



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Département Irrigation et Drainage

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

OPTION : IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre
Cheffia Wilaya El Tarf d'une superficie de 143.6 ha

Présenté par :

M^r : GHOUELBOURK KHALED

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M ^r RASSOUL ABDELAZIZ	M.C.A	Président
M ^{me} AZIEZ Ouahiba	M.A.A	Examineur
M ^r YAHIAOUI Samir	M.A.A	Examineur
M ^r KERRID Rachid	M.A.A	Examinatrice
M ^{me} SAADOUNE Samra	M.C.B	Promotrice

Juin 2018

DEDICAS

Je dédie ce travail:

Avant tout à mes parents, pour leur soutien immense ainsi que les conseils qu'ils m'ont prodigué sans lesquels j'avoue je ne serai pas ce que je suis aujourd'hui.

À mes frères: Hassen et Hocene.

À ma Sœur: Amina.

À Sags maya

À tous mes amis sans exception et d'une façon spéciale à: amine, Anis, Oussama, Nadir, Lies, walid et Zaki.

REMERCIEMENT

Je tiens à remercier avant tout DIEU le tout puissant de m'avoir donné le courage et les moyens nécessaires d'accomplir ce modeste travail en vue de l'obtention de mon diplôme.

Par la même occasion, je tiens à remercier tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail à savoir :

- ✚ Ma promotrice Mme S.Sadoune qui m'a beaucoup aidé par sa disponibilité quotidienne, ses orientations et ses précieux conseils.
- ✚ Tous les membres de jury qui me feront l'honneur de m'examiner et de juger mon travail.
- ✚ Tous les membres de ma famille qui m'ont tant encouragé et soutenue tout au long de mon cursus scolaire et universitaire.

ملخص:

تعاني الجزائر بصفة عامة وولاية الطارف والمناطق المجاورة لها خصوصا، من التناقص المستمر فيما يتعلق بوفرة الموارد المائية، وهذا راجع في الأغلب للجفاف و تناقص كمية الأمطار المتساقطة خلال السنة إلى جانب الاستغلال اللاعقلاني للمياه، وهذا ما ينعكس سلبا على قطاع الزراعة.

وعليه فإن هذا المشروع يهدف من خلال إنجاز دراسة عامة للمنطقة (المناخ، التربة والماء)، إلى إيجاد حل لهذه الوضعية المقلقة وذلك بتصميم شبكة سقي قادرة على تغطية العجز المائي على مستوى محيط الشافية بولاية الطارف ، في سبيل الحصول على محاصيل زراعية وفيرة وبأقل التكاليف.

Résumé:

En Algérie, et spécialement dans la région d'EL TARF, la disponibilité de la ressource Hydrique est désormais compromise au cours de ces dernières années à cause des effets de la Sécheresse et de la surexploitation de ces précieuses ressources qui affectent considérablement le domaine agricole. Pour remédier à cette situation délicate, la bonne gestion de ces ressources demeure la plus envisageable. Ce projet rentre dans ce contexte, il vise à mieux gérer la ressource en eau dans la région. En dimensionnant un réseau d'irrigation par aspersion capable de combler le déficit hydrique au niveau du périmètre Cheffia W.EL TARF.

Abstract:

In Algeria, especially in the area of EL TARF, the availability of water resources is in danger during these last years because of the affects of dryness and over-exploitation of these invaluable resources which affect the agricultural domain considerably. To cure this worrying situation, the good management of these resources remains most possible. This project in this context, aims at ameliorating the managing of the water Resource in the area, by dimensioning a network of irrigation able to make up the hydrous deficit on the Cheffia W.EL TARF.

SOMMAIRE

Introduction générale

Chapitre I : Analyse des conditions naturelles

Introduction

I	Situation géographique de la zone d'étude	1
I-1-1	Situation de la région de cheffia.....	1
I-1-2	Situation de périmètre.....	2
I-1-3	Relief	4
I-1-4	Hydrographie	5
I-2	L'étude climatologique.....	6
I-2-1	Pluviométrie	6
I-2-2	Température	7
I-2-3	Le vent	8
I-2-4	Sirocco.....	8
I-2-5	L'insolation.....	9
I-2-4	Humidité relative.....	9
I-3	Les indices climatiques.....	10
I-3-1	L'indice d'aridité de MARTON.....	10
I-3-2	Quotient pluviométrique d'emberger	11
I-3-3	Climmogramme pluviométrique de BAGNOULS ET GAUSSEN	12
I-4	Ressource en eau d'irrigation.....	13
I-4-1	Les caractéristiques du barrage Cheffia.....	13
I-4-3	bassins d'irrigation.....	14
I-4-4	Les caractéristiques de bassin d'irrigation.....	14
I-4-3	Qualité de l'eau d'irrigation des eaux du barrage.....	15
I-4-3	Classification des eaux pour l'irrigation.....	15
I-4-3-1	la concentration totale de sels solubles.....	15
I-4-4	la proportion relative du sodium, du bicarbonate, du calcium et magnésium	16

Conclusion

Chapitre II : Etude hydrologique

Introduction

II-1-Présentation de la station pluviométrique.....	19
II-2-Vérification de l'homogénéisation de la série pluviométrique.....	20
II-3-Ajustement statique des pluies.....	22
II-3-1-Ajustement des pluies annuelles à la loi Gauss ou loi normale.....	22
II-3-2-Ajustement à la loi log-normale (Galton).....	24
II-4-Test de validité d'un ajustement.....	25
II-5-Détermination de l'année de calcul.....	26

Conclusion

Chapitre III : étude pédologique

Introduction

III -1 les types de sols.....	29
III -1-1 les sols peu évolués d'origine non climatiques d'apport alluvial modaux.....	29
III -1-2 les sols calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires à encroutements.....	30
III -1-3 Les sols minéraux bruts d'origine non climatique d'apport alluvial modaux.....	30
III -2 Les aptitudes culturales.....	30
III -2-1 La classe des aptitudes M10C10I11B42.....	30
III -2-2 La classe des aptitudes C10M11I13B43.....	30
III -3 occupations du sol dans les conditions existantes.....	31

Conclusion

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

IV-1 Les besoins en eau d'une culture.....	34
IV-2 L'évapotranspiration.....	34
IV-2-1 L'évapotranspiration de référence.....	34
IV-2-2 L'évapotranspiration maximale.....	34
IV-3 Les méthodes d'évaluation de L'évapotranspiration.....	34
IV-3-1 Les méthodes directes.....	35
IV-3-2 Les méthodes indirectes.....	35
IV-4 Détermination des besoins en eau des cultures.....	35
IV-4-1 La réserve facilement utilisable.....	37

IV-4-2 Pluies efficaces (P_e)	38
IV-5 Estimation des coefficients culturaux (K_c)	39
IV-8 Choix des cultures	39
IV-10 L'efficience de l'irrigation	40
IV-11 Calcul du débit spécifique	41
IV-12 Débit caractéristique	45
IV-13 Estimation des volumes d'eau d'irrigation	45
Conclusion	

Chapitre V : Etude des Techniques d'irrigation

Introduction	47
V-1 Techniques d'arrosages	47
V-2 Irrigation de surface (gravitaire)	47
V-2-1 L'irrigation par ruissellement	48
V-2-1-1 Les avantages de l'irrigation par ruissellement	48
V-2-1-2 Les inconvénients	48
V-2-2 L'irrigation par submersion	49
V-2-2-1 Les avantages de l'irrigation par submersion	49
V-2-2-2 Les inconvénients	49
V-3 Irrigation localisée (goutte à goutte)	50
V-3-1 Les avantages	50
V-3-2 Les inconvénients	50
V-4 Irrigation par aspersion	51
V-4-1 Les avantages	51
V-4-2 Les inconvénients	51
V-5 Choix des techniques d'arrosage	52
V-5-1 Les contraintes naturelles	52
V-5-2 Les contraintes agronomique	52
V-5-3 Les contraintes techniques et économiques	53
V-5-4 Les contraintes socio-économique	53
Conclusion	

Chapitre VI : Etude du système d'adduction

Introduction	
VI-1 Découpage des îlots d'irrigation.....	56
VI-2 Calcul des débits des ilots	56
VI-3 Rôle et fonction de la borne d'irrigation.....	58
VI-4 Choix du type de la borne mise en place.....	58
VI-5 Choix du diamètre de la borne.....	58
VI-6 Choix du trace	60
VI-7 La méthodologie de dimensionnement	60
VI-8 Calculs hydrauliques du système distribution gravitaire	60
VI-8-1 Vitesses admissibles	60
VI-8-2 Choix du matériau des conduites.....	61
VI-8-3 Caractéristiques des canalisations	62
VI-8-4 Calcul des diamètres	62
VI-8-5 Calcul des pertes de charge	63
VI-9 calculs des pressions au niveau des conduites de distributions	63
Conclusion	

Chapitre VII : Dimensionnement a la parcelle

Introduction	68
VII-1 Choix de la culture.....	68
VII-2 Choix des parcelles et de l'ilot	68
VII-3 Dimensionnement d'un réseau d'aspersion	69
VII-3-1 Dimensionnement théorique	69
VII-3-1-1 Calcul du diamètre de l'ajutage	69
VII-3-1-2 Calcul de la portée du jet (L)	69
VII-3-1-3 Ecartements entre les rampes et arroseurs.....	69
VII-3-1-4 Débit de l'asperseur.....	70
VII-3-1-5 Vérification de la pluviométrie de la buse.....	70
VII-3-1-6 Calcul du tour d'eau.....	70
VII-3-1-7 calcul de la dose réelle.....	71
VII-3-1-8 Calcul de la dose brute.....	71

VII-3-1-9 Temps d'arrosage.....	71
VII-3-1-10 Calcul du débit d'équipement (Qeq).....	71
VII-3-1-11 Calcul de l'unité d'arrosage (SU).....	71
VII-3-1-12 Nombre d'asperseur requis(Nasp).....	72
VII-3-1-13 Calcul du volume fourni par un asperseur par mois.....	72
VII-4 Dimensionnement hydrauliques des rampes.....	72
VII-4-1 Dimensionnement de la rampe.....	72
VII-4-1-1 Longueur de la rampe.....	72
VII-4-1-2 Nombre asperseur/rampe (N).....	73
VII-4-1-3 Nombre de rampes(Nr).....	73
VII-4-1-4 Calcul du débit de la rampe(Qr).....	73
VII-4-1-5 Calcul du Diamètre de la rampe.....	73
VII-4-2 Dimensionnement du porte-rampe.....	74
VII-4-2-1 La longueur du porte-rampe.....	74
VII-4-2-2 Débit de la porte rampe.....	74
VII-4-2-3 Diamètre de la porte rampe.....	75
VII-5 Calcul des pertes de charge.....	75
VII-5-1 Pour la rampe.....	75
VII-5-2 Pour la porte rampe.....	76
VII-5-3 Pour la conduite secondaire.....	76
VII-6 Calcul de la pression en tête du réseau.....	77
Conclusion	

Chapitre VIII : Estimation du coût final du projet

Introduction

VIII-1 Organisation de Chantier.....	79
VIII-1-2 Les actions reçues par les conduites.....	79
VIII-1-3 Exécution des travaux.....	79
VIII-1-4 Choix des engins de terrassement.....	80

VIII-1-4-a Bulldozer	80
VIII-1-4-b Pelle équipée en rétro	80
VIII-1-4-c Les chargeurs	81
VIII-2 Technico-économique	81
VIII-2-1 INTRODUCTION	81
VIII-2-2 CALCUL DES VOLUMES DE DÉBLAIS ET REMBLAIS.....	83
VIII-2-2-a VOLUME DU DÉBLAIEMENT.....	83
VIII-2-2-b VOLUME DE REMBLAIS.....	83
VIII-2-2-c VOLUME DE SABLE.....	84
VIII-2-3 Calcul des volumes des travaux de l'adduction.....	84
VIII-2-4 Calcul des volumes des travaux de distribution.....	85
VIII-2-5 Cout du projet.....	87

Conclusion

Conclusion générale

Liste des tableaux

Chapitre I : analyse de conditions naturelles

Tableau I-1: Situation de périmètre	2
Tableau I-2: Répartition mensuelle des précipitations de la station de cheffia période (1985-2006).....	6
Tableau I-3: Variations mensuelles moyenne (°C) des températures	7
Tableau I-4: Vitesses moyennes mensuelles du vent du vent (m/s)	8
Tableau I-5: Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco.....	9
Tableau I-6: durée moyenne mensuelle de l'insolation.....	9
Tableau I-7: l'humidité moyenne mensuelle relative (%)	9
Tableau I-8: Classification du climat selon MARTON	11
Tableau I-9 : données pour climogramme de gaussen.....	13
Tableau I-10 : les caractéristiques chimiques de l'eau du barrage cheffia	15

