'une réduction des pertes.

La construction de l'hydrogramme de crue probable passe par la détermination du débit maximum correspondant :

Le débit est donné par la formule suivante :

$$Q = \frac{S * I}{3.6} \dots\dots\dots V.1$$

Avec :

S : Surface maximum débitante (Km²).

I : Intensité efficace (mm/h).

$$I = \frac{P}{t}$$

Où :

P : Pluie efficace en mm.

t : Temps efficace en heure.

I-2-2-L'hydrogramme probable par la méthode de Sokolovsky :

Sokolovsky considère que l'hydrogramme de crue présente deux branches de courbe. L'une pour la montée et l'autre pour la décrue. Chacune d'elle à sa propre équation :

-pour la montée : $Q = Q_{max} * (t - t_0)^n$

-pour la décrue : $Q = Q_{max} * (t_0 - t)^m$

Avec : n=2 et m=3

Le débit maximum probable est donné par la formule de Sokolovsky :

$$Q = \frac{0.28 * S * (P_{p\%} - H) * K * f}{t} \dots\dots\dots V.2$$

Avec :

0.28 : Coefficient de changement d'unité.

S : Aire du bassin versant en Km².

P_{p%} : Précipitation en mm de probabilité p% correspondant à un temps T .

H : Pertes initiales en mm.

K : Coefficient de ruissellement.

f : Coefficient de forme de la crue.

t : Temps de concentration du bassin versant en h.

Le coefficient de la forme de la crue peut être calculé par la formule :

$f = \text{---}$

est $\left\{ \begin{array}{l} -2 \text{ pour des bassins inférieurs de } 5 \text{ km}^2. \\ -\text{entre } 2 \text{ et } 2.5 \text{ pour les petits bassins non boisés ; sol peu perméable.} \\ -\text{entre } 3 \text{ et } 4 \text{ les bassins boisés. Sol perméable.} \end{array} \right.$

Le temps de base $T_b = t_m + t_d$ avec $t_d = t_m$.

$P_{\%}$. Peut être calculé par la formule de Montana.

$$P_{\%} = P_{\%} \cdot \left(\frac{t}{24}\right)$$

Avec :

b : Paramètre climatique caractéristique de la station pluviométrique.

I-2-3-Les formules empiriques :

En absence de données, on a recours aux formules empiriques :

S : la surface du bassin versant en km^2 .

a) Formule de Mallet –Gauthier :

$$Q = 2. K. \log(1 + 20 H) \sqrt{\frac{1 + \log T - \log S}{L}}$$

.....V.3

Avec :

Q : Débit exprimé en m^3/s .

K: Constant comprise entre (1 et 3).

S : Surface du bassin versant en Km^2 .

L : Longueur de talweg principal en Km

T : période de retour.

b) Formule de Turazza (la méthode rationnelle):

Cette méthode est d'un usage très courant dans les services d'hydrologie. La formule prend en considération globale de tous les facteurs du ruissellement.

$$Q = 0.28. C. i. A \dots\dots\dots V.4$$

Avec :

A : Aire du bassin versant en Km².

i : Intensité moyenne maximale des précipitations pendant une durée égale au temps de concentration en mm /h.

C : Coefficient de ruissellement de la crue.

b) Formule de Giandotti :

$$Q = \frac{C. S. h_{\%} \sqrt{h_{\text{max}} - h_{\text{min}}}}{4\sqrt{S} + 1.5 L} \dots\dots\dots V.5$$

Avec :

S : Surface du bassin versant en Km².

L : Longueur de talweg principal en Km

h_{max} : Altitude moyenne en m.

h_{min} : Altitude minimale en m

h_% : Lamme d'eau précipitée pour une probabilité donnée et d'une durée égale au temps d'une concentration des eaux.

C : Coefficient topographique variant entre 66 et 166.

d) Formule de Fuller :

Fuller est l'un des premiers à introduire la notion fondamentale de la variation du débit maximum probable en fonction de la période de retour T.

$$Q = Q_{\%} \left(1 + \frac{\dots}{\dots}\right) \dots\dots\dots V.6$$

A : Aire du bassin versant en Km².

Q_% : Débit moyen maximum journalier de probabilité p%.

Remarque : On détermine notre débit de crue par la méthode de la méthode rationnelle.

II-ETUDE CARACTERISTIQUE DE BASSIN VERSANT :

Chaque cours d'eau et ces affluents drainent une certaine surface de terrain appelé bassin versant. Le bassin versant fonctionne comme collecteur chargé de recueillir les précipitations et les transporter par écoulement vers le point le plus bas appelé exutoire. Cette transformation est plus au moins rapide suivant les caractéristiques physiques du bassin versant.

II-1-Situation du bassin versant :

Le bassin versant de l'oued Beni Aza est situé dans le flanc du massif montagneux du Feroukha. Le point le plus haut du bassin versant culmine à 1465m d'altitude tandis que le plus bas limité est situé à 147m d'altitude.

II-2-Les caractéristiques de forme de bassin versant :

La carte topographique du bassin versant est représentée par la figure V.1, les mesures de surface et de périmètre sont présentées dans le tableau V.1.

Tableau V.1 : superficie et périmètre du bassin versant étudié.

Bassin	Superficie (Km ²)	Périmètre (Km)
Oued Beni Azzi	15.91	22.22

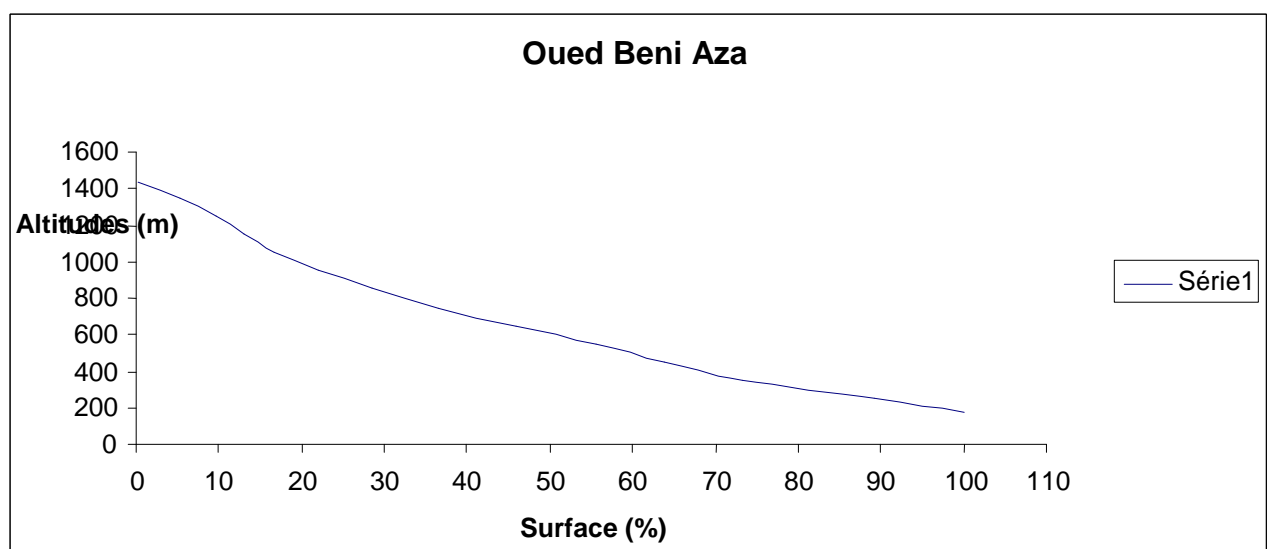
II-3-La courbe hypsométrique :

Les facteurs hydrologiques sont très liés aux altitudes. Ainsi, il est nécessaire de connaître la répartition des surfaces en fonction de leurs altitudes. La courbe hypsométrique donne la répartition des altitudes en fonction de la superficie du bassin. La répartition des surfaces partielles en fonction des altitudes est donnée dans le tableau V.2 :

Tableau V.2 : répartition des surfaces partielles en fonction des altitudes.

Bassin versant de Oued Beni Aza				
Altitudes (m)	Altitude moyenne	Surfaces (Km ²)	Surfaces (%)	Surfaces cumulée (%)
1465-1400	1432.5	0.05	0.31	0.31
1400-1300	1350	0.81	5.09	5.40
1300-1200	1250	0.66	4.15	9.55
1200-1100	1150	0.54	3.39	12.94
1100-1000	1050	0.58	3.64	16.58
1000-900	950	0.86	5.41	21.99
900-800	850	1.04	6.54	28.53
800-700	750	1.26	7.92	36.45
700-600	650	1.52	9.55	46
600-500	550	1.51	9.49	55.5
500-400	450	1.33	8.36	63.85
400-300	350	1.5	9.43	73.28
300-200	250	2.54	16	89.29
200-147	173.5	1.71	10.7	100

La courbe hypsométrique de ce bassin est donnée dans la figure V .2

**FigV.1 : La courbe hypsométrique de bassin versant d'Oued Beni Aza.**

II-4-Altitude moyenne : Elle est donnée par la formule V.7.

$$H = \frac{\sum S H}{S} \dots\dots\dots V.7$$

Avec :

$$H = \frac{H(n) + H(n + 1)}{2}$$

S : Surface partielle entre deux courbes de niveaux successives en (Km²)

S : Surface totale du bassin versant en Km².