Chapitre II: étude hydrologique

Tableau II -1: les coordonnées de la station de cheffia	19
Tableau II -2: répartition mensuelle et annuelle des pluies	19
Tableau II -3: Test d'homogénéité de Wilcoxon	21
Tableau II -4: Résultats du test de Wilcoxon.....	22
Tableau II -5: Résultat d'ajustement de la loi normal	23
Tableau II -6: Les résultats d'ajustement a la loi log normal.....	25
Tableau II -7: Test de validité des deux ajustements	26
Tableau II -8: Résultats de l'année de calcul	27
Tableau II -9 : Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche (freq =80%).....	27

Chapitre III : étude pédologique

Tableau III-1 les espèces culturales.....	31
Tableau III-2 degré d'aptitude culturale.....	32

Chapitre IV : Calcul des besoins en eau des cultures

Tableau IV-1 : Evapotranspiration de référence (ET _o) de la zone d'étude avec CROPWAT..	37
Tableau IV-2 : Pluies efficaces	38
Tableau IV-3 : Coefficient culturaux.....	39
Tableau IV-4 : Les profondeurs d'enracinements des différentes cultures.....	39
Tableau IV-5 : Besoin en eau du maïs grain.....	42
Tableau IV-6 : Besoin en eau de luzerne.....	42
Tableau IV-7 : Besoin en eau de l'onion sec	43
Tableau IV-8 : Besoin en eau de la pomme de terre.....	43
Tableau IV-9 : Besoin totaux en eau d'irrigation des cultures.....	44
Tableau IV-10 : Volumes d'eau d'irrigation.....	45

Chapitre V : Etude des Techniques d'irrigation

Tableau V-1 Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.....	54
--	----

Chapitre VI : Etude du système d'adduction

Tableau VI-1 : les débits des ilots	57
Tableau VI-2 : Choix de type de la borne	58
Tableau VI-3 : Choix de diamètre de la borne.....	58
Tableau VI-4 : Les caractères hydrauliques des bornes d'irrigation	59
Tableau VI-5 : les vitesses admissibles	61
Tableau VI-6 : Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon	63
Tableau VI-7 : Résultats du système d'adduction.....	65

Chapitre VII : Estimation du coût final du projet

Tableau VII-1 : Caractéristiques de la parcelle à irriguer	68
Tableau VII-2 : Résultat de calcul pratique d'aspersion	76

Chapitre VIII : Estimation du coût final du projet

Tableau VIII-1 : Factures pro forma des équipements hydrauliques	82
Tableau VIII-2 : Factures pro forma pour les mécaniques et accessoires de réseau de l'irrigation	82
Tableau VIII-3 : Calcul du volume de déblai	84
Tableau VIII-4 : Calcul du volume de sable.....	84
Tableau VIII-5 : Calcul du volume de remblai.....	84
Tableau VIII-6 Estimation du cout de pose de conduite d'adduction.....	85
Tableau VIII-7 : Volume des déblais	85
Tableau VIII-8 : Volume du lit de sable.....	86
Tableau VIII-9 : Volume du remblai.....	86
Tableau VIII-10 : Estimation du cout de pose de canalisation de la partie distribution	
Tableau VIII-11 : Devis estimatif total	87

Liste des figures

Chapitre I analyse de conditions naturelles

Figure I-1 situation géographique de la région cheffia	1
Figure I-2: Plan de situation de la commune cheffia.....	2
Figure I-3 situation du périmètre d'irrigation.....	3
Figure I-4 Le Relief du périmètre de Cheffia	4
Figure I-5 coupe topographique sur le périmètre de Cheffia.....	4
Figure I-6 schéma du réseau hydrographique du périmètre de Cheffia.....	5
Figure I-7 : Répartition mensuelle des précipitations	6
Figure I-8 : répartition mensuelle des températures	7
Figure I-9 : graphique de répartition du vent.....	8
Figure I-10 : Graphique de l'humidité moyenne	10
Figure I-11 Diagramme bioclimatique d'emberger	12
Figure I-12 Climogramme pluviométrique de GAUSSEN	13
Figure I-13 image représentative du Barrage cheffia.....	14
Figure I-14 Diagramme de classification des eaux d'irrigation	17

Chapitre II étude hydrologique

Figure II-1 ajustement à la loi de gauss	23
Figure II-2 ajustement à la loi de Galton	25

Chapitre V Etude des Techniques d'irrigation

Figure V-1 Système d'irrigation par ruissellement	48
Figure V-2 Système d'irrigation par submersion.....	49
Figure V-3 Système d'irrigation par goutte à goutte.....	50
Figure V-4 Système d'irrigation par aspersion.....	51

Chapitre VII Dimensionnement a la parcelle

Figure VI-1 Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe.....	72
--	----

Chapitre VIII Estimation du coût final du projet

Figure VIII-1 Le Bulldozer.....	80
Figure VIII-2 Pelle équipée en rétro.....	80
Figure VIII-3 Le Chargeur.....	81
Figure VIII-4 : Disposition de la conduite dans une tranchée.....	84

Liste des abréviations

ANRH : AGENCE NATIONALE DES RESSOURCES HYDRAULIQUE

Bi : BESIION D'IRRIGATION

Cs : COEFFICIENT D'ASYMETRIE

Cv : COEFFICIENT DE VARIATION

DA : DINAR ALGERIEN

EI : EFFICIENCE D'IRRIGATION

ET0 : EVAPOTRANSPIRATION DE REFERENCE

ETR : EVAPOTRANSPIRATION Réel

Ha : hectare

HCC : HUMIDITE A LA CAPACITE AU CHAMP

HPF : HUMIDITE AU POINT DE FLETRISSEMENT

Kc : COEFFICIENT CULTURAL

M : METRE

ONM : OFFICE NATIONAL DE METROLOGIE

PEHD : Polyéthylène A HAUTE DENSITE

P : PRECIPITATION

RFU : RESERVE FACILEMENT UTILISABLE

RU: RESERVE UTILISABLE

SAR: SODIUM ADSORPTION RATIO

S: SUPERFICIE

Y: DEGRE DE TARISSEMENT

Z: PROFONDEUR D'ENRACINEMENT

Liste des planches

Planche N°1 : Plan de situation de périmètre de Cheffia W. EL TARF.

Planche N°2 : Plan d'adduction.

Planche N°3 : Plan du réseau d'irrigation.

Planche N°4 : profil en long du réseau d'irrigation. Planche

N°5 : Profil en long du réseau d'irrigation.

Introduction général

L'eau est une ressource essentielle dans la vie. Elle fait l'objet d'utilisation très diverse par l'homme. Indispensable dans la production agricole, énergétique et industrielle. Fragile et limitée, la ressource en eau est de plus en plus menacée par les conséquences des activités humaines. Le nombre croissant d'utilisateurs nous oblige aujourd'hui à gérer cette ressource de manière intégrée et efficace, dans une perspective de long terme, et ainsi à trouver des solutions innovantes pour répondre à la demande.

Dans le domaine agricole l'eau est indispensable pour garantir une sécurité socio-économique à moyen et à long terme.

Avec l'irrigation, l'agriculture dispose d'un puissant levier pour accroître et régulariser la production de ses cultures, à condition de pouvoir maîtriser son irrigation, afin de satisfaire les objectifs techniques (rendements) et économiques (au coût optimal) visés. La performance d'une installation d'irrigation dépendra du bon choix de la technique et du système d'irrigation et de la bonne mise en place des équipements sur la base de la parfaite connaissance des informations techniques et économiques liées aux conditions de l'exploitation. Donc pour satisfaire un ensemble d'impératifs, tel que l'utilisation judicieuse des ressources hydrique, l'efficacité économique et la conservation de la fertilité du sol, elle doit cependant être bien maîtrisée et raisonnée.

L'objectif de ce mémoire rentre justement dans ce contexte, on propose dans le cadre de cette étude de dimensionner un réseau d'irrigation du périmètre cheffia 146.3ha (W. EL TARF) afin d'optimiser la ressource en eau et bien sûr assurer les besoins en eau des cultures mise en place.

Dans ce mémoire de fin d'études, nous avons pris en compte dans le premier chapitre l'analyse des conditions naturelles afin de mieux comprendre la situation climatique de la zone d'étude. Dans le chapitre II, nous avons mis en évidence la détermination de l'année de calcul à l'aide des lois d'ajustements car l'étude hydrologique est nécessaire aux calculs des besoins en eau. En parallèle, nous avons enchainé notre travail dans le chapitre III pour la mise en œuvre d'une étude pédologique et géologique (Aptitudes culturales) dans le but est de mieux connaître les types de sols et les cultures à pratiquer dans cette zone d'étude.

De cette appréciation conditionnelle, nous avons consacré le chapitre IV pour calculer les besoins en eau d'irrigation en utilisant un logiciel de calcul. Par contre, le chapitre V est réservé au descriptif des différentes techniques d'irrigation et notre choix adopté dans le cadre de ce projet.

A partir de toutes ces données techniques relatives et vérifiées, nous avons conclu, dans le chapitre

VI, tous le dimensionnements des canalisations de la partie adduction, dans le chapitre VII nous avons calculer les dimensionnes des canalisation sur un parcelle type (conduites principales, secondaires et tertiaires) ainsi le choix dans les équipements hydrauliques (bornes d'irrigation, ouvrages de protection). En définitive, le travail effectué dans un cadre technique et caractéristique, se solde par la nécessité de finaliser le coût d'investissement dans le chapitre VIII dans le but de définir avec précision le montant d'investissement avec en prime la possibilité de concrétiser un projet à gestion rationnelle des eaux.

Chapitre I

Introduction

L'analyse des conditions climatiques est nécessaire dans l'élaboration d'une étude d'irrigation, la connaissance des différents paramètres climatiques est en effet un des facteurs essentiels qui conditionnent la production végétale et qui est nécessaire pour évaluer le potentiel agricole de la région.

L'objectif est d'analyser les données climatiques observées et mesurées afin d'évaluer les besoins en eaux des cultures pratiquées et de dimensionner correctement les réseaux hydrauliques.

Notre projet est prévu à être concrétisé sur une surface de 143.6 Ha.

I-1 Situation géographique de la zone d'étude

I-1-1 Situation de la région de cheffia :

La commune de Cheffia est située dans la partie centrale de la wilaya d'El Tarf à l'extrême Nord-est de l'Algérie.

Le territoire administratif de la commune s'étend sur une superficie d'environ 193 km².

Elle est limitée par :

- ✓ Nord : Lac des oiseaux
- ✓ Nord-Est : Bouteldja
- ✓ Est : Zitouna
- ✓ Sud-Est : Ain Kerma
- ✓ Nord-Ouest : Bouhdjar
- ✓ Ouest : Hammam Beni Salah
- ✓ Sud : Asfour
- ✓ Sud-ouest : Ben Mehidi



Figure I-1 situation géographique de la région cheffia

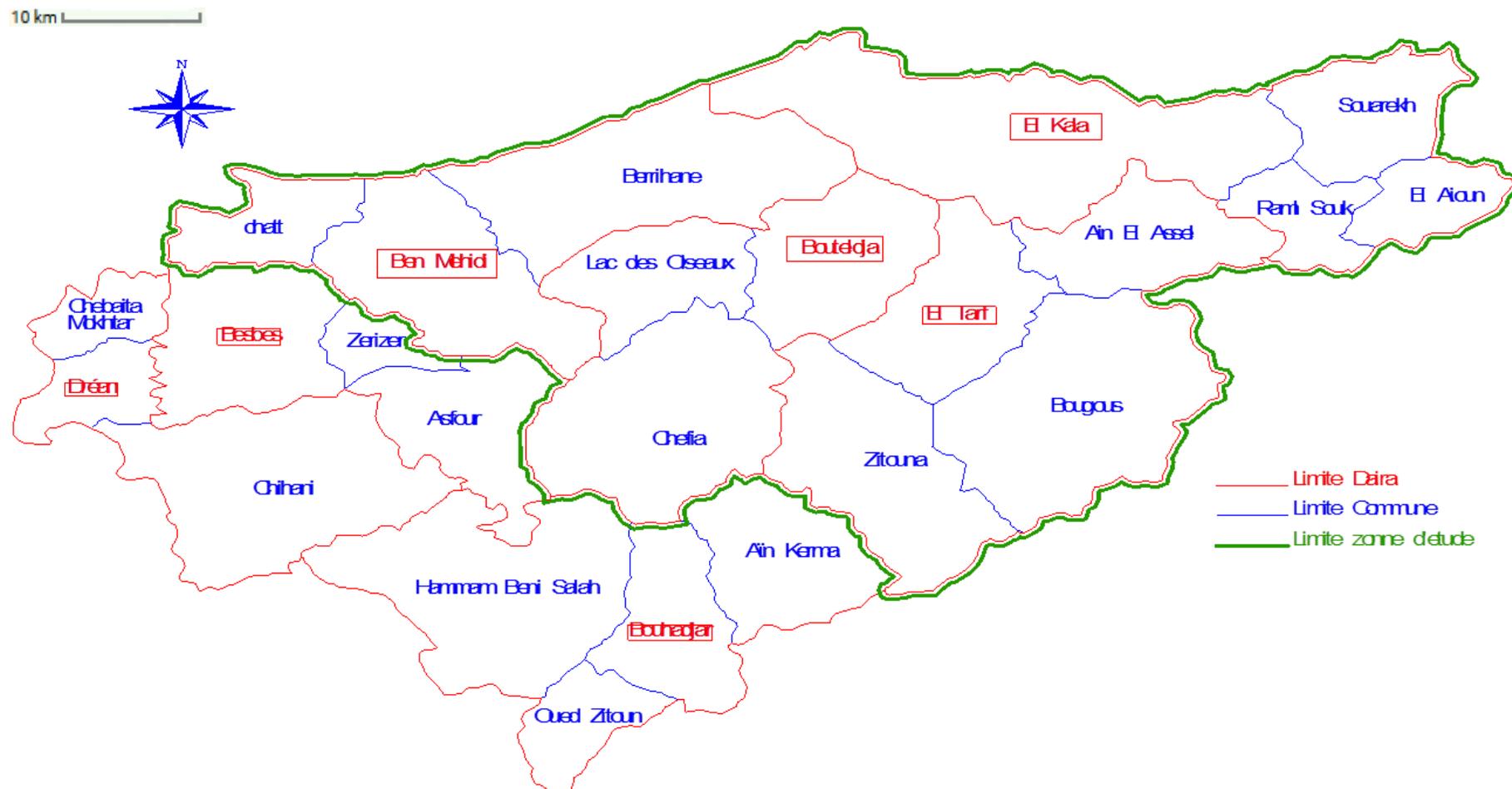


Figure I-2: Plan de situation de la commune cheffia

I-1-2 Situation de périmètre :