H : Altitude moyenne entre deux courbes de niveaux successives en (m).

n : Nombre total de surfaces partielles.

II-5-Indice de compacité :

L'indice de compacité trouvé par Gravelius est le rapport entre le périmètre du bassin versant et la circonférence du cercle ayant la même superficie que le bassin. Ce coefficient est égale à 1 lorsque le bassin est parfaitement circulaire et à 1.128 pour un bassin carré et peut atteindre la valeur 3 pour des bassins très allongés, il est donnée par la formule V.8.

$$K = 0.28 \frac{P}{\sqrt{S}} \dots\dots\dots V.8$$

II-6-Rectangle équivalent :

C'est une notion introduite par Roche dans laquelle ce rectangle a les mêmes caractéristiques que le bassin versant. Il est définit par la longueur L et sa largeur l et par la même surface du bassin versant S. Les dimensions de ce rectangle sont données par les formules suivantes :

-Longueur : $L = K \frac{\sqrt{S}}{1 - (1 - \frac{1}{K^2})}$ V.9

-Largeur : $l = K \frac{\sqrt{S}}{1 + (1 - \frac{1}{K^2})}$ V.10

II-7-Indice de pente globale :

L'indice de pente globale est donné en % par la relation V.11.

$$I = \frac{H_{5\%} - H_{95\%}}{L} \dots\dots\dots V.11$$

Où :

$H_{5\%}$: Altitude correspondante à 5 % de la Surface du bassin versant en m.

$H_{95\%}$: Altitude correspondante à 95 % de la Surface du bassin versant en m.

L : Longueur du rectangle équivalent (Km).

Tableau V.3 : Altitudes correspondants à 5 % et à 95 % pour le bassin versant.

Bassin	$H_{5\%}$ (m)	$H_{95\%}$ (m)
Oued Beni Azzi	1350	200

II-8-Pente moyenne du bassin versant :

Elle donnée par la formule suivante :

$$I = \frac{\Delta H(0.5l_1 + l_2 + \dots + 0.5l_n)}{S} \dots\dots\dots V.12$$

ΔH : est l'équidistance entre 2 courbes de niveaux consécutives en m.

l_1, l_2 : les longueurs des courbes de niveaux en Km.

Les résultats des mesures sont portés dans le tableau ci-dessous.

Tableau V.4 : Les données correspondantes au calcul de la pente moyenne du bassin versant.

Altitudes (m)	Equidistance (m)	Longueur (Km)	$\Delta H * l_i$ en (m.Km)
1400-1300	100	3,346	334,6
1300-1200	100	2,971	297,1
1200-1100	100	3,194	319,4
1100-1000	100	3,714	371,4
1000-900	100	3,716	371,6
900-800	100	4,208	420,8
800-700	100	5,332	533,2
700-600	100	6,475	647,5
600-500	100	7,003	700,3
500-400	100	6,601	660,1
400-300	100	6,179	617,9
300-200	100	4,293	429,3

II-9-Temps de concentration :

C'est le temps met par une particule d'eau provenant de la partie la plus éloignée de l'exutoire pour parvenir à celui-ci. Le temps de concentration est déterminé à l'aide de nombreuses formules parmi lesquelles on cite celle de Giandotti et celle de Kirpich :

- **Giandotti :**

$$t = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8 H - H} \dots\dots\dots \mathbf{V.13}$$

t : Temps de concentration en heure.

L : Longueur du talweg principal (Km)

S : Surface du bassin versant en Km².

H : Altitude moyenne du bassin versant en (m).

H : Altitude minimale du bassin versant en (m).

- **Kirpich :**

$$t = \frac{1}{25} \frac{L \cdot}{H \cdot} \dots\dots\dots \mathbf{V.14}$$

t : Temps de concentration en heure.

L : Distance en mètre entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin.

H : Dénivelée en mètre entre l'exutoire et le point le plus éloigné du bassin.

En vue de la détermination du temps de concentration, on utilisera la formule de Giandotti.

Tableau V.5 : Récapitulatif des résultats relatifs aux caractéristiques de bassin versant d'Oued de Beni Aza.

Caractéristiques du bassin	Oued Beni Aza
<u>Géométrie :</u>	
-Surface S (Km ²)	15.91
-Périmètre P (Km)	22.22
-Indice de compacité K	1.55
<u>Rectangle équivalent :</u>	
-Longueur L en (Km)	9.21
-Largeur l en (Km)	1.75
<u>Paramètre du relief :</u>	
-Altitude maximale H _{max} (m).	1465
- Altitude moyenne H _{moy} (m).	612.18
- Altitude minimale H _{min} (m).	147
-Indice de pente globale I _g (m/Km)	124.86
-pente moyenne I _{moy} (m /Km)	352.70
<u>Réseau hydrographique :</u>	
-Temps de concentration t _c en heure	1. 92
-Longueur du talweg principal (km)	11.40

III- LA DETERMINATION DE DEBIT DE CRUE PAR LA METHODE RATIONALE :

Le calcul de débit de crue est basé sur la détermination des pluies maximales journalières.

a-La détermination des pluies journalières maximales:

La pluie journalière maximale est la valeur correspondante à la quantité maximale de la pluie tombée dans un jour pendant les trois trimestres.

La détermination de la pluie journalière maximale est basée sur la série de pluie quand on a obtenue dans le chapitre III par les deux méthodes. Les résultats sont exprimés dans le tableau V.6.

Remarque : On a pris la série pluviométrique de la station de Beni Mered pour le dimensionnement du bassin versant qui se trouve au bord de celle-ci.

Tableau V.6 : Pluies journalières maximales à partir de (1^{ère} et la 2^{ème}) méthode :

Année	$P_{\max j}$ (1 ^{ère} méthode)	$P_{\max j}$ (2 ^{ème} méthode)
1975	5.5	32.6
1976	10.5	33.2
1977	12.6	34.3
1978	14	37.3
1979	14.6	37.7
1980	14.7	37.8
1981	14.9	37.9
1982	15.2	38.6
1983	16.2	40.7
1984	16.3	41.5
1985	16.3	42
1986	17.6	44.7
1987	17.7	45.4
1988	18.9	46.8
1989	19.2	46.9
1990	19.9	47
1992	21.6	47.6
1993	23.3	48.2
1994	23.8	49.2
1995	27.3	52.8
1996	27.8	53.9
1997	28.7	56
1998	29.6	60.9
1999	31.7	62.1
2000	38.3	64.8
2001	38.4	67.6
2002	38.6	72.6
2003	46.1	85.1
2004	46.2	85.1
2005	52.8	96.6
2006	64.8	98.4
2007	98.4	101.4

b-La détermination des pluies journalières maximales probables:

Pour obtenir les pluies journalières maximales probables on a fait un ajustement de la série pluviométrique trouvée précédemment. Les ajustements des pluies journalières maximales des deux méthodes sont donnés par les figures V.2.et V. 3.

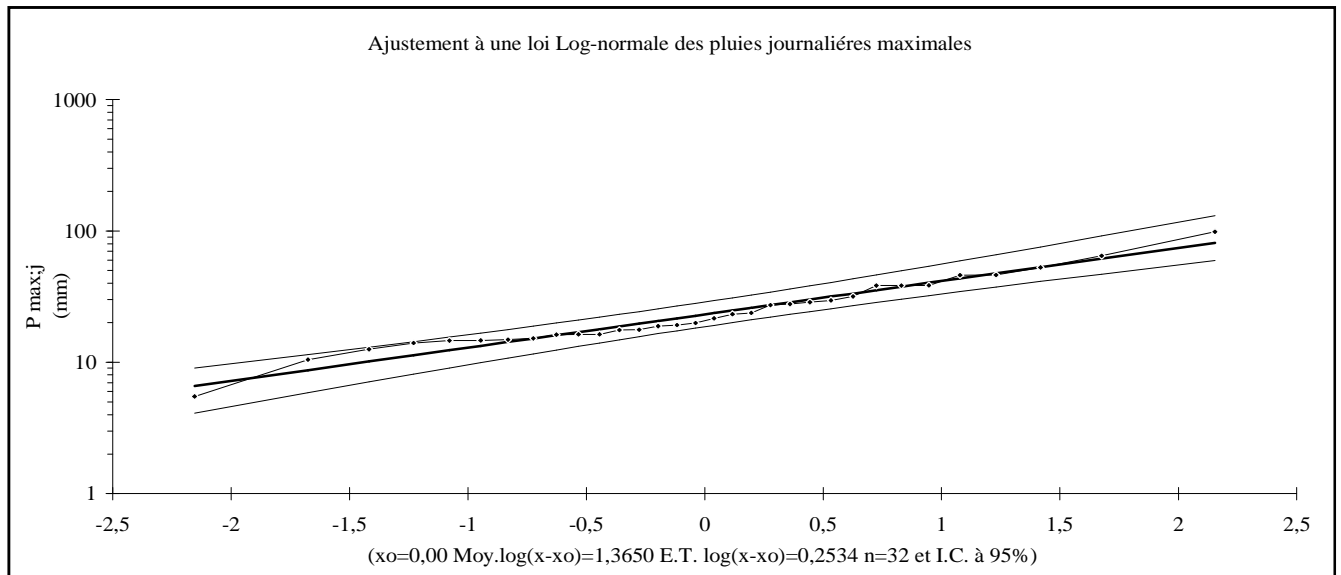


Fig V.2 : L'ajustement des pluies journalières maximales de la première méthode.

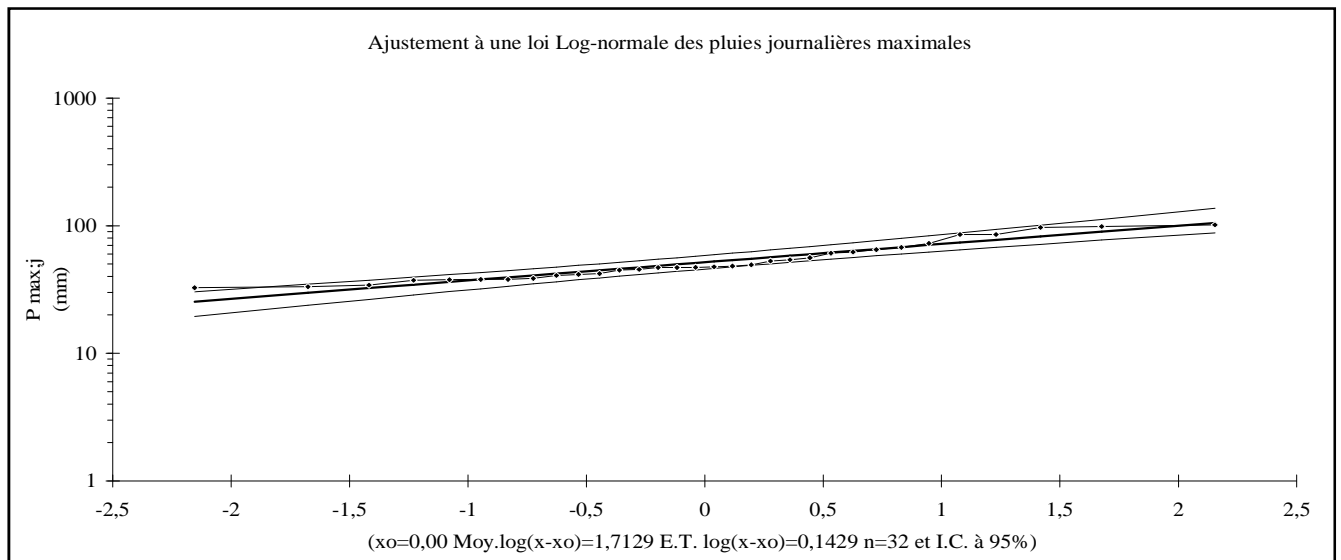


Fig V.3 : L'ajustement des pluies journalières maximales de la deuxième méthode.

Les quantiles obtenus sont résumés dans le tableau V.7 .

Tableau V.7 : Les hauteurs d'eau de la station de Beni Mered dans les périodes de retour (5ans) pour les deux méthodes.

La première méthode			
Période de retour (an)	P . % (mm)	Borne inférieure	Borne supérieure
5	37.86	30.42	50.18
La deuxième méthode			
Période de retour (an)	P . % (mm)	Borne inférieure	Borne supérieure
5	68.10	60.18	79.81

Les valeurs des résultats de calcul de l'intensité et de débit maximum sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau V.8 : Les débits de crue dans la période de retour (5ans) pour les deux méthodes.

	La première méthode	La deuxième méthode
Intensité en (mm /h)	19.72	35.47
Débit maximum en m ³ /s	70.27	126.40

Conclusion :

Le choix du débit pour le dimensionnement du canal de ceinture et le recalibrage des oueds ce fera à partir des valeurs des débits obtenus par la première méthode qui sont de moitié moins important que ceux obtenus par la deuxième méthode.

CONCLUSION :

L'élaboration des courbes Hauteur- Durée- Fréquence des pluies relevées sur différentes stations pluviométriques de la Mitidja Centre à savoir Boufarik, Beni Mered, Oued El Alleug, Chiffa et RN 4 Chiffa nous a permis en définitif de déterminer le débit ou les débits caractéristiques.

Le débit caractéristique est l'élément fondamental dans le dimensionnement d'un réseau de drainage. Nous avons donc calculé ces débits en fonction de la pluviométrie, de la pédologie et du type de cultures.

Ces résultats sont à notre avis exploitables pour toute personne voulant travailler dans le secteur de la Mitidja Centre.

Toutefois, il est à noter que l'analyse statistique des pluies doit répondre à des critères bien précis .en fait pour le drainage, le mode de dépouillement des épisodes pluvieux est très important à choisir car comme nous l'avons vu, on peut passer du simple ou double pour les valeurs des pluies maximales donc aussi pour les débits caractéristiques. Ceci entraînant des surcoûts et un surdimensionnement du réseau du drainage.

A l'avenir il faudrait être prudent en exploitant le relevé des pluies maximales journalières établi par l'ARNH car les objectifs diffèrent d'une discipline à une autre.

On peut noter cependant que les relevés fait par les services de L'ARNH sont fiables. L'ajustement statistique de ces valeurs l'a prouvé, les coefficients de régression étant bon hormis celui de station d'Oued El Alleug pour qui l'ajustement des pluies ayant de période de retour de deux ans est faible.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- [1] **ANRH** Données pluviométriques. Document interne. Direction régionale. Blida.
- [2] **A. MERMOND, A. MUSY, M. SOUTTER** Ingénierie des Eaux et du Sol (Processus et aménagement). Presses polytechniques et universitaires romande. 2007
- [3] **A. MERMOUD** .Notes de cours : Eléments de drainage des sols agricoles.
- [4] **ATKINS & PARTNERS, M. MACDONALD & PARTNERS.** Etude de l'Aménagement Hydro- Agricole de la Plaine de la Mitidja. Mai 1995.
- [5] **BENINA TOUAIBIA** Manuel pratique d'hydraulique. Mars 2004
- [6] **BOUAICHI Ilhem** Mémoire de fin d'étude, Contribution à la régionalisation du débit pluvial dans la région de Tipaza. 2005
- [7] **HARFOUF Mustapha** Problématique de drainage dans la Mitidja, Etude d'un cas périmètre d'irrigation à l'aval du barrage Boukardane (W.Tipaza). Mémoire de fin d'étude. 2003.
- [8] **LAMBERT .K SMEDNA, DAVID W .RYCROFT** .Land Drainage .1983 .
- [9] **Z.BENKHAOA, L.BERKEMEL.** Etude agro-pédologique de la Mitidja Centre .1992.
- Sites d'internet :
- [10] [www .ELSEIR.com /LOCATE/JHYDROL](http://www.ELSEIR.com/LOCATE/JHYDROL)
- [11] www.wikipedia.com

Tableaux. I. a. Les pluies de 1 jour jusqu'aux 6 jours de la station de Boufarik de la 1^{er} méthode.

	1 ^{er} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	12,9	29,1	1,6	89,2	0	108,4
1976	17,7	27,7	18,8	0	0	52,7
1977	12,6	13,2	0	0	82	0
1978	17,8	49,6	0	54,2	0	67,8
1979	30,1	21,5	0	56,8	61,2	0
1980	15,8	20,5	14	25,5	0	0
1981	1,8	4,3	0	31,6	0	0
1982	11,4	4,4	12,6	25,3	95,7	0
1983	2,3	14,6	0	19,1	0	0
1984	9,6	31,8	0	0	0	50,3
1985	3,2	20,9	0	134,1	0	0
1986	16,6	21,8	72,9	96,6	0	0
1987	27	27,4	9,1	0	0	0
1988	8,6	39,2	7,1	46,6	0	0
1989	21,3	2,6	2,3	0	0	0
1990	23,2	18,3	2,6	0	17,6	0
1991	9,1	8,9	129,9	31,1	0	0
1992	51,2	5,6	0	0	0	75,1
1993	14,2	40,2	0	88,5	0	0
1994	34,1	17,4	0	24,9	0	47,9
1995	1,8	32	46,5	36,8	0	0
1996	26,4	82,5	0	0	0	0
1997	8,7	62,1	47	0	38,4	0
1998	5,9	0	0	23,3	0	0
1999	22,8	19,3	0	38,6	0	0
2000	6,2	35,8	0	22,7	81,2	0
2001	28,4	21,1	19,7	43,4	0	0
2002	22,5	18,3	22,3	36	0	0
2003	14,6	13,1	23	0	0	33,9
2004	14,8	20,2	0	0	0	59,5
2005	4,8	51,6	13,6	11	0	0
2006	18	27	0	0	31,4	0