Le périmètre Cheffia est localisé géographiquement au nord du chef-lieu de la commune CHEFFIA(W.EL TARF) et limité par :

- ✓ Au Nord : par Oued el Kenga
- ✓ Au Est : par chemin Wilaya 118 et chaabat mou el adam
- ✓ Au sud : par le chef-lieu de la commune cheffia
- ✓ Au l'Ouest : par oued cheffia

Le périmètre d'irrigation de cheffia s'étend sur une superficie de 2000 ha dont 143.6 ha pour notre étude avec une altitude moyenne de 35 M

Tableau I-1 : Situation de périmètre.

Périmètre d'irrigation de cheffia			
➤ Superficie (ha)	146.3	➤ Altitudes(m)	35

I-1-3 Relief :

D'une manière générale le périmètre de Cheffia est une plaine d'une altitude ne dépassant pas 60 m. la zone d'étude est entourée à l'Est par djebel Ragouba avec une altitude de (421m), et au Nord par kef oumtauiza avec (87m) d'altitude , et Kef el ouak (225m) d'altitude , et à l'ouest par Kef el fersiga d'une altitudes de (415m), et au sud par Draa el guedoul (206m) d'altitude .



Figure I-4 Le Relief du périmètre de Cheffia

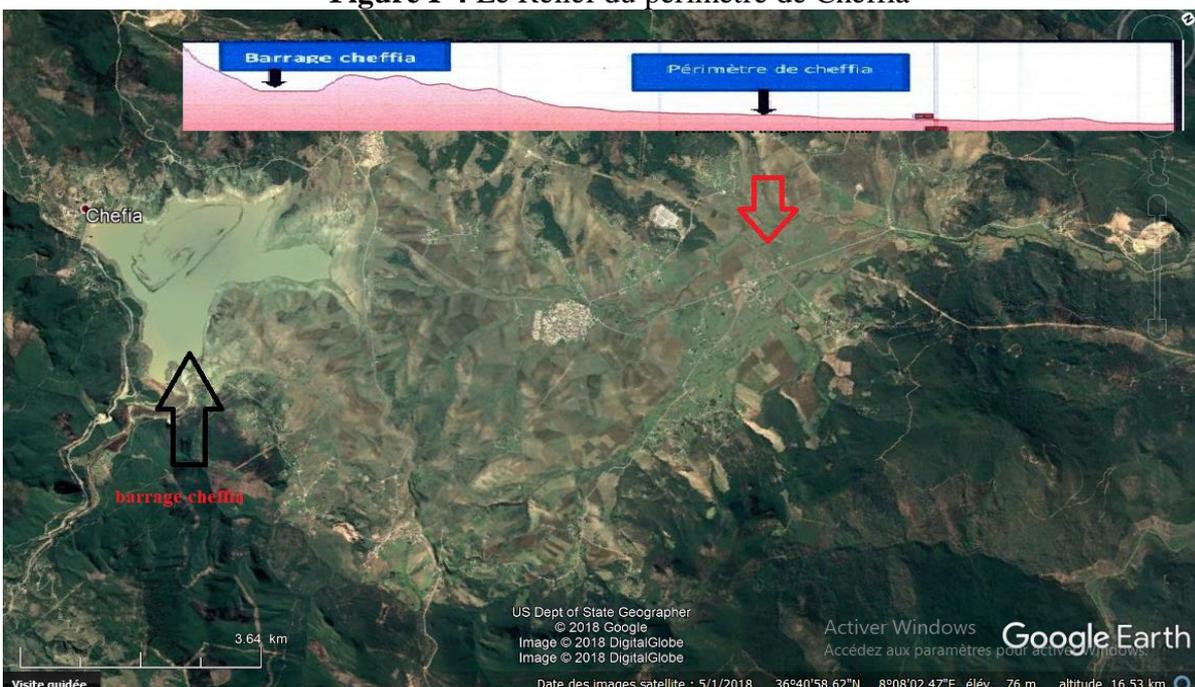


Figure I-5 coupe topographique sur le périmètre de Cheffia

I-2 L'étude climatologique :

Les éléments climatiques sont les paramètres de base indispensables à connaître pour conduire une réflexion sur l'optimisation de l'eau disponible pour les couverts. Les différents éléments caractérisant le climat sont principalement : les précipitation, la température, le vent , l'humidité relative de l'air.....tous ces facteurs climatiques conditionnent d'une manière particulière le développement des végétaux. Il est important de connaître chacune des ces composantes, afin d'adapter les cultures au type de climat et sous lequel certaines pratiques doivent être prévues pour assurer une bonne production.

I-2-1 Pluviométrie :

La connaissance de la pluviométrie et sa répartition à l'échelle annuelle est une donnée essentielle pour un projet d'irrigation, puisqu'elle permet de connaître le régime pluviométrique. Ce dernier a une influence directe sur le dimensionnement du réseau d'irrigation et sur les calendriers des arrosages. La répartition mensuelle des pluies est donnée par le tableau suivant :

Tableau I-2 : Répartition mensuelle des précipitations de la station de cheffia période (1985-2006)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Annuelle
P(mm)	42.57	56.70	108.91	130.23	131.60	78.67	67.39	73.34	47.93	13.17	3.50	9.47	763.47

Source : ANRH Constantine

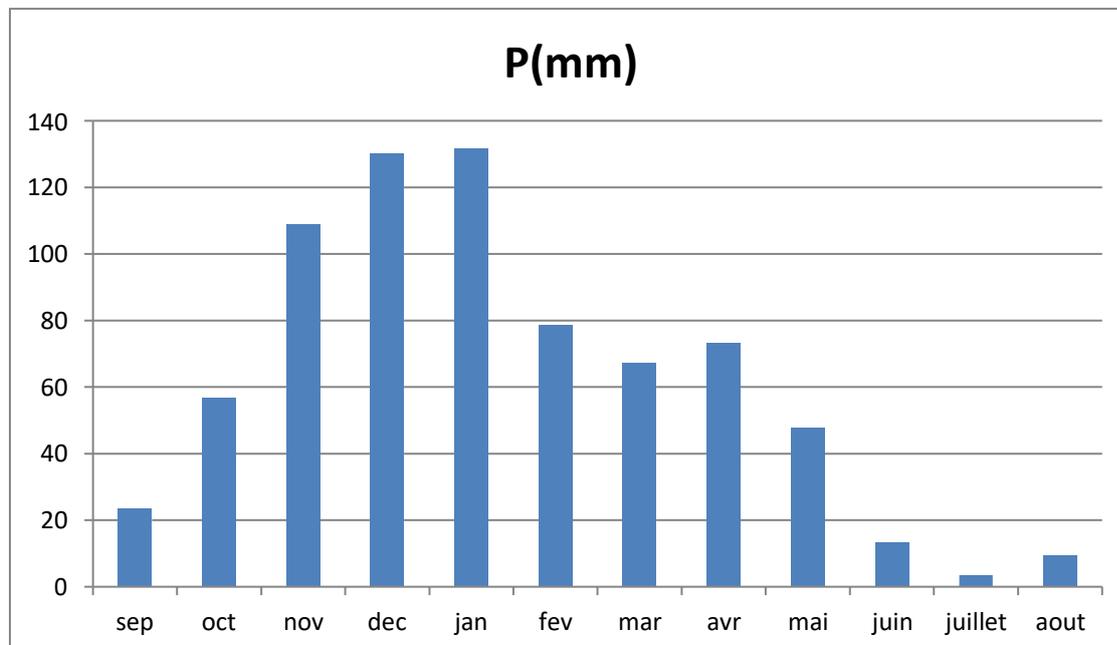


Figure I-7 : Répartition mensuelle des précipitations.

Après l'analyse de ces données on constate que :

- ✓ la majeure partie des précipitations (90%) étant concentrés sur la période de « octobre – mai ».
- ✓ Les pluies en Juin Juillet et Aout sont négligeables.

I-2-2 Température :

Les facteurs thermiques agissent directement en interaction avec d'autres facteurs météorologiques (précipitations, ensoleillement, vent, etc...), sur l'évaporation et par conséquent sur le déficit d'écoulement annuel et saisonnier.

Etant un facteur limitant, la connaissance des températures est nécessaire pour déterminer leur indice sur le choix des cultures, les températures moyennes mensuelles de la zone d'étude sont données par le tableau ci-dessous :

Tableau I-3 : Variations mensuelles moyenne (°C) des températures.

Mois	sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Annuelle
Tmoy(°C)	23.38	20.66	16.68	13.58	12.33	12.53	14.90	16.82	18.99	23.30	25.34	25.85	18.70

Source : O.N.M Annaba

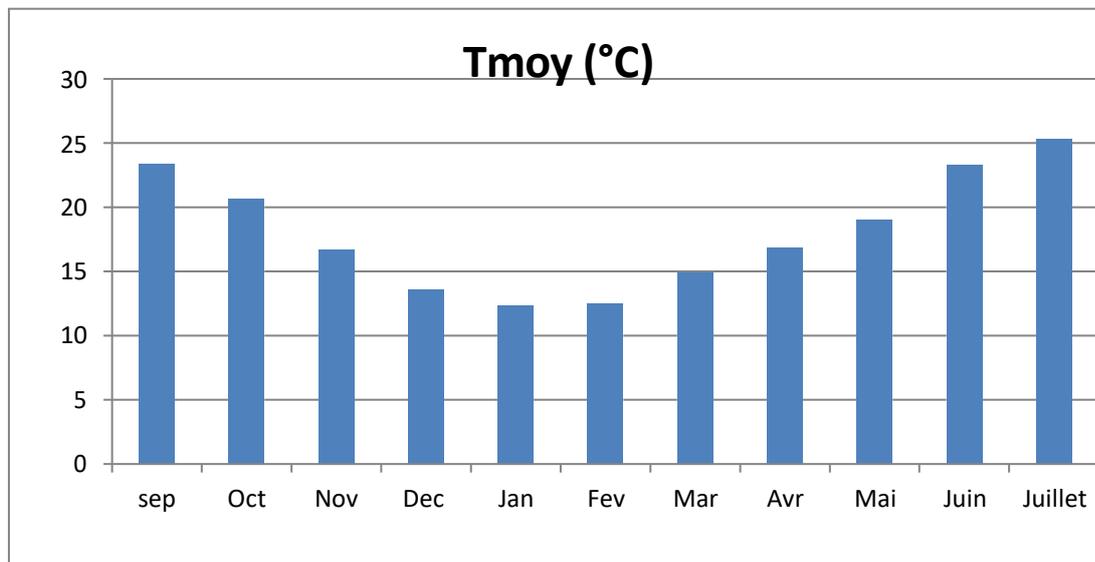


Figure I-8 : répartition mensuelle des températures

L'analyse du tableau ci-dessous montre que les hautes températures sont enregistrées entre les mois de juin et septembre avec un maximum atteint au mois d'aout avec une valeur de 25.85°C. Le minimum des températures est enregistré au mois de janvier d'une valeur de 12.33°C. La moyenne annuelle est de **18.70°C**.

I-2-3 Le vent :

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat, c'est un facteur qui exerce une grande influence sur les cultures et les systèmes d'irrigation, ainsi le vent est un élément déterminant dans l'élaboration du système de protection des périmètres (brise – vents), il est caractérisé par sa direction et sa vitesse.