ANNEXE

	2 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	14,9	29,3	24,3	68,5	38,9	0
1976	11,2	23,2	17,7	27,7	18,8	0
1977	6,9	34,5	22,7	0	0	19,7
1978	15,4	30	53,3	32,1	0	0
1979	26,8	11,1	70,6	25,7	58,3	0
1980	3,4	35	47,1	36,4	15,4	87,4
1981	1,4	41,3	0	0	0	0
1982	1,3	19,5	28,5	28,9	0	75,6
1983	12,6	35,1	61	0	48,7	0
1984	7,2	25,3	8,7	48,9	26,2	0
1985	26,3	37,7	21,8	35,1	0	0
1986	12,7	59,7	30	84,8	73,8	62,8
1987	21,2	14,7	24,1	0	20,7	0
1988	12,1	31,6	23,2	0	0	0
1989	13	5,1	21,2	0	32,5	0
1990	21,4	41,6	32,8	49,9	0	0
1991	1,4	3	9,5	25,5	0	0
1992	3,2	30,9	27,7	23,6	0	34,6
1993	12,5	29,5	135,1	0	0	0
1994	4,9	22,2	32,7	79,5	0	0
1995	8,4	14,8	0	74,2	60,1	0
1996	10,8	15,1	33,6	0	0	0
1997	25,2	3,4	0	50,7	18	0
1998	13,3	6,7	38,9	49,7	20	60,4
1999	4,5	23	0	0	0	110,9
2000	9,7	20,8	30,2	81	0	0
2001	1,4	4,8	31,1	0	0	0
2002	12,1	12,9	57,9	0	0	0
2003	29	31,5	50,5	24	0	0
2004	7,9	59,5	44,3	30,7	25,9	0
2005	3	39,9	46,3	35,9	0	56
2006	3,7	21,9	60	26,5	0	0

ANNEXE

	3 ^{ème} trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	7,2	26,1	25,8	21	8,5	0
1976	2	4,7	38,9	28,4	69,7	0
1977	28,8	26,1	0	27,8	0	0
1978	6,4	11,2	20,7	0	94,7	0
1979	15,1	23	85,5	54	0	0
1980	12	46,7	27,2	0	0	0
1981	11,5	7,9	19,5	21,9	0	53,1
1982	4,1	1,1	18,5	0	0	0
1983	6,2	34,6	6,3	21,5	0	0
1984	25,6	27,8	29,2	0	28,2	0
1985	10,8	7,6	26,1	0	0	0
1986	6,9	0	4,6	14,1	0	0
1987	1,2	44,6	0	32	8,1	0
1988	3,8	20,5	8	62,2	0	0
1989	13,7	13,3	47,1	25,2	0	0
1990	22,5	27,8	8,1	24,4	0	0
1991	13,8	0	69,5	41,5	33,3	0
1992	35,8	0	13,6	25,7	0	0
1993	2,8	5,2	9	0	0	0
1994	40,7	5,8	52,4	0	0	0
1995	5,8	6,8	33,2	0	180,4	0
1996	10,6	11	13,7	0	0	0
1997	6,3	37,7	41,6	92,2	52,4	0
1998	2,1	26,6	0	22,9	0	0
1999	13,4	40,1	0	0	0	0
2000	25,5	21,5	0	0	12	0
2001	26,4	11,5	0	35	0	48,7
2002	8,9	16	22,2	57,8	0	0
2003	49,3	31,9	43,2	50,9	0	0
2004	5,9	29,5	0	0	0	0
2005	2,4	11,8	113,7	0	0	0
2006	9,9	43,6	36,1	27,2	0	49,7

Tableaux. I. b. Les pluies de 1 jour jusqu'aux 6 jours de la station de Beni Mered de la 1^{er} méthode.

	1 ^{er} trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	14,9	25	94,1	82,9	0	0
1976	10,5	25,2	10,4	0	0	43
1977	11,8	16,4	0	83,6	0	0
1978	4,5	0	67,8	51,8	97,9	0
1979	3,1	22,2		0	62,2	0
1980	15	25,2	0	0	0	0
1981	8,2	0	0	33,8	0	0
1982	6,6	96,3	37,4	0	0	0
1983	16,6	7,8	0	0	0	0
1984	21,7	35	38,6	175,8	0	0
1985	98,4	80,8	11,4	0	0	0
1986	8,7	5,3	49,7	75,5	0	0
1987	52,8	0	0	0	0	0
1988	8,2	21,6	0	45,9	0	0
1989	21,6	3,7	0	0	0	0
1990	1,5	45,8	0	0	26,9	0
1992	64,8	2,1	0	0	0	91,4
1993	8,7	32,4	28,5	109,7	0	0
1994	38,3	40,2	0	38,4	0	0
1995	7,3	5,3	88,2	31,5	0	0
1996	25,6	72,2	0	0	0	0
1997	46,2	90,4	0	38,3	0	0
1998	14	20,6	0	35,2	0	0
1999	2,4	15,6	15,4	66,2	0	0
2000	12,3	32,2	0	0	101,3	0
2001	19,9	11,5	10,5	48,5	0	0
2002	46,1	31,3	50,5	66	0	0
2003	12,1	26,9	33,5	0	0	0
2004	27,3	0	0	67	0	0
2005	14,6	52,3	17	0	14,2	0
2006	29,6	42,1	3,8	0	0	0
2007	15,6	12,7	69,5	146,9	0	0

ANNEXE

	2 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	6	28,9	25,1	67,5	45	0
1976	3,7	17,8	12,2	24,1	86,9	31,8
1977	6,3	0,7	23,5	0	0	15,7
1978	1,3	27,2	57,3	38	0	0
1979	23,8	17,1	71,8	84,3	0	0
1980	21,4	36,8	41	0	108,1	0
1981	0	43,5	37,2	0	78,1	0
1982	17,6	45,7	0	0	65,9	0
1983	18,4	73,2	34,6	0	0	0
1984	18	21,1	27,1	66,4	0	0
1985	12,5	110	0	0	20,7	0
1986	16,4	43,5	102,6	113,2	0	0
1987	14,6	17,1	25,1	0	0	0
1988	14,7	15,9	63,5	0	108,2	0
1989	19,5	0	14,6	26	0	0
1990	16,2	27,9	33,7	0	40,3	0
1992	16,7	25	15,9	38,4	0	0
1993	18,9	28	0	143,6	0	0
1994	10,4	40	43	0	121	0
1995	8,1	21,6	67,9	64,3	0	0
1996	11,2	33,4	20,9	0	0	0
1997	29,8	25,5	18,1	15,1	48,1	0
1998	8,5	5,7	40,8	53,1	0	0
1999	1,4	33,3	0	0	0	144,8
2000	7	21,3	78,5	0	79,3	0
2001	2,4	5,9	35,1	37,9	0	0
2002	0	43,8	18,5	74,3	48,1	88,2
2003	2,3	17,9	24,6	0	0	0
2004	26,4	37,6	58,2	75,1	39,6	0
2005	3,4	50,4	59,2	54,6	0	0
2006	5	54,2	0	0	0	0
2007	14,4	11	0	28	0	0

ANNEXE

	3 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	13,2	32,1	18,3	17	24,5	0
1976	8,3	1,3	47,9	57,6	69,4	0
1977	17,7	25,1	28,8	49,2	0	0
1978	5,5	9,4	0	11,2	82,2	0
1979	17,7	19,2	52,5	0	0	0
1980	27,8	44,2	0	0	0	0
1981	19,2	0	26,1	82,4	0	0
1982	8,6	14,4	0	0	0	0
1983	38,4	30,2	38,5	16,1	0	0
1984	38,6	10,5	35,6	0	0	0
1985	12,3	20,6	58,8	0	0	0
1986	28,7	0	16	10,9	0	0
1987	3,2	15,4	38,9	39,3	0	0
1988	8,6	29,2	37,9	37,1	0	0
1989	20,6	20,9	34	51,4	0	0
1990	4,2	31,1	46,6	0	0	0
1992	12,3	36,9	1,2	0	0	0
1993	2,3	7,6	12,3	0	0	0
1994	34,6	9,2	66,7	0	0	0
1995	12,6	11,6	32,5	11,2	200,9	0
1996	31,7	40,3	18	0	0	0
1997	8,7	29,1	45,7	85,6	0	0
1998	8,2	17,1	0	8,4	0	0
1999	16,3	32,7	0	0	0	0
2000	15,2	21,7	0	0	0	0
2001	4	12,6	37,7	0	0	0
2002	4,2	21,8	85,1	0	0	0
2003	16,3	35,5	75,5	0	0	0
2004	10,2	18,1	40,1	0	0	0
2005	0	7,2	0	135,6	0	0
2006	4	20,4	0	0	0	83,8
2007	23,3	0	49,6	0	0	0

Tableaux. I. c. Les pluies de 1 jour jusqu'aux 6 jours d'Oued El Alleug de la 1^{er} méthode.