Le tableau suivant présente les valeurs moyennes mensuelles de la vitesse du vent :

Tableau I-4 : Vitesses moyennes mensuelles du vent (m/s)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Moy
V(m/s)	1.79	1.9	2.07	2.57	2.08	2.19	1.95	2.02	1.67	1.59	1.61	1.8	1.94

Source : la station d'Annaba les salines

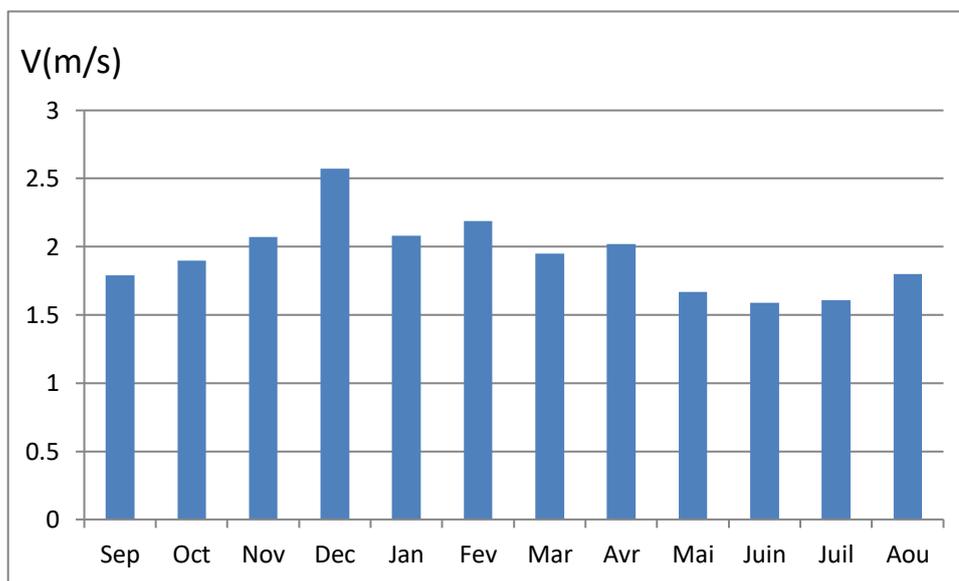


Figure I-9 : graphique de répartition du vent

- ✓ L'analyse de ce tableau montre une stabilité des vitesses tout le long de l'année avec une moyenne annuelle oscillant autour de 1.9 m/s .

I-2-4 Sirocco

Il s'agit d'un vent qui souffle du Sahara vers le littoral, pouvant causer aux cultures des dégâts très importants (flétrissement de la plante, les chutes de rendement) par l'élévation brutale des températures et la diminution de l'humidité de l'air qu'il entraîne.

les diverses valeurs observées sur les postes intéressant la zone d'étude sont présentées par le tableau suivant :

Tableau I-5: Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco

Stations	s	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Année
La calle	1.9	1.1	1.0	0.2	00	0.2	1.2	1.6	1.8	1.1	2.0	2.3	14.2
Souk-ahras	2.6	1.3	0.7	00	00	0.7	1.1	1.3	1.7	2.7	4.0	4.0	20.1

Le nombre de jours de sirocco est de 14.2 ; 20.1 jours/an aux stations de la Calle, et Souk Ahras.

I-2-5 L'insolation :

L'insolation est un paramètre climatique que l'on utilise pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle, elle dépend de la latitude, de l'époque de l'année, de l'exposition solaire et de la nébulosité, ce qui explique les variations des valeurs d'un site à l'autre.

Tableau I-6 : durée moyenne mensuelle de l'insolation

Mois	Janv	Fev	mars	avr	mai	juin	juillet	aout	Sep	oct	Nov	dec
Durée d'insolation (heures)	161.2	180.6	237.6	244.7	275.5	293.2	339	296.3	242.4	226.8	175.7	153.2

Source : station cheffia (1985-2006)

I-2-4 Humidité relative :

Il s'agit d'un élément important du cycle hydrologique contrôlant entre autre l'évaporation du sol et de couverture végétale.

Les résultats sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau I-7 : l'humidité moyenne mensuelle relative (%)

Mois	Janv	Fev	mars	avr	mai	juin	juillet	aout	sep	oct	Nov	dec	Moy
humidité	77	60	72	75	68	60	52	60	64	67	79	72	67.16

Source : ANRH Constantine

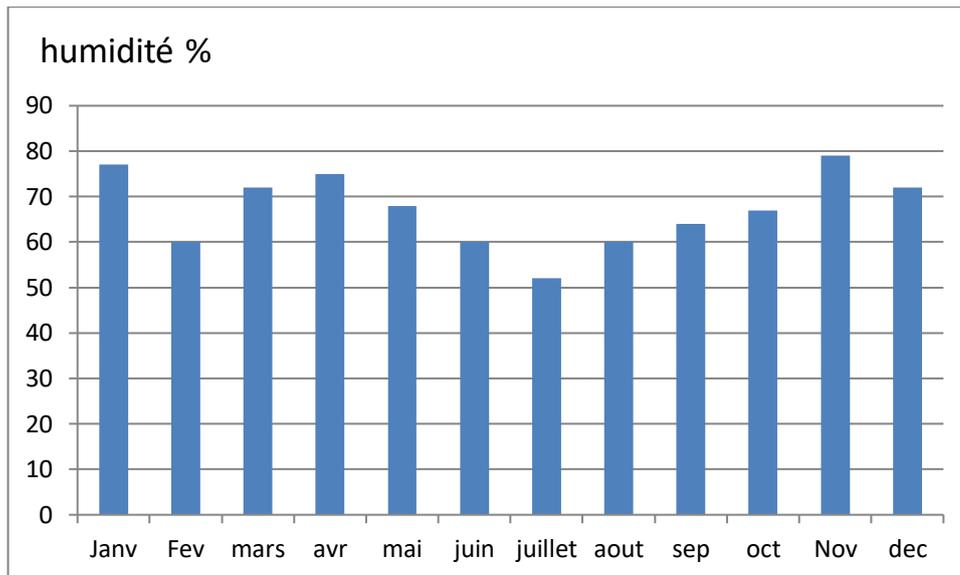


Figure I-10 : Graphique de l'humidité moyenne.

D'après le tableau ci-dessus, le maximum d'humidité relative moyen est observé en Décembre et Janvier, tandis que le minimum se produit Juillet-Aout .

I-3 Les indices climatiques :

Le but de ce calcul c'est la détermination de type de climat et voir l'interférence des Différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes, ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels : pluviométrie et température. Les indices les plus connue sont ceux d'E.MARTON (1926) et E.EMBERGER (1932).

I-3-1 L'indice d'aridité de MARTON :

L'indice d'aridité ou de Marton , donné par l'expression (I-1) , est un paramètre qui permet la classification du climat , afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat

$$I_A = \frac{P}{T+10} \dots\dots (I-1)$$

Avec

- P : précipitation moyenne annuelles en (mm).
- T : température moyenne annuelle en (°C).
- I_A : indice d'aridité.

$$P = 763.4 \text{ mm} \quad T = 18.7 \text{ °C}$$

$$I_A = \frac{763.4}{18.7 + 10} = 26.58$$

Les limites des climats d'après l'indice climatique de MARTON sont données dans le tableau suivant :

Tableau I-8 : Classification du climat selon MARTON.

Valeur d'IA	Type de climat	Irrigation
$I_A < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I_A < 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I_A < 20$	Sec	Souvent Indispensable
$20 < I_A < 30$	Relativement humide	Parfois utile
$I_A > 30$	Humide	Inutile

Source: Bulletin n°24 FAO.

- ✓ Selon l'indice d'aridité calculé, on constate d'après la classification de MARTON, que la région est soumise à un type de climat relativement humide, et que l'irrigation est parfois utile

I-3-2 Quotient pluviométrique d'emberger :

Le but de cet indice est la détermination de l'étage bioclimatique, pour cela on utilise le diagramme dressé par M^r Emberger, qui nous renseigne sur le climat, ainsi que le type d'hiver, dominants d'une région.

On calcule par l'expressionle quotient de M^r Emberger, puis on projette sur le diagramme en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid.

$$Q = \frac{2 \cdot 1000 \cdot P}{M^2 - m^2} \dots\dots (I-2)$$

Avec :

- Q : coefficient pluviométrique d'Emberger.
 - P : précipitation moyenne annuelle en (mm).
 - M : moyenne des max du mois le plus chaud.(Kelvin)
 - m : moyenne des min du mois le plus froid.(kelvin)
- $P = 763.4 \text{ mm}$ $m = 272K$ $M = 314K$

$$Q = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 763.4}{(41 + 273)^2 - (-1 + 273)^2} = 62.03$$

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique, et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre région se situe dans :

- L'étage bioclimatique : sub-humide

Ces renseignements complètent celles obtenus par la méthode de Marton.

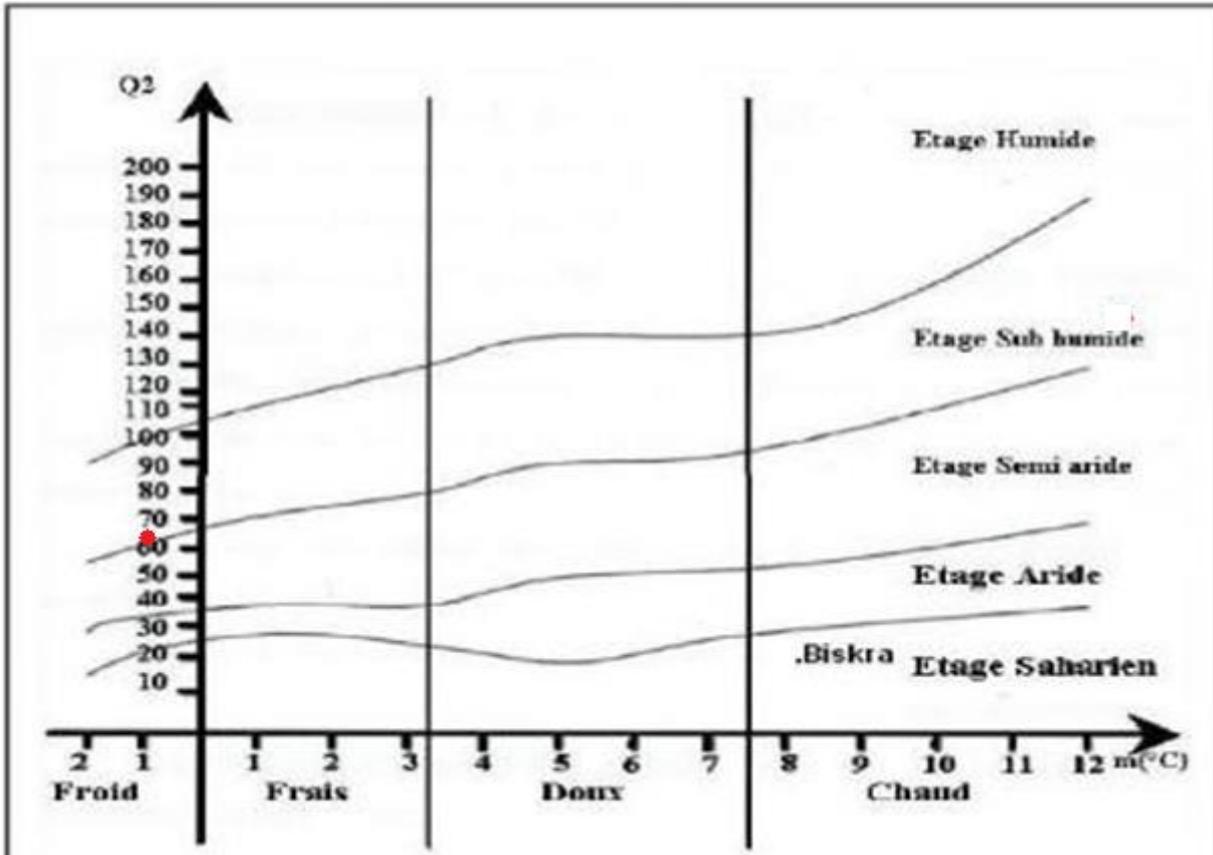


Figure I-11 Diagramme bioclimatique d'Emberger.

I-3-3 Climogramme pluviométrique de BAGNOULS ET GAUSSEN :

Il est établi selon la méthode mis au point par F.BANGNOULS et GAUSSEN, ce diagramme nous permettra de savoir de saison sèche et humide, et sa position dans le temps, en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même graphique.