	1 ^{er} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1980	5,4	22,5	0	0	0	0
1981	4,4	5,1	0	26,8	0	0
1983	2,6	8,4	0	19,3	0	0
1984	0	0	0	0	0	0
1985	0	0	0	0	0	0
1986	13,7	13	47,7	43,1	0	0
1987	0	0	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0
1991	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	0	0	0
1993	0	0	0	0	0	0
1994	0	0	0	0	0	0
1995	0	0	0	0	0	0
1996	25,6	72,2	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0	0
1998	5,3	22,6	23,6	22,9	0	0
1999	7,8	17,9	28,2	62,6	0	0
2000	10,2	32,6	6,6	0	114,1	0
2001	17,5	36,5	15,1	38,7	0	0
2002	47,9	0	44,1	44,3	0	0
2003	14,3	6,1	11,4	0	0	36,2
2004	26,7	5,6	0	0	0	0
2005	21	43,4	5,7	14	0	0
2006	13,5	39,8	0	0	0	0

	2 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1980	0,8	26,1	30,5	17,3	88,1	0
1981	5,1	36,2	30,3	0	99,7	0
1983	11,2	28,9	91,8	0	46,5	0
1984	6,5	20,9	41,7	0	0	0
1985	2,2	27,2	87	15,6	0	0
1986	8,4	43	96,2	0	67,2	0
1987	26,5	28,4	14,2	0	0	0
1988	23	6,5	1,7	26,4	0	0
1989	6,8	31	0	0	0	0
1990	31,4	36,6	0	0	0	25,6
1991	16,2	7,5	103,1	0	0	17
1992	52,8	11,7	0	0	0	82,5
1993	7,3	36,1	15,6	0	0	0
1994	14,7	46,2	0	0	46,8	0
1995	4,3	47,7	0	86,4	0	0
1996	11,2	33,4	20,9	0	0	0
1997	9,2	108,5	57,7	16,9	39,3	0
1998	10	8,6	38,5	67,9	25,7	75,7
1999	6	25,4	0	0	0	124,4
2000	2,5	15,6	23,5	63,9	0	57,3
2001	6	6,4	31,2	34,2	0	0
2002	18	25,8	55,7	0	24	0
2003	25,9	36,7	43,9	57,6	0	0
2004	16	36,4	61,6	19,5	39,4	0
2005	1,3	52,7	35,6	31,4	36,8	0
2006	5,3	27,4	62,4	0	0	0

	3 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1980	14	26,5	43,8	0	0	0
1981	4,8	7,6	28,1	30,6	0	50,8
1983	12,6	50	14,4	32,2	0	0
1984	8,5	28,8	0	45,9	0	0
1985	28,3	31,2	16,1	31,3	19,6	0
1986	9,5	12,2	0	0	0	0
1987	19	10	19,2	0	0	0
1988	15,6	12,6	30,9	0	0	0
1989	4,1	12,9	19,3	25,8	0	0
1990	0,6	30,2	34,2	18,8	20,7	0
1991	1,4	7,7	8,6	18,5	179,2	0
1992	1,3	10,4	29,7	23,4	41,3	0
1993	26,5	26,3	6,1	0	0	0
1994	3,5	26,9	26,5	59,9	0	0
1995	12,5	15,6	44,1	64,7	40,6	0
1996	31,7	40,3	18	0	0	0
1997	17,1	24,6	10	0	42,4	0
1998	2,1	26,6	0	15,2	0	0
1999	13	28,3	0	0	0	0
2000	14,2	25,1	4,1	0	0	0
2001	8,7	29,5	0	0	46,7	59,2
2002	6,3	25,4	14,9	63,2	0	0
2003	17,8	6,3	30,1	67,9	0	0
2004	1,5	29,7	0	0	0	0
2005	7,2	8,6	6,5	107,4	0	0
2006	40,3	28,4	0	24,3	27,6	0

Tableaux. I. d. Les pluies de 1 jour jusqu'aux 6 jours de la station de Chiffa de la 1^{er} méthode.

	1 ^{er} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	11,1	16,9	7,4	67,1	0	0
1976	22,6	18,4	0	0	0	47,4
1977	20,5	11,7	0	58,4	0	0
1978	9	52,4	53,8	0	76,1	0
1979	13,2	24,1	9,1	0	81,6	0
1980	3,4	13,5	24,8	0	0	0
1981	1	28,4	5	0	0	0
1982	5,2	0	38,5	39,8	115,3	0
1983	2,5	16	0	0	0	0
1984	4,5	30,7	26,8	0	200	0
1985	6,9	0	31,4	107,3	25,4	0
1986	57,1	13,7	35,5	36	0	0
1987	49,1	38,2	14,2	0	0	0
1988	28,8	11,9	0	10,2	0	0
1989	11	18,5	0	0	0	0
1991	20,2	24,9	67,5	0	0	0
1992	37	11,5	73,7	0	0	0
1993	11,5	42,7	0	0	0	0
1994	60,6	44,1	0	0	30,8	0
1995	8	53	0	85,7	0	0
1996	25	46,6	0	0	0	0
1997	16,7	79,7	0	28,1	0	0
1998	18	16	12	35,3	0	0
1999	6	0	10,5	28,6	0	56,3
2000	27,7	0	12	102	0	0
2001	24	7,2	0	52,5	0	0
2002	35,5	23	25,9	32	0	0
2003	23,5	36	0	0	0	0
2004	26	10,7	0	0	0	73,7
2005	11	39,3	16	0	0	0

ANNEXE

	2 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	6,6	35	74,5	45,2	48,7	0
1976	7,6	14,4	9,1	0	84,4	44,7
1977	5,7	0	26,1	0	29,8	15,1
1978	2,6	28,5	56,3	25,5	0	95,1
1979	18,5	20,8	74,9	0	116,3	0
1980	25,8	0	0	17,2	136,2	77,4
1981	0	23,4	21,6	0	0	0
1982	4,8	14	0	17,4	80,5	0
1983	34,6	68,9	55	30,7	0	42,4
1984	2,4	24	28,6	19,7	96,9	0
1985	3,1	34	10,9	21,6	0	0
1986	6,8	115,2	49,4	0	0	63,2
1987	12,1	15,9	24,3	0	0	0
1988	8,2	3	17,1	14	0	0
1989	21,5	4	0	14,7	27,3	0
1991	2,2	9,2	4	23,3	0	0
1992	31,7	20,6	27,6	0	51	0
1993	16	119,7	0	29,3	0	0
1994	4,3	31,3	27,7	0	0	0
1995	9,1	26,7	0	53,1	0	0
1996	20	7,8	43,7	0	0	0
1997	16,2	41,5	17,5	0	29,6	0
1998	11	14	47,7	77,7	0	103
1999	6,5	23,2	0	0	0	149,6
2000	18,2	20,6	39,5	69,5	0	0
2001	8,5	8	38	0	0	0
2002	26,5	25	59,5	0	69,9	0
2003	19	56,5	18,5	0	0	0
2004	19,5	35,2	46	49,7	0	0
2005	14,4	48	0	0	0	90,3

ANNEXE

	3 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	10,4	19,2	37,6	0	22,2	0
1976	9,8	5	54,2	0	0	0
1977	14,8	19,8	29,2	37,7	117,3	0
1978	14,5	12,6	20,7	0	99,7	0
1979	13,6	24,4	58,8	71,6	0	0
1980	15	24	14,5	63,6	0	0
1981	8,3	11,6	24,6	27,7	0	0
1982	0	10,9	24,7	5,7	0	0
1983	21,5	42,2	0	27,2	0	0
1984	16,5	41,8	15,6	0	0	0
1985	14,7	6,3	30,5	0	0	0
1986	6	0	13,4	0	0	0
1987	2	31,9	31,9	0	0	0
1988	16,7	26,2	13,2	58,2	0	0
1989	6,1	19	24,6	44,6	0	0
1991	9	27	70,7	13	57	0
1992	7	39,6	14	21,7	0	0
1993	25,5	16,8	11,6	0	0	0
1994	37,3	4,2	62,8	0	0	0
1995	7	8	31,8	17,1	0	0
1996	10,6	24,9	0	0	0	0
1997	12	20	34,5	82,6	0	0
1998	4,5	38	13,2	0	0	0
1999	16,5	46,2	0	0	0	0
2000	12,7	73,1	10,9	0	0	0
2001	10,5	17,2	5	0	0	52,1
2002	8,5	22,5	18,5	64,1	0	0
2003	31,5	67	36,5	46,2	0	0
2004	6	22,6	0	36	0	0
2005	10,6	0	0	0	0	120,8

Tableaux. I. e. Les pluies de 1 jour jusqu'aux 6 jours de la RN4 Chiffa de la 1^{er} méthode.

	1 ^{er} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1976	10,7	15,8	14,9	67,7	0	0
1977	2,3	16,1	6,6	93	0	0
1978	3,7	25,3	38,2	0	52,2	0
1979	18,9	16	0	0	0	85,1
1980	7,3	8	13,7	0	38,3	0
1982	4,2	5,4	18,3	36,5	29	186,5
1983	6,7	0	35,6	24,2	0	0
1984	1,5	0	0	38,8	94,1	0
1985	4,3	5,7	9,3	34,3	0	0
1986	7,1	15,7	30	33,6	0	0
1987	10,7	24,6	0	29,1	0	0
1988	6,2	17,7	19,9	10	0	0
1989	26,1	7,4	0	0	0	0
1990	32,7	21,7	0	0	27,2	0
1991	22,6	8,8	42,3	11,1	0	0
1992	48,4	10	0	0	0	84,6
1993	2,7	28,3	18,2	0	0	0
1994	17,1	62,4	0	0	0	61,6
1995	22,4	28,2	75,2	0	0	0
1996	3,7	58,6	0	0	0	0
1998	3,9	10,2	8,8	32,7	0	0
1999	13,7	0	2,9	59,4	0	0
2000	34,4	0	17,5	0	116,8	0
2001	17,1	37,7	17,8	31,7	8,8	0
2002	44,9	18,6	31	0	0	36,4
2003	29,7	13,7	0	0	46,6	0
2004	22,2	6,4	0	0	52,1	0
2005	17,2	46,7	16,4	0	0	0

	2 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1976	11,3	25,2	89,3	54,3	0	0
1977	3,8	5,8	15,3	0	0	0
1978	0,2	5,5	15,1	31,5	17,8	0
1979	18,6	13,3	57,1	29,7	0	0
1980	35,6	0	18,7	66,8	61,8	0
1982	4,1	4,7	0	0	44,9	0
1983	3,8	72,1	36,7	41	0	0
1984	0	16	24,3	41,9	30,2	0
1985	7,6	13,3	38,6	10,1	0	0
1986	3,8	39,6	36	44,6	0	78,1
1987	24,4	5,9	10,7	31,5	0	0
1988	10,4	16	9,2	0	0	0
1989	3,9	5,2	20	5	0	0
1990	17,9	41,3	25,9	0	39,9	52,8
1991	2,7	2,3	0	21	175,7	0
1992	10,6	3,9	24,6	37,8	0	36,9
1993	2,5	100	0	0	0	31,6
1994	0	17,2	75,3	0	0	0
1995	7,9	28,1	72,3	39,8	44,5	0
1996	38,8	52,5	0	0	0	0
1998	8,8	7,9	58,7	60,9	23,7	87,4
1999	5,5	18,4	0	0	0	137,3
2000	17,3	22	45	0	52,1	0
2001	4,1	12,6	43,5	0	0	0
2002	8,1	50,6	42,1	46,2	43,8	86,9
2003	28,6	53,7	39,4	26,3	0	0
2004	1,4	23,9	62,1	54,4	25,2	0
2005	5	47,4	35,6	32,9	0	0

	3 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1976	10	9,5	0	0	0	0
1977	6,3	14,6	12,2	0	0	102,7
1978	7,1	18,9	0	18	41,8	0
1979	7,2	24,2	53,6	13,7	34,6	0
1980	23,9	18,8	0	14,3	0	27,4
1982	2,1	0,9	0	43,4	0	0
1983	3,1	39,1	4,4	40,3	0	0
1984	17,9	7,4	27,6	31,5	15,8	0
1985	11,1	15	11,4	0	0	0
1986	3,6	6	26,9	0	0	0
1987	7,7	5	27,1	36	0	0
1988	6,3	11,1	32,3	42,1	0	0
1989	16,8	7,8	23,2	26,9	44,9	0
1990	26,2	8,1	29,5	21,7	0	0
1991	9,8	7,2	71	55,2	0	0
1992	24,8	18,6	0	0	0	0
1993	3,7	20,1	38,5	0	0	0
1994	27,2	11,7	52	0	0	0
1995	0,3	8,8	0	0	0	75,3
1996	9,8	7,9	0	32	0	0
1998	6,9	44,6	12,4	0	0	0
1999	2,7	52,1	0	24,7	0	0
2000	21,5	40	0	0	29	0
2001	6,2	33,3	4,3	42,3	0	44,5
2002	8,5	21,4	20,4	54,1	0	0
2003	10,2	35,1	21,4	50,1	75	14,5
2004	6,8	16,9	0	35,4	0	0
2005	6,5	4,1	5,4	109,4	0	0

Tableaux. II. c. Les pluies de 1 jour jusqu'aux 6 jours d'Oued El Alleug de la 2^{ème} méthode.

	1 ^{er} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1980	18,5	22,5	0	0	0	0
1981	15,5	23,2	25,6	26,8	0	0
1983	12	15,8	17,8	19,3	0	0
1984	114	220,5	242,2	254,7	262,1	272,1
1985	86,2	86,7	15,6	0	0	0
1986	25,6	39,7	47,7	43,1	0	0
1987	26,5	28,4	14,2	0	0	0
1988	23	17,5	23,1	26,4	0	0
1989	30,9	31	0	0	0	0
1990	33,1	36,6	20,4	23,3	23,8	25,6
1991	83,4	95,68	110,68	9,8	0	0
1992	52,8	61,5	67,4	67,6	73,2	82,5
1993	25,1	36,1	15,6	0	0	0
1994	45,8	46,2	38,8	41,3	46,8	0
1995	51,1	75,6	86,1	86,4	0	0
1996	62,6	85,4	0	0	0	0
1997	80,5	108,5	57,7	39	39,3	0
1998	25	41,1	50,6	51	56,9	66,1
1999	32	47,1	52,1	62,6	0	0
2000	44,7	72,2	95,2	112,1	114,1	0
2001	36	36,5	36,8	38,7	0	0
2002	47,9	40,7	44,3	0	0	0
2003	22,2	28,7	29,6	32,6	33,9	36,2
2004	27,7	35,3	39,4	45,5	52	56,1
2005	28	43,4	14	0	0	0
2006	32,7	39,8	0	0	0	0

ANNEXE

	2 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1980	33	57,7	70,7	83,2	88,1	0
1981	48,8	69,7	78	91,4	99,7	52
1983	50,6	85,5	91,8	45,7	46,5	0
1984	38	71,7	78,4	83	87,2	94,7
1985	28,3	31,2	31,1	31,3	0	0
1986	47,3	84,2	96,2	63,6	67,2	0
1987	19	15,9	19,2	0	0	0
1988	49,8	88,3	89,1	89,2	89,4	90,8
1989	15,7	17,5	22,5	25,8	0	0
1990	30,2	35,9	50	55,7	58,7	62
1991	89,2	124,1	163,5	173	183,7	0
1992	23,4	29	33,6	39,8	41,3	0
1993	68	109,9	110,9	111,2	112	112,1
1994	32,5	42,5	55,8	59,9	0	0
1995	42	55	62,5	64,7	40,6	0
1996	21,6	37,1	41,7	24,8	0	0
1997	24,2	33,6	37,4	41,7	42,4	0
1998	43	47,6	66,8	67,9	72,6	75,6
1999	37,8	57,1	75,9	81,2	106,7	124,4
2000	32,8	61,5	63	63,9	57,2	57,3
2001	18,2	25,3	31,5	34,2	0	0
2002	43,4	50,9	55,7	50,5	56,1	66,6
2003	38	54,9	57,2	57,6	0	0
2004	45,7	61	61,6	38,8	39,4	0
2005	34,2	52,7	44,7	63,9	77,2	82,4
2006	25,6	51	62,4	48,3	65,2	66,4

ANNEXE

	3 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1980	25,1	43,6	43,8	0	0	0
1981	26,9	31,9	45,1	48,9	50,2	50,8
1983	32,3	50	30,3	32,2	0	0
1984	51,7	81,4	83,8	103,7	108,5	125,1
1985	22,1	33,1	36	48,5	53,1	63,9
1986	9,5	12,2	0	0	0	0
1987	24,7	33,1	35,3	38,2	0	0
1988	25,7	42,5	46,5	47,8	0	0
1989	23,1	25,1	25,6	25,9	0	0
1990	25,1	27,8	19,6	20,5	0	0
1991	37,8	51,8	63,5	49,5	55,2	58,8
1992	21,7	13,5	20,5	21,7	0	0
1993	16,4	26,9	28,4	0	0	0
1994	46,2	38,7	39,8	15,9	0	0
1995	62	111	152,8	156	169,9	0
1996	18	22,9	0	0	0	0
1997	31	52,5	59,5	64	64,7	0
1998	21,9	26,6	11,6	15,2	0	0
1999	18,1	28,3	0	0	0	0
2000	20,1	25,1	4,1	0	0	0
2001	29	36,1	43,5	52	55,6	59,2
2002	26,6	44,4	56,1	63,2	0	0
2003	45	66,2	67,1	67,9	0	0
2004	18,3	29,7	0	0	0	0
2005	53,6	103,6	106	107,4	0	0
2006	40,3	28,4	24	24,3	27,6	0

Tableaux. II. e. Les pluies de 1 jour jusqu'aux 6 jours de la RN4 Chiffa de la 2^{ème} méthode.