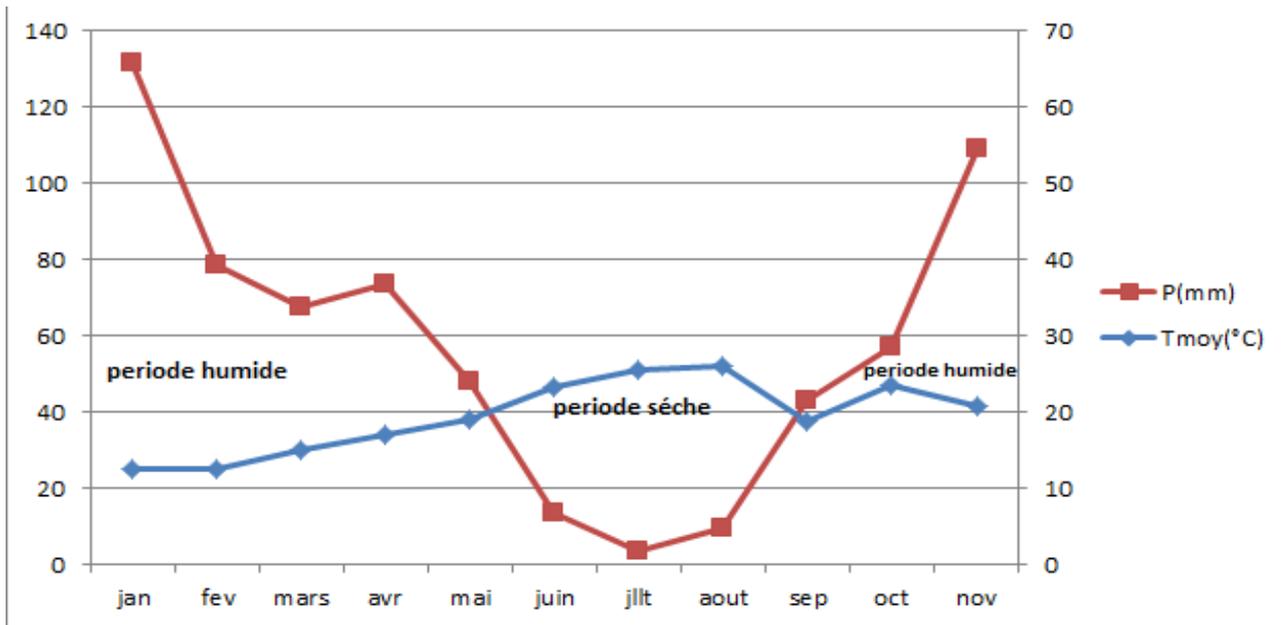


Figure I-12 Climogramme pluviométrique de GAUSSEN.

Tableau I-9 données pour climogramme de gausсен

Mois	jan	fev	mars	avril	mai	juin	Jillet	aout	sep	oct	Nov	Dec
Tmoy(°C)	12.33	12.56	14.9	16.82	18.99	23.3	25.34	25.8	23.35	20.8	16.7	13.8
P(mm)	131.6	78.67	67.39	73.34	47.93	13.17	3.5	9.47	42.87	56.7	108.91	130.23

Description de graphique :

L’analyse du climogramme de gausсен démontre que la période sèche dure à partir du mois d’mai jusqu’ au mois de septembre, le reste de l’année est humide.

En résumé, on peut conclure que dans la zone d’étude le climat prédominant est humide avec un hiver doux.

I-4 Ressource en eau d’irrigation :

Les eaux a usage agricoles sont puisées à partir du barrage cheffia, Le barrage de Cheffia est situé à 50 kilomètres au Sud-Est de la ville de Annaba., réalisé entre Octobre 1960 et Octobre 1964 Avec une capacité de stockage estimé à 171.992 Hm³ à l’année de mise en service du barrage (1969).

I-4-1 Les caractéristiques du barrage Cheffia :

- ✓ une digue de 640 mètres de longueur et d’une hauteur de 51 mètres
- ✓ une capacité de 169 Hm³
- ✓ un volume régularisé de 95 Hm³
- ✓ Une altitude de 150m par rapport au niveau de la mer.
- ✓ Un évacuateur de crue (trop plein)
- ✓ Une vidange de fond de 5m et de 260 de longueur
- ✓ Quatre prises d’eau

- ✓ Tour de prise de 35 m de hauteur et de 4 m de diamètre .



Figure I-13 image représentative du Barrage cheffia

I 4-3 bassins d'irrigation :

Le bassin d'irrigation est localisé à la sortie Sud de la commune cheffia, Il est implanté selon un choix géographique sur le point le plus haut (Monticule de Doublay) par rapport à l'élévation des secteurs d'irrigation (Réseau Hydraulique). Il sert de réservoir de stockage de l'eau refoulée a partir de la station de pompage pour ensuite à être distribué dans le périmètre

I-4-4 Les caractéristiques de bassin d'irrigation :

- ✓ Cote projet 205,31m.
- ✓ Localisation : Cheffia
- ✓ Capacité : 1000 m3.
- ✓ Type : au sol.
- ✓ Forme : cylindrique
- ✓ Provenance de l'eau : adduction SP.

I-4-3 Qualité de l'eau d'irrigation des eaux du barrage :

Les eaux d'irrigation par leur composition peuvent avoir une influence sur le sol. Leur influence de salinisation ne peut être que négative pour les sols et par conséquent su la plus part des cultures. Du fait une analyse rigoureuse de leur physico-chimie s'avère nécessaire pour la détermination de la part de leur influence sur la salinisation des sols en question.

Les résultats des analyses physico-chimiques des eaux utilisées se trouvent dans le tableau suivant :

Tableau I-10 : les caractéristiques chimiques de l'eau du barrage cheffia

Paramètre	Symbole	Unités	Quantité mesurée
Ph	Ph	-	7.9
Température	T	°C	25
Conductivité électrique	CE	Mmhos.cm ⁻¹	0.41
Chlorure	CL ⁻	Meq/l	4
Sulfate	SO ₄ ⁻	Meq/l	7
Bicarbonate	HCO ₃	Meq/l	10.9
Carbonate	CO ₃	Meq/l	-
Sodium	Na ⁺	Meq/l	28
Magnésium	Mg	Meq/l	6
Calcium	Ca	Meq/l	53.5
Potassium	K ⁺	Mn.i	3
Nitrate	NO ₃ ⁻		11

Source : DRE W.EL TARF

I-4-3 Classification des eaux pour l'irrigation :

Les principaux éléments qui ont un effet déterminant sur la qualité de l'eau sont :

- La concentration totale de sels solubles,
- La proportion relative du sodium, du bicarbonate, du calcium et magnésium.

I-4-3-1 la concentration totale de sels solubles :

Essentiellement toutes les eaux d'irrigation contiennent des sels dissous. Plusieurs de ces sels sont bénéfiques pour la croissance des plantes, mais quelques-uns peuvent être toxiques. On classe la qualité de l'eau en fonction de la quantité de sels solubles qu'elle contient.

Dans le classement ci-dessous, on retrouve une classification des eaux d'irrigation. Le degré de salinité y est indiqué en termes de conductivité électrique qui est une mesure facile à obtenir à l'aide d'appareils peu dispendieux (plus ils y'a de sels dans l'eau plus la conductivité est grande).

Classe conductivité électrique(CE) indice de salinité :

- Classe1 (C1) 0.25mmhos/cm basse salinité
- Classe2 (C2) 0.25mmhos/cm à 0.75mmhos/cm salinité modéré
- Classe3 (C3) 0.75mmhos/cm à 2.25mmhos/cm haute salinité

- Classe4 (C4) au-dessus de 2.25mmhos/cm très haute salinité

L'eau du barrage prévue pour l'irrigation du périmètre a une conductivité électrique moyenne CE=0.41 mmhos/cm, ce qui présente un risque moyen.

I-4-3-2 la proportion relative du sodium, du bicarbonate, du calcium et magnésium :

L'analyse de la concentration du sodium dans l'eau d'irrigation ne peut être faite seule. En effet, l'influence du sodium dépend des concentrations en calcium et en magnésium. Aussi, plutôt que de parler de concentration en sodium, nous parlons plutôt d'une valeur qui tient compte des effets mutuels du sodium, du calcium et du magnésium. Il s'agit du ratio d'adsorption du sodium par le sol, le SAR (Sodium adsorption ratio).

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \dots\dots (I-3)$$

On utilise le SAR pour classifier les risques liés au sodium dans les sources d'eau d'irrigation. L'eau caractérisée par un SAR >10 aura tendance à produire une accumulation de sodium dans le sol. Le sodium agit au niveau de la défloculation du sol argileux ce qui entraîne une diminution de la macro-porosité (air) et du taux d'infiltration de l'eau. Cette action sur la structure du sol est particulièrement néfaste.

A l'aide du SAR, on divise les eaux d'irrigation en quatre classes. La classification est basée principalement sur l'effet du sodium sur les conditions physiques du sol :

Classe SAR Indice

- Classe S1 SAR de 10 et moins bas taux de sodium
- Classe S2 SAR de 10.1 à 18 taux moyen de sodium
- Classe S3 SAR de 18.1 à 26 haut taux de sodium
- Classe S4 SAR au-dessus de 26.1 très haut taux de sodium

Dans le cas de l'eau du barrage de cheffia on a : **SAR=5.13**

SAR <10 : Risque faible (l'eau de Classe S1 peut être utilisé sur pratiquement n'importe quel type de sol avec un risque minimal d'accumuler du sodium à un niveau dommageable).

Si on se réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation ci-dessous, on peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un degré d'alcalinité faible (C2, S1), ce qui stipule que notre eau pourra être utilisée dans les projets d'irrigation.

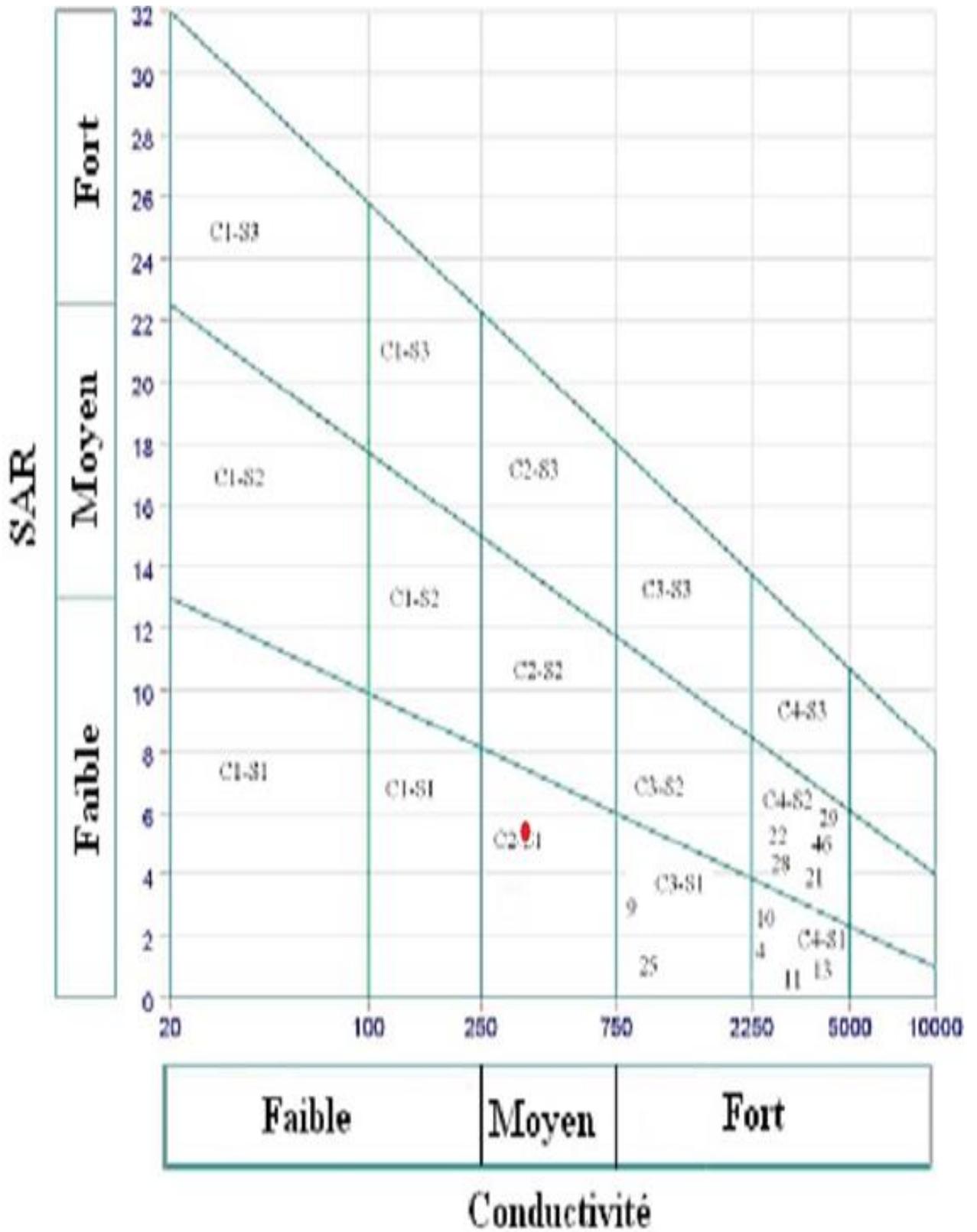


Figure I-14 Diagramme de classification des eaux d'irrigation

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons traité les principales données qui nous aideront à connaître, les paramètres climatiques et agro-météorologiques

L'analyse climatique de la zone d'étude montre :

- ✓ Le climat de la région est un climat relativement humide
- ✓ L'irrigation est souvent parfois utile
- ✓ L'eau du barrage cheffia est de très bonne qualité, donc elle peut être utilisée pour l'irrigation de notre périmètre.