	1 ^{er} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1976	39	53,6	64,6	67,7	0	0
1977	58,5	75,9	92,8	93	0	0
1978	20,8	30,1	42,8	48,9	52,2	0
1979	26,9	46,2	63	84,1	96,2	99,8
1980	11,4	16,6	23	33,1	38,3	0
1982	52,5	103,6	140	160,6	176,9	186,5
1983	19,8	29	35,6	24,2	0	0
1984	33,5	66,8	82,2	89,6	94,1	0
1985	17,3	23	34,2	34,3	0	0
1986	17	26,3	30,6	0	0	0
1987	15	28,5	28,8	29,1	0	0
1988	16,6	17,7	19,9	10	0	0
1989	26,1	7,4	0	0	0	0
1990	32,7	21,7	19,7	23,7	27,2	0
1991	33,2	39,9	42,3	11,1	0	0
1992	48,4	58,1	69	71,7	79,3	84,3
1993	18,3	28,3	18,2	0	0	0
1994	58,8	62,4	43,9	48,3	59,8	61,6
1995	36,4	56,5	75,2	0	0	0
1996	46,4	58,6	0	0	0	0
1998	29,8	36,9	38,1	38,3	49	68,7
1999	26,4	43,8	52	59,4	0	0
2000	64,7	89,9	94,5	116,5	116,8	0
2001	35,9	37,7	0,8	31,7	8,8	0
2002	44,9	24,7	31	28,9	36,1	36,4
2003	29,7	42,5	44,5	46	46,6	0
2004	26,4	34,3	45,4	50,7	52,1	0
2005	29	46,7	16,4	0	0	0

ANNEXE

	2 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1976	72,5	88,2	89,3	54,3	0	0
1977	21,9	26,4	37,4	37,6	39,3	40,1
1978	36	50,1	70,4	89	98,6	109
1979	28,7	74,1	57,1	29,7	0	0
1980	35,6	41,4	58,5	66,8	62,9	75,4
1982	19,9	33,9	42,2	43,6	44,9	46,3
1983	60	72,1	37,8	41	0	0
1984	30,9	58,6	82,1	102,4	133	152,7
1985	27,3	38,1	38,6	190,1	0	0
1986	42,3	76,9	109,7	126,1	137,9	140,6
1987	24,4	25,1	30,3	35,5	0	0
1988	35,2	62,3	62,1	68,9	72,5	42,4
1989	12,5	18	20	5	0	0
1990	29,2	41,3	38,7	48	49,6	50,4
1991	59,6	106,1	142,2	159	175,7	0
1992	28	32,1	33,6	37,8	35,3	36,6
1993	91,2	100	27,8	30,5	31	31,6
1994	74,1	121,6	129,3	136,7	142,7	146,9
1995	43,3	57,3	72,3	42,7	44,5	0
1996	38,8	52,5	0	0	0	0
1998	41,6	55,2	62,1	78,1	84,9	87,4
1999	40,2	53,7	71,5	92,8	124,5	137,3
2000	21,3	39,8	50,2	51,8	52,1	0
2001	18	33,6	43,5	0	0	0
2002	48,5	50,6	57,5	66,9	78,6	86,9
2003	41,8	53,7	39,4	26,3	0	0
2004	57,6	60,7	62,1	54,4	25,2	0
2005	32,6	50	61,3	81,3	90,7	96,8

ANNEXE

	3 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1976	10	9,5	0	0	0	0
1977	33,5	56,3	86,6	96,5	99,9	102,7
1978	32,1	40,7	41,5	41,7	41,8	0
1979	26,4	48,2	53,6	32,2	34,6	0
1980	23,9	23,7	29,6	34,7	38,4	38,9
1982	16,3	24,2	38	43,4	0	0
1983	30,7	39,1	39	40,3	0	0
1984	40,9	41,5	112,6	141,3	163,5	177,1
1985	19,9	36,5	52,5	68,4	81,2	94,6
1986	14,7	24,4	26,9	0	0	0
1987	25,8	29,1	34,6	36	0	0
1988	32,8	37,5	42,1	42,8	0	0
1989	21,7	22,4	29	38,9	44,9	0
1990	26,2	28,2	29,5	21,7	0	0
1991	33,1	52,5	71	56,8	56,9	59,4
1992	24,8	18,6	0	0	0	0
1993	28,9	36,4	38,5	0	0	0
1994	27,2	46,2	52	0	0	0
1995	20,6	36,8	47,1	62,3	70,9	75,3
1996	15,7	27,6	30,1	32	0	0
1998	38,1	44,6	12,4	0	0	0
1999	41,4	52,1	16,2	24,7	0	0
2000	35,7	92,1	20,5	28,1	29	0
2001	33,2	33,3	35,7	42,3	36,5	0
2002	18,5	35	51,3	54,1	0	0
2003	51,6	51,6	68,1	70,6	72,4	75
2004	18,6	30,6	30,8	35,4	0	0
2005	60,8	106,3	108,1	109,4	0	0

Tableaux. II. d Les pluies de 1 jour jusqu'aux 6 jours de la station de Chiffa de la 2^{ème} méthode.

	1 ^{er} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	56,2	82,6	127,8	141,9	160,2	172,8
1976	22,6	18,4	24,4	30,4	31,4	47,4
1977	25,8	41,4	57,9	58,4	0	0
1978	42,6	52,8	53,8	59,3	75,7	76,1
1979	29,9	40,9	67,9	81	81,6	0
1980	23	23,8	24,8	0	0	0
1981	16,5	28,4	5	0	0	0
1982	70	93,3	110,5	114,9	115,3	124,5
1983	15,5	16	0	0	0	0
1984	84,4	168	186,4	188	200	0
1985	104,9	106,3	106,9	107,3	25,4	0
1986	57,1	31,4	35,9	36	0	0
1987	49,1	38,2	14,2	0	0	0
1988	28,8	11,9	6,7	10,2	0	0
1989	17,9	18,5	0	0	0	0
1991	32,7	63,1	67,5	0	0	0
1992	37	62,7	73,7	0	0	0
1993	36,5	42,7	0	0	0	0
1994	60,6	44,1	23,7	28,6	30,8	0
1995	53,5	71,5	85,1	85,6	0	0
1996	41,5	46,6	0	0	0	0
1997	55,7	79,7	26,1	28,1	0	0
1998	26	34,5	41	41,7	47,7	71,2
1999	25,2	39,8	43,3	51,8	52,8	56,3
2000	51,5	69	85	102	0	0
2001	37	47,5	51	52,5	0	0
2002	35,5	24,9	25,9	32	0	0
2003	31,5	36	0	0	0	0
2004	47,2	56,7	59,7	63,7	70,7	73,7
2005	30,3	39,3	16	0	0	0

Tableaux. II. b. Les pluies de 1 jour jusqu'aux 6 jours de Beni Mered de la 2^{ème} méthode.

	1 ^{er} Trimestre					
	1 J	2J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	39,2	55,2	94,1	82,9	0	0
1976	24,4	25,2	32,4	36,4	40	43
1977	31,5	58,5	77,8	83,6	0	0
1978	45,4	72,7	94,2	97,6	97,9	0
1979	31,3	54,9	67,9	78	91	91,6
1980	22,4	25,2	0	0	0	0
1981	14,4	23	31,3	33,8	0	0
1982	62,1	96,3	98,5	124	152	178,3
1983	16,6	7,8	0	0	0	0
1984	101,4	147,1	170,4	175,8	0	0
1985	98,4	80,8	11,4	0	0	0
1986	29,9	52,6	68,8	75,5	0	0
1987	52,8	0	0	0	0	0
1988	21,3	26,6	43,9	45,9	0	0
1989	21,6	3,7	0	0	0	0
1990	23,5	45,8	21,1	24,4	26,9	0
1992	64,8	64,7	69	77,7	87,1	91,4
1993	58,1	101,5	102,2	109,7	0	0
1994	38,3	40,2	30,5	38,4	0	0
1995	41,9	73,1	88,2	31,5	0	0
1996	53,9	72,1	0	0	0	0
1997	85,1	90,4	35,1	38,3	0	0
1998	18,5	31,2	34,7	40	56,8	60,2
1999	37,7	51,1	55,9	66,2	0	0
2000	33	64	82,5	100,4	101,3	0
2001	32,6	38,5	47,4	48,5	0	0
2002	45,1	43,1	50,5	66	0	0
2003	22,3	31	33,5	0	0	0
2004	40,7	58	62,3	66,6	71,3	0
2005	29,3	52,3	17	11,9	14,2	0
2006	29,6	42,1	0	0	0	0
2007	72,6	76,9	109,1	146,9	0	0