Chapitre II

Introduction

L'analyse développée dans cette partie a pour objet d'évaluer la pluviométrie pour le périmètre irrigué, pour définir les précipitations de courte et de longue durée qui puissent inonder quelque périmètre de la région étudiée.

II-1-Présentation de la station pluviométrique :

La Station de cheffia a été prise comme station de référence, les caractéristiques de cette dernière sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau II-1 : les coordonnées de la station de cheffia.

Station	Longitude Est	Latitude Nord	Altitude(m)	Code-ANRH
Cheffia	8°33'41.62	36°36'28.61	170	03_15_15

Nous disposons d'un échantillon de pluies annuelles qui va de 1985 à 2005, soit donc une durée d'observation de 21ans. Les observations de pluies annuelles sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau II-2 répartition mensuelle et annuelle des pluies

Année	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jllt	Aout	Annuel le
85/86	13	33	85.7	102.7	1.38.7	77.4	125.5	64.5	1.2	28.5	10.2	0	680.4
86/87	48	152.1	179.8	224.5	139	222.1	78.2	100.5	90.9	0.5	5	0	1240.6
87/88	24	18	91.5	8.5	105.5	62	73.5	9	43	36.5	0	0	471.5
88/89	42	10	92	134	42	71	57.5	102	15	9	5.5	6.5	586.5
89/90	2	23.4	69	79	110	0.5	53.5	41	56.5	11.5	2.5	27.5	476.4
90/91	1	22	149.5	162	107.5	67	137.5	56	46	8.5	0	5	762
91/92	37	154	71	22.4	35.5	60.5	72.6	196.5	163	20	17.5	0	850
92/93	0	82	133.7	194	87.5	49.4	99.1	40.5	91.3	3.7	0	1.5	782.7
93/94	38.3	31.9	10.9	142.1	128.9	180.8	8.6	100.1	42	4.9	0	2.5	691
94/95	51.5	79.6	16.7	81	235.6	5.4	100.6	43.3	2.9	12.2	0	19	647.8
95/96	38.3	78	62	102.5	156.3	70	34	20	20	4.3	0	0	585.4
96/97	21.8	240	45.2	48.4	105.4	51	26.7	47.9	8	23.2	0	21	438.6
97/98	88.2	53.9	249.8	63.2	220.2	78.9	72	53.2	33.8	3.6	8.7	0.5	926
98/99	50.2	13.7	152.1	158.3	51.4	43.2	21	32.6	144.7	14	0	23	704.2
99/2000	30.1	117	32.4	89.8	180.6	127.9	23.8	54.9	36.7	0	0.5	3.6	697.3
2000/01	54.6	15.9	73.3	61	45.4	45.1	110.8	58	11.8	3.6	6.5	16.5	502.5
01/02	45.5	43.9	261.7	148.8	307.7	99.1	27.2	160.1	43.6	1.5	0	0	1139.1
02/03	82.3	45	26.2	319.7	152.3	14.7	84	83.1	76.4	75.1	0.8	0.5	960.1
03/04	103.6	32.3	216.8	209	154	138.3	59.2	156	7	7.9	16.3	23.4	1123.8
04/05	4.4	11	55.3	207.7	152.4	106.8	53.1	24.3	20.9	3.9	0	3.4	643.2

D'après les résultats du tableau ci-dessus, on remarque une irrégularité dans la répartition des précipitations et aussi une variabilité mensuelle. Ces pluies sont nettement insuffisantes pour les mois de juin, juillet et août, elles sont moyennes durant les mois de printemps et relativement maximales en hiver.

II-2-Vérification de l'homogénéisation de la série pluviométrique :

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon. La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé suivant :

- On divise la série complète en deux sous série : X et Y tel que : N_1 et N_2 représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_1 > N_2$.
- On constitue par la suite, la série X union Y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang tout en précisant à quelle sous séries appartient elle

- Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95 % (Touabia). Si la relation ci – dessous est vérifiée

$$W_{min} < W_x < W_{max}$$

Avec :

$W_x =$ Somme des rangs de sous séries.

$$W_{min} = \left(\frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} \right) - 1,96x \left(\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{1/2} \dots\dots\dots (II.1)$$

$$W_{max} = [(N_1 + N_2 + 1)1 - W] \dots\dots\dots (II.2)$$

$$W_x = \sum(Rangx) \dots\dots\dots (II.3)$$

Le tableau suivant détaille le calcul :

Tableau II-3: Test d’homogénéité de Wilcoxon

Rang	Série d’origine	X	Y	Trie	X union Y
1	680.4	680.4	926	438.6	X
2	1240.6	1240.6	704.2	471.5	X
3	471.5	471.5	697.3	476.4	X
4	586.5	586.5	502.5	502.5	Y
5	476.4	476.4	1139.1	585.4	X
6	762	762	690.1	586.5	X
7	850	850	1123.8	643.2	Y
8	782.7	782.7	643.2	647.8	X
9	691	691		680.4	X
10	647.8	647.8		691	X
11	585.4	585.4		697.3	Y
12	438.6	438.6		704.2	Y
13	1123.7	1123.7		762	X
14	926			782.7	X
15	704.2			850	X
16	697.3			926	Y
17	502.5			960.1	Y
18	1139.1			1123.7	X
19	690.1			1123.8	Y
20	1123.8			1139.1	Y
21	643.2			1240.6	X

En se basant sur le test de wilcoxon, on obtient :

Tableau II-4: Résultats du test de Wilcoxon

Wmin = 115.43	Wx = 125	Wmax = 170.57
115.43 < Wx < 170.57		

La condition de **M^r Wilcoxon** est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station **cheffia** est homogène.

II-3-Ajustement statique des pluies :

Les données de pluies annuelles sont souvent ajustables à des lois statiques nombreuse, ceci est du à la fiable variabilité interannuelle pour certaines stations. dans notre cas, on utilise pour celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d’ajustement les plus employées dans le cas des pluies annuelles sont les suivantes :

- **Loi de Gauss ou loi normale**
- **Loi de Galton ou loi log – normale**

II-3-1-Ajustement des pluies annuelles à la loi Gauss ou loi normale :

On dit qu’une variable appartient à la distribution normale lorsque sa fonction de répartition est de la forme :

$$(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \dots\dots\dots(\text{II.4})$$

u est la variable réduite de Gauss. Elle est donnée par $u = \frac{x-\bar{x}}{\sigma} \dots\dots\dots(\text{II.5})$

Le procédé d’ajustement consiste à :

- ✓ Classer les valeurs de l’échantillon par ordre croissant.
- ✓ Affecter un numéro d’ordre aux valeurs classées
- ✓ Calculer la fréquence expérimentale
- ✓ Variable réduite de gauss u
- ✓ Calcul des caractéristiques empiriques de loi \bar{x} , σ , Cv , Cs
- ✓ Tracer la droite de Henry sur papier de probabilité gaussien

Avec :

L’équation de la droite de Henry est : $x_{p\%} = \bar{x} + \sigma \cdot u_{p\%} \dots\dots\dots(\text{II.6})$

- ✓ \bar{x} moyenne arithmétique.
- ✓ $x_{p\%}$: précipitation de probabilité P% .

- ✓ σ : Ecart type.
- ✓ Cv : coefficient de variation.
- ✓ Cs : coefficient d'asymétrie.

Notre calcul sera fait sur une série de 21ans obtenue de la station de cheffia (1985-2005),

Pour les calculs on a utilisé le logiciel HYFRAN. Les résultats obtenus figurent au tableau :

Tableau II-5 Résultat d'ajustement de la loi normal

T	Q	Xt	Ecart type	Intervalle de confiance(95)
100	0.99	1320	103	1120-1520
50	0.98	1260	94	1070-1440
20	0.95	1160	81.5	999-1320
10	0.9	1070	71.5	931-1210
5	0.8	966	61.4	845-1090
2	0.5	763	52.4	661-866
1.25	0.2	561	61.4	441-682

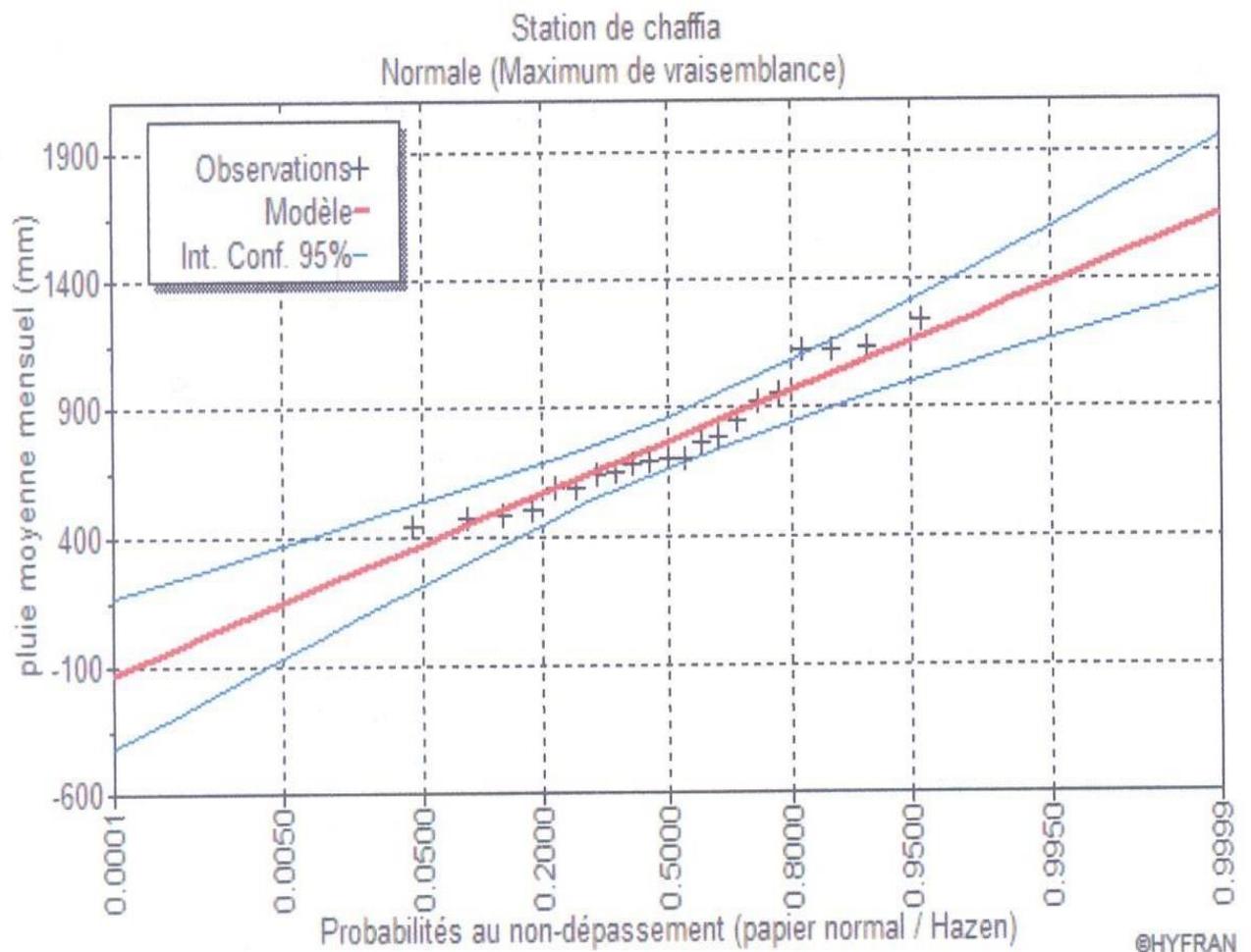


Figure II-1 ajustement à la loi de gauss

II-3-2-Ajustement à la loi log-normale (Galton) :

On dit qu'une variable aléatoire X a une distribution log normal lorsque $y = \ln X$

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

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad (\text{Fréquence au non dépassement})$$

Avec la valeur réduite u est donnée par $u = \frac{\ln x - \bar{\ln x}}{\sigma_{\ln x}}$

L'équation de la valeur réduite présente sous forme de $\ln x = \bar{\ln x} + u\sigma_{\ln x}$ est l'équation d'une droite sur un papier Gausso-logarithmique en abscisse l'échelle gaussienne et en ordonnée l'échelle logarithmique.

Procédé de l'ajustement

- ✓ Classement des valeurs par ordre croissant
- ✓ Calcul de la fréquence expérimentale
- ✓ Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale
- ✓ Calcul des caractéristiques empiriques de la série transformée en logarithmique

$\bar{\ln x}$ et $\sigma_{\ln x}$

- ✓ Détermination de la droite de Galton $\ln xp\% = \bar{\ln x} + u\sigma_{\ln x}$

Avec

- $x_p\%$ précipitation probable à $p\%$
- $\bar{\ln x}$ moyenne arithmétique du log des précipitations observées
- $\sigma_{\ln x}$ la variance calculée pour les précipitations observées sous l'échelle

Logarithmique, sa formule s'écrit comme suit :

$$\delta \ln x = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \bar{\ln x}]^2} \quad \text{si } n < 30 \dots\dots\dots (\text{II.7})$$

$$\delta \ln x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \bar{\ln x}]^2} \quad \text{si } n > 30 \dots\dots\dots (\text{II.8})$$

Tableau II-6: Les résultats d'ajustement a la loi log normale.

T	Q	Xt	Ecart type	Intervalle de confiance(95)
100	0.99	1500	199	1110-1890
50	0.98	1380	167	1050-1710
20	0.95	1210	128	964-1470
10	0.9	1090	100	889-1280
5	0.8	947	75	799-1090
2	0.5	729	49.3	632-826
1.25	0.2	562	44.5	474-649

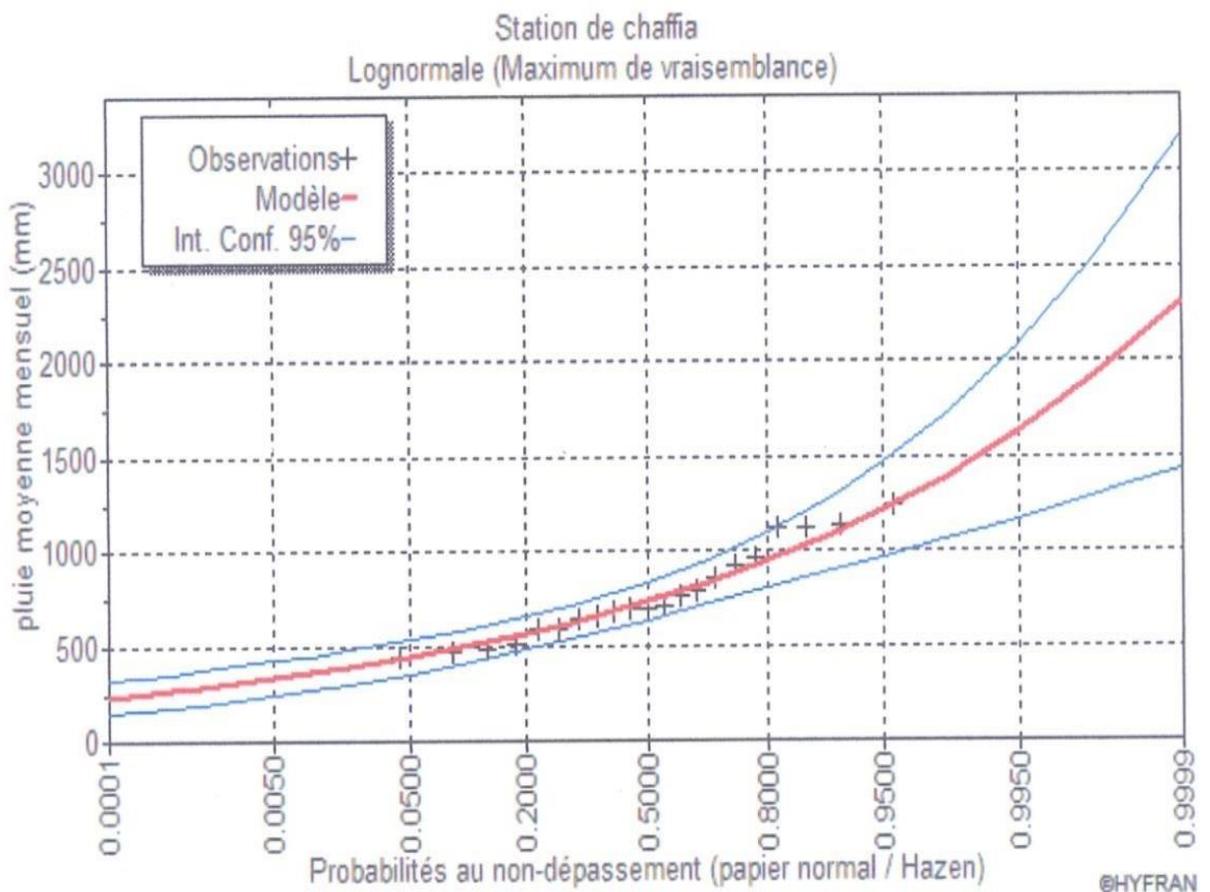


Figure II-2 ajustement à la loi de Galton

II-4-Test de validité d'un ajustement :

- L'ajustement obtenu par voie du logiciel HYFRAN représente un calcul correct sans erreurs comparaison entre l'adéquation et les lois d'ajustement suivant le test de validité de *Khi carré* ' χ^2 '

- Soit un échantillon de N valeurs, classées par ordre croissant ou décroissant à étudier, et pour lequel une loi de répartition F(x) a été déterminée :
- On divise cet échantillon en un certain nombre de classes K contenant chacune N_i valeurs expérimentales. le nombre V_i est le nombre théorique de valeurs sur un échantillon de N valeurs affectées à la classe i par la loi de répartition, donnée par la relation suivante :

$$v_i = N \int_{x_{i+1}}^x (X)dX = [(Xi) - (Xi + 1)] \dots \dots \dots (II.9)$$

F(X) : étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique . La variable aléatoire 'χ²', dont la répartition a été étudiée par Pearson , est définie par l'expression suivante :

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

$$\delta = k - 1 - m$$

- n_i : nombre d'observations contenues dans la classe i.
- v_i : nombre d'observations théoriques calculés dans la classe i.

$$\gamma = k - 1 - m$$

- k : nombre de classes.
- γ : degré de liberté.
- m : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition .

Tableau II-7 : Test de validité des deux ajustements.

Loi normale	Loi log-normale
χ ² calculé = 2.14	χ² calculé =3.29
Degré de liberté = 3	Degré de liberté = 3
Probabilité p (χ ² calculée) = 0.5494	Probabilité p (χ² calculée) = 0.6692
Nombre des classes k = 7	Nombre des classes k = 7

Après examen des ajustements obtenus, il ressort que la **loi normale** est plus précise (elle ajuste mieux la série des pluies annuelles à la station de **cheffia**)

II-5-Détermination de l'année de calcul

A partir des résultats obtenus (Loi normale) nous retenons que les estimations de la pluviométrie moyenne annuelle dans la région cheffia est comprise entre 75% et 90% de cette condition , la probabilité à garantir une irrigation est arrêtée selon une fréquence de 80% des pluies .

L'année de calcul est obtenue en appliquant la formule suivante :

$$P_i, 80\% = P_i, \text{ moy} \times \frac{P_{i,80\%(\text{annuel})}}{P_{i,50\%(\text{annuel})}} \dots\dots\dots(\text{II.10})$$

D'après le tableau d'ajustement à la loi log normal :

Tableau II-8: Résultats de l'année de calcul

P_i , 80% = 561 mm	P_i , 50% = 763 mm	$\frac{P_{i,80\%(\text{annuel})}}{P_{i,50\%(\text{annuel})}} = 0,735$
-------------------------------------	-------------------------------------	---

D'où l'année de précipitations de probabilité à fréquence de 80% est répartie comme suit :

Tableau II-9: Calcul des pluies mensuelles pour l'année sèche (freq =80%)

Mois	sep	oct	nov	Dec	jan	fev	mar	Avr	mai	Juin	Jllet	aout
Pi moy	42.57	56.70	108.91	130.23	131.60	78.67	67.39	73.34	47.93	13.17	3.50	9.47
Pi 80%	31.28	41.67	80.05	95.72	96.73	57.82	49.53	53.91	35.23	9.68	2.57	6.96

Conclusion

Ce chapitre est destiné à définir

- ✓ l'homogénéisation des séries pluviométriques.
- ✓ l'étude fréquentielle de la série pluviométrique par des lois statiques
- ✓ le test de validité a montré que les deux lois utilisées étaient adéquates à l'ajustement de notre série pluviométrique, mais notre choix s'est porté sur la loi normale
- ✓ le test de validation de l'ajustement après l'étude de l'échantillon et le choix de la loi d'ajustement à mettre en œuvre, prouve que cette loi est donc utile à nous avoir orienté pour déterminer l'année de calcul
- ✓ la détermination de l'année de calcul

Chapitre III

Introduction

L'étude pédologique est l'une des sources essentielle pour prendre en compte la nature et la distribution des caractéristiques et des contraintes relevant des sols. Pour l'irrigation, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considérations.

La présente étude qui est celle des ressources en sols fait partie des études de base nécessaire pour l'élaboration d'un projet d'irrigation.

Elle a pour but de définir les sols destinés à l'irrigation, et permet aussi le bon choix des cultures les plus adaptées avec le sol et l'identification des contraintes éventuelles pour l'aménagement.

Les principales contraintes et critères prises en considération pour la classification des sols sont : la texture, le critère d'hydromorphie, la présence et la profondeur de la nappe, la porosité, la salinité et le calcaire actif, bien qu'ils sont localisés dans des zones précises.

La bonne connaissance du sol permet le bon choix des cultures les plus adaptées.

III -1 les types de sols :

L'étude pédologique du périmètre d'étude permet de distinguer trois classes de sol. Il s'agit des sols peu évolués d'origine non climatique, d'apport alluvial modaux, des sols calcimagnésiques carbonatés brun calcaires à encroutement et les sols minéraux bruts d'origine non climatique d'apport alluvial modaux.

III -1-1 les sols peu évolués d'origine non climatiques d'apport alluvial modaux :

Ces sol occupent une superficie de 47.80ha et. Ils sont caractérisés par une profondeur moyenne et un manque d'encroutement dans le profil.

Leur texture est argileuse à argileux-limono le taux de calcaire fluctue entre 21 et 34% avec un calcaire actif compris entre 12 et 14%.

Leur ph est toujours supérieur à 8.2 sans dépasser 8.8 avec des valeurs basses pour la conductivité électrique (0.3 à 0.8 mmhos/cm). Exceptionnellement, la base du profil pp1 affiche une CE de 2.8 mmhos/cm.

III -1-2 les sols calcimagnésiques carbonatés bruns calcaires à encroutements :

Ce sont des sols caractérisés par la présence d'un encroutement calcaire en profondeur variant entre 90 et 140 cm. Ils occupent 43.3 ha. Leur charge en cailloux reste très forte dans les horizons intermédiaires.

Leur texture est généralement argileuse à argileux-limono avec des taux de calcaire qui peuvent dépasser 44% en profondeur au contact de la croûte calcaire.

Leur salinité est très faible et ne dépasse pas 0.7 mmhos/cm.

III -1-3 Les sols minéraux bruts d'origine non climatique d'apport alluvial modaux :

Ces sols occupent 51.21 ha. Et ont une texture argileuse avec des taux de calcaire atteignant 36%. Ils sont caractérisés par une forte charge en cailloux à partir de 60 cm de profondeur.

III -2 Les aptitudes culturales :

Du point de vue des aptitudes culturales, les sols du périmètre d'étude sont subdivisés en deux classes ; l'une favorable aux cultures maraichères et l'autre favorable aux cultures céréalières et fourragères.

III -2-1 La classe des aptitudes $M_{10}C_{10}I_{11}B_{42}$:

Cette classe concerne les sols peu évolués, ces sols supportent bien toutes les cultures maraichères.

Il en est de même pour les cultures céréalières et fourragères ainsi que pour les cultures industrielles, par contre, l'arboriculture est à proscrire de ces sols du fait du taux élevé de calcaire actif et de la valeur élevée du pH (>8). Il n'y a que le figuier et l'olivier qui peuvent être tolérés moyennement par ces sols.

Les contraintes à la mise en valeur sont principalement les valeurs élevées du taux de calcaire (actif et total) et de pH (>8).

III -2-2 La classe des aptitudes $C_{10}M_{11}I_{13}B_{43}$:

Cette classe englobe les sols calcimagnésiques et les sols minéraux bruts. Ces sols sont à vocation céréalière et fourragère. Ils peuvent sans problème supporter toutes les cultures de ce type.

Les cultures maraichères restent bien supportées avec néanmoins une petite restriction pour la carotte et le navet. Pour les cultures industrielles, le coton et le tournesol sont bien tolérés le tabac et le lin ne le sont que moyennement.

L'arboriculture fruitière reste mal supportée. Il n'y a que le figuier et l'olivier qui peuvent se maintenir dans ces sols avec des aptitudes moyennes.

Les contraintes à la mise en valeur, en plus des fortes valeurs du calcaire et du ph, s'ajoute la forte charge en cailloux dans ces sols.

III -3 occupations du sol dans les conditions existantes :

L'occupation du sol dans l'aire d'étude est de nature maraichère et céréalières, en effet la répartition spatiale de ces cultures est principalement liée aux conditions pédologiques et climatiques.

Dans les deux tableaux suivant on peut distinguer les espèces culturales adéquates pour les 3 types de sol de notre périmètre :

Tableau III-1 les espèces culturales.