ANNEXE

	2 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	49,2	59,2	70,4	77,4	101,1	109,9
1976	48,2	64,7	69,7	81,5	86,9	31,8
1977	14,6	23,3	24,2	29,7	34,3	36,1
1978	39,5	56,6	57,3	79,2	86,4	106,2
1979	47,6	80	83,7	84,3	0	0
1980	44,7	68,6	92,3	100,9	108,1	0
1981	41	53,2	58,4	76,4	78,1	72,8
1982	43,9	45,7	47,6	60,7	65,9	10,2
1983	60,9	67,2	34,6	0	0	9
1984	28,9	54,4	62,6	75,3	84	92,3
1985	64,7	110	13,2	17,5	20,7	0
1986	46,9	91,2	102,6	113,2	0	0
1987	14,6	22,7	25,1	0	0	0
1988	37,3	67,6	79,8	102,5	108,2	0
1989	19,5	19,4	23,6	26	0	0
1990	41,5	48,7	54,2	59,6	66,8	71,9
1992	19,8	28,6	34,1	38,4	0	
1993	85,1	142,2	143,1	143,6	0	0
1994	41,4	82,2	109,9	118,3	121	0
1995	53,1	63,3	67,9	64,3	0	0
1996	21,8	33,4	20,9	0	0	0
1997	29,8	42,6	45,3	47,6	48,1	0
1998	33,2	40,6	47,8	76	89,4	93,9
1999	36,8	68,4	75	103,3	133,9	144,8
2000	38,6	76,6	78,5	77,9	79,3	0
2001	20,9	31,6	35,1	37,9	0	0
2002	47	68,7	73	76,1	85,6	88,2
2003	13,6	23,4	24,6	0	0	0
2004	26,4	50	63,8	75,1	39,6	0
2005	31,1	50,4	60,7	65,4	68,1	70,5
2006	37,8	54,2	70,6	87,5	92,5	97,5
2007	14,4	19,5	25,8	28	0	0

ANNEXE

	3 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	26,9	32,1	18,3	23,3	24,5	0
1976	36,6	52,5	58,2	60,2	69,4	0
1977	46,8	91,5	107,7	112,9	118,1	118,4
1978	44,4	72	73,6	81,7	82,2	0
1979	41,7	51	52,5	0	0	0
1980	27,8	44,2	0	0	0	0
1981	42	54,7	79,2	82,4	0	0
1982	14,4	0	0	0	0	0
1983	38,4	33,2	38,5	16,1	0	0
1984	61,1	92,8	103,1	127,3	137,2	161,8
1985	42,7	61	68,9	91,3	95,6	108,9
1986	28,7	16	10,9	0	0	0
1987	24,3	34,5	38,9	39,3	0	0
1988	27,7	35,9	37,9	23	0	0
1989	34,3	44	50,2	51,4	0	0
1990	28,8	41,3	46,6	0	0	0
1992	30,4	36,9	1,2	0	0	0
1993	6,3	10,4	12,3	0	0	0
1994	56	65,3	66,7	0	0	0
1995	67,6	124,6	172,4	193,6	200,9	0
1996	21,7	40,3	18	0	0	0
1997	48,2	66,4	74,4	85,6	0	0
1998	12,5	17,1	7,3	8,4	0	0
1999	28,4	32,7	0	0	0	0
2000	17,1	21,7	0	0	0	0
2001	17,4	27,8	44,9	52,5	56,6	59,6
2002	42,7	72,7	85,1	0	0	0
2003	37,9	71,1	75,5	49,3	63	66
2004	33,1	38,8	40,1	0	0	0
2005	96,6	124,1	131,8	135,6	0	0
2006	29,6	50	64,2	80,6	88,8	98,8
2007	28,3	39	49,6	0	0	0

ANNEXE

Annexe II

Tableaux. II. a. Les pluies de 1 jour jusqu'aux 6 jours de la Boufarik de la 2^{ème} méthode.

	1 ^{er} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	41,4	56,3	86	89,2	95,8	108,4
1976	27,2	30,1	43,9	47,3	50,3	52,7
1977	25,2	50,2	74,4	81,9	82	0
1978	28,3	49,6	63,9	66,4	66,6	67,8
1979	30,1	51,1	71	83,2	86,4	86,7
1980	24,2	24,9	25,3	25,5	0	0
1981	15,7	25,4	28,6	31,6	0	0
1982	59,5	75,9	87,3	90,9	95,7	103,2
1983	12,2	14,6	17,6	19,1	0	0
1984	105,5	208,3	236,2	244,8	254,1	262,6
1985	128	130,1	132	134,1	0	0
1986	59,3	83,7	91,2	96,6	0	0
1987	27	27,4	9,1	0	0	0
1988	37	39,2	41,3	46,6	0	0
1989	21,3	2,6	2,3	0	0	0
1990	23,2	18,2	13,7	16,1	17,6	0
1991	108	123,4	29,9	31,1	0	0
1992	51,2	54,3	62,3	62,9	67,1	75,1
1993	42,9	76,9	77,2	88,5	0	0
1994	34,1	33,1	34,3	36,8	38,7	47,9
1995	30,6	32	46,5	36,8	0	0
1996	51,1	82,5	0	0	0	0
1997	34,9	62,1	47	37,5	38,4	0
1998	27,3	39,7	47,6	49,4	59,8	67,7
1999	22,8	30,6	33,8	38,6	0	0
2000	32,2	56,1	72,8	80,5	81,2	0
2001	28,4	29,1	42,1	43,4	0	0
2002	22,5	20,9	22,3	36	0	0
2003	21,8	25,4	28,5	32,3	33,2	33,9
2004	45,3	47,1	50	54,8	56,6	59,5
2005	33,6	51,6	13,6	11	0	0
2006	25,2	27	21,8	27,7	31,9	0

ANNEXE

	2 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	37,6	60,7	73	75,3	102,9	107,8
1976	28,8	41,7	46,3	28,9	31,3	0
1977	26,8	34,5	28,8	37,6	43,4	45,7
1978	36,4	52,9	63,3	51,2	58,5	62,8
1979	41,3	51,8	70,6	57,9	58,3	0
1980	33,4	59,1	70,6	83,9	86,7	87,4
1981	43	60,1	64,4	81,8	84,4	87,7
1982	25	40,5	47	66	68,4	0
1983	51,9	59,8	61	45,4	48,7	0
1984	29,6	58,6	69,1	75,6	74,8	89,2
1985	29,1	37,7	34,3	35,1	0	0
1986	51,3	77,5	84,2	84,8	73,6	62,8
1987	21,2	22,3	24,1	20,4	20,7	0
1988	45,4	69	71,1	74	82,9	90,1
1989	17,5	20,5	29,2	30,9	32,5	0
1990	28,2	41,6	49,2	49,9	39,3	41,9
1991	66	100	132,2	147,6	147,9	159,9
1992	26,6	30,5	27,7	29,9	32,4	34,6
1993	95,4	133,8	135,1	0	0	0
1994	35,6	58,5	73,9	79,5	0	0
1995	42,7	55,9	64,4	74,2	60,1	0
1996	18,2	28,2	33,6	0	0	0
1997	27,6	44,5	46,2	60,7	0	0
1998	31,6	35,7	48,9	50,2	55,9	60,4
1999	27,7	44,8	64,2	80,4	101,7	110,9
2000	48,9	80	80,7	81	0	0
2001	20	26,6	31,1	0	0	0
2002	53,5	55,7	57,5	41,7	48	50,3
2003	33,6	47	50,5	24	0	0
2004	43,8	59,5	44,3	42,3	44,2	46,1
2005	30,2	42,2	51,9	59	66,1	66,6
2006	25	47	60	47,9	52,8	59,2

ANNEXE

	3 ^{ème} Trimestre					
	1 J	2 J	3 J	4 J	5 J	6 J
1975	23,7	26,1	25,8	21	7	0
1976	36,1	62,9	60,5	62,1	69,7	0
1977	46	89,3	108,4	113	117,6	118,1
1978	65,3	81	83,1	94,1	94,7	0
1979	46	74	85,5	54	0	0
1980	28,4	46,7	27,2	0	0	0
1981	23	31,7	46,9	50,3	52,3	53,1
1982	10,2	13,8	18,5	0	0	0
1983	26,3	34,6	20,8	21,5	0	0
1984	47	76,5	76,8	95,5	100,4	105,3
1985	19	31,5	35,2	52,9	55,3	69,1
1986	6,9	9,3	12,4	14,1	0	0
1987	35,9	44,6	29,3	32	0	0
1988	32,5	40,9	57,9	62,2	0	0
1989	33	45,3	47,1	25,1	0	0
1990	24,6	27,8	23,8	24,4	0	0
1991	40,3	63	69,5	64,5	72,1	77,8
1992	35,8	17,7	18,8	25,7	0	0
1993	4,2	7	0	0	0	0
1994	41,1	48,4	0	0	0	0
1995	58,6	110,6	158,9	169,3	180,4	43,2
1996	15,6	26,5	27	40,3	40,7	0
1997	45,5	78,9	84,2	92,2	52,4	0
1998	21,2	26,6	21,5	21,9	0	0
1999	21,3	40,1	0	0	0	0
2000	25,5	21,5	7,8	11,1	12	48,7
2001	26,4	35,2	39,5	44,8	47,9	0
2002	27	41,4	53,4	57,8	0	0
2003	49,3	41,4	45,7	50,9	0	0
2004	19,1	29,5	0	0	0	0
2005	59,8	112,2	113,7	0	0	0
2006	42	43,6	36,1	37,4	41,5	49,7