N°	Espèces arboriculture	N°	Espèce culture maraichères	N°	Espèce Céréales et fourrages	N°	Espèce Cultures industrielles
1	Agrumes	1	Artichaut	1	Luzerne	1	Betterave sucrière
2	Pécher/franc	2	Tomate	2	Bersim	2	Coton
3	Pécher/Amandier	3	Oignon	3	Sorgho	3	Tournesol
4	Pécher/prunier	4	Pomme de terre	4	Mais	4	Tabac
5	Abricotier/franc	5	Carotte	5	Fétuque	5	Lin
6	Abricotier/prunier	6	Navet	6	Vesce avoine		
7	Olivier	7	Chou fleur	7	Ray gras		
8	Pommier/doucin	8	Chou pommé	8	Blé dur		
9	Pommier/Pa radja	9	Epinard	9	Blé tendre		
10	Poirier/franc	10	Laitue	10	Orge		
11	Poirier/cognassier	11	Ail				
12	Figuier	12	Aubergine				
13		13	Pastèque				
14		14	Melon				
15		15	Piment poivron				
		16	Hariot vert				
		17	Concombre				
		18	pois				

Tableau III-2 degré d'aptitude culturale

TYPE DE SOL	Culture	Degré d'aptitude culturale	
		Bon pour	Moyenne pour
Les sols minéraux bruts et les sols calcimagnésiques	Arboriculture (B43)		9,15
	Cultures maraichères (M11)	1,2,3,4,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18	5,6
	Céréales et fourrages (C10)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
	Cultures industrielles(I13)	2,3	5,6
Les sols peu évolués	Arboricultures (B42)		9,15
	Cultures maraichères (M10)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18	
	Céréales et fourrages (C10)	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	
	Cultures industrielles (I11)	1,2,3,4,5	

Conclusion

L'analyse de la qualité des sols de la zone d'étude montre que les aptitudes culturales du périmètre d'étude sont subdivisés en deux classes ; l'une favorable aux cultures maraichères et l'autre favorable aux cultures céréalières et fourragères.

La granulométrie du sol est argileuse et le sol a une perméabilité $k=7$ mm/h donc notre sol est perméable.

Chapitre IV

Introduction

Le but de ce chapitre est d'estimer les besoins en eau des cultures en se basant sur les données hydro-climatiques enregistrés au niveau de la station de Ain Bessem , avec une analyse comparative et statistique des résultats des paramètres morphologiques mesurés pendant la croissance des cultures jusqu'à la récolte , qui nous permettra de choisir la méthode adéquate pour l'obtention d'un meilleur rendement des cultures parce que l'utilisation des formules empiriques non adéquates peut surestimer ou sous-estimer les besoins en eau des cultures .

IV-1 Les besoins en eau d'une culture :

Les besoins en eau des cultures est définis comme étant la quantité d'eau nécessaire pour couvrir les pertes en eau par évapotranspiration d'une culture saine ,cultivée en grande parcelle, sans contraintes du sol(fertilité et humidité), et réalisant son potentiel de production sous les conditions considérées.Cette définition correspond à l'évapotranspiration maximale d'une culture (ETM) qui dépend de la demande climatique ou de l'évapotranspiration de référence (ET0) et du coefficient cultural (Kc).

IV-2 L'évapotranspiration :

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation. Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et par unité de temps, $m^3/ha/jour$, en $m^3/ha/mois$, ou en $m^3/ha/an$. Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en mm/jours ou par mois ou par an.

On distingue :

- ✓ L'évapotranspiration de référence (ET0).
- ✓ L'évapotranspiration maximale (ETM).

IV-2-1 L'évapotranspiration de référence :

Elle est définie comme l'ensemble des pertes en eau d'un couvert végétal abondant, bien alimenté en eau, lorsque l'eau est le seul facteur qui limite cette évaporation, et lorsque le couvert végétal présente un développement foliaire maximum (au stade de pleine croissance) couvrant bien le sol, ce dernier étant à la capacité au champ.

IV-2-2 L'évapotranspiration maximale :

Pendant une période déterminée (jour, mois, cycle végétatif complet), chaque parcelle va prendre, par transpiration et évaporation directe, une certaine quantité d'eau appelée

évapotranspiration réelle ETM : celle-ci pourra bien sûr être inférieur ou égal à ETP selon que les conditions de celle-ci sont réunies ou non.

$$ETM = ET_0 \times K_c \dots\dots\dots(IV.1)$$

- ET₀ : l'évapotranspiration de référence
- K_c : correspond au coefficient cultural, fonction de type de culture et de son état végétatif.

IV-3 Les méthodes d'évaluation de L'évapotranspiration :

On distingue généralement deux méthodes :

IV-3-1 Les méthodes directes :

- ✓ L'évapotranspiration ou cuve lysimétrique
- ✓ Le bac évaporant
- ✓

IV-3-2 Les méthodes indirectes :

Ces méthodes permettent de calcul l'ETP à partir de formules basées sur des paramètres climatiques.

Il existe des formules de calcul dont les principales sont:

- ✓ Prinstley- Taylor
- ✓ Makkink
- ✓ Turc
- ✓ Blaney – Cridle
- ✓ Thornthwaite
- ✓ Penman et Monteith modifiée.
- ✓

➤ **Formule Modifiée de Penman_Monteith**

En 1948, Penman et Monteith ont combiné le bilan énergétique avec la méthode de transfert de masse et dérivé une équation pour calculer l'évaporation d'une surface libre d'eau à partir des enregistrements climatologiques de l'ensoleillement, la température, l'humidité et la vitesse du vent.

Depuis 1998, la formule la plus employée et recommandée par la FAO est la formule de Penman-Monteith modifiée, détaillée comme suit:

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{C_{ste}}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \dots\dots\dots(IV.2)$$

Avec:

- ✓ ET_0 : évapotranspiration de référence [mm jour⁻¹].
- ✓ R_n : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m⁻² jour⁻¹].
- ✓ G : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m⁻² jour⁻¹].
- ✓ T : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C].
- ✓ u_2 : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s⁻¹].
- ✓ e_s : pression de vapeur saturante [kPa].
- ✓ e_a : pression de vapeur réelle [kPa].
- ✓ $e_s - e_a$: déficit de pression de vapeur saturante [kPa].
- ✓ D : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C⁻¹].
- ✓ g : constante psychrométrique [kPa °C⁻¹].

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide de logiciel **CROPWAT.8**, fondé sur la méthode de penman – Monteith – FAO, pour l'exploitation du logiciel, nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique Cheffia :

- ✓ Les températures maximales mensuelles.
- ✓ Les températures minimales mensuelles.
- ✓ Humidité relative de l'air en (%).
- ✓ Insolation journalière : donnée en heures d'insolation.
- ✓ Vitesse de vent (km/jour).

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 selon la formule de **Penman-Monteith** modifiée sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau IV-1 : Evapotranspiration de référence (ET₀) de la zone d'étude avec CROPWAT

Mois	Tmoy mens(°C)	Hr%	Vent(m/s)	Insolation(heurs)	ET ₀ (mm/j)	ET ₀ (mm/mois)
Janvier	12.33	77	2.08	161.2	1.33	40
Février	12.53	60	2.19	180.6	1.83	55
Mars	14.90	72	1.95	237.6	3	90
avril	16.82	75	2.02	244.7	4	120
Mai	18.99	68	1.67	275.5	5	150
Juin	23.30	60	1.59	293.2	5.67	170
Juillet	25.34	52	1.61	339	7	210
Aout	25.85	60	1.8	296.3	6.34	190
Sept	23.38	64	1.79	242.4	4.5	135
Oct	10.66	64	1.9	226.8	3	90
Nov	16.68	79	2.07	175.7	1.83	55
Dec	13.58	72	2.57	153.2	1.16	35

IV-4 Détermination des besoins en eau des cultures :

Par définition le bilan hydrique d'une culture donnée est la différence entre , d'une part les besoins en eau des cultures tel que déterminés par le climat et les caractéristiques végétales (ETM) et d'autre part la somme des apports effectifs des précipitations.

Les besoins en eau mensuels sont déterminés par le bilan hydrique suivant :

$$B = K_c \cdot ETP - (P_{\text{eff}} + \text{RFU}) \dots\dots\dots(\text{IV.3})$$

Avec

- ✓ ETP : évapotranspiration potentielle de référence
- ✓ K_c : le coefficient culturel de la culture considérée
- ✓ P_{eff} : pluie efficace
- ✓ RFU : la réserve facilement utilisable disponible au début de la période

IV-4-1 La réserve facilement utilisable :

La réserve utile c'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de ressuage et le point de flétrissement .mais les plantes ayant d'autant plus de mal à extraire l'eau que l'humidité s'approche du point de flétrissement, on nomme Réserve Facilement Utilisable, la quantité d'eau égale à 1/3 ou 2/3 de la RU tel que :

$$RFU = (H_{cc} - H_{pf})Y \cdot D_a \cdot Z \dots\dots\dots (IV.4)$$

Avec :

- ✓ H_{cc} : humidité à la capacité au champ
- ✓ H_{pf} : humidité au point de flétrissement
- ✓ D_a : degré de tarissement
- ✓ Y : densité apparente
- ✓ Z : profondeur d'enracinement.

IV-4-2 Pluies efficaces (P_e) :

C'est la fraction des pluies totales réellement utilisée par la culture, elle dépend de :

- ✓ La région concernée
- ✓ La nature de pluie
- ✓ Type de sol

Plusieurs méthodes peuvent être exploitées dans l'estimation des pluies efficaces , dans notre étude nous avons utilisé la méthode suivante :

Pluies efficaces (mm/mois) = A. Pluies totales (mm/mois)

Avec: A: coefficient de correction est généralement égal 0,8

Tableau IV-2 : Pluies efficaces

Mois	jan	Fev	mars	avr	mai	Juin	juielt	aout	sep	oct	nov	dec
P_{moy} 80% (mm)	31.29	41.67	80.05	95.72	96.73	57.82	49.53	53.91	35.23	9.68	2.57	6.96
P_{eff}	25.03	33.34	64.04	76.57	77.38	46.26	39.62	43.13	28.18	7.74	0.00	5.57

IV-5 Estimation des coefficients culturaux (K_c) :

Les valeurs du coefficient cultural (K_c) de chaque culture sont déterminées en fonction du stade végétatif de la plante, du vent et de la valeur moyenne de l'humidité de l'air qui caractérise la surface d'étude. Les coefficients culturaux des cultures de notre périmètre sont détaillés comme suit:

Tableau IV-3 : Coefficient culturaux

	Sep	Oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juillet	août
Céréale	-	-	-	-	0,7	0,85	0,95	1,05	1,05	1,1	-	-
Luzerne	-	-	-	-	-	0,7	0,7	0,85	1,20	1,20	0,7	-
Ail	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1,05	1,05	0,85
Melon	0,9	-	-	-	-	-	-	0,7	0,75	0,75	1,05	1,05
Haricot vert	-	-	-	-	0,75	0,8	1,1	0,9	0,7	-	-	-
Figuier	0,85	-	-	-	-	-	-	-	0,8	1,05	1,15	1,1
Mais grain	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,8	0,85	0,85	0,8
p.terre	-	-	-	-	-	-	0,75	1,1	1,2	0,75	-	-
Oignon Sec	-	-	-	-	0,40	0,60	0,80	0,95	1,15	0,80	-	-

IV-6 Les profondeurs d'enracinement :

Tableau IV-4 : Les profondeurs d'enracinement des différentes cultures.

	Sep	oct	Nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juillet	août
céréale	-	-	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-
luzerne	-	-	-	0,9	1,00	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1	-
Ail	-	-	-	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	-	-
melon	-	-	-	-	-	-	0,7	0,9	1,2	1,2	-	-
Haricot vert	0,7	0,7	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5	0,7
Figuier	0,3	0,4	0,5	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
Mais grain	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
p.terre	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	0,3	0,35	-
Oignon sec	-	-	-	-	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	-	-

IV-8 Choix des cultures :

Avant d'évaluer les besoins en eau des cultures de la zone d'étude, il faut d'abord définir l'occupation et la répartition culturelle dans le périmètre, en tenant compte les critères suivants :

- ✓ Les conditions climatiques de la zone d'étude
- ✓ La qualité de l'eau d'irrigation
- ✓ Disponibilité de l'eau d'irrigation
- ✓ L'aptitude culturelle des sols basée sur l'étude pédologique

Pour notre périmètre le choix des cultures s'est basé comme suit :

- ✓ **Les cultures maraichères**

Les cultures maraichères présentent la principale production du périmètre. les cultures maraichères retenues sont : la pomme de terre , l'oignon sec , l'haricot vert.

- ✓ **Les cultures fourragères**

Luzerne, maïs grainetc .

IV-10 L'efficience de l'irrigation :

Les besoins en eau dépendent aussi des pertes dans le système d'apport de l'eau aux plantes, elles sont dues :

- ✓ Aux pertes du système d'irrigation à la parcelle
- ✓ Aux pertes dans le système de mobilisation de l'eau et le réseau de transport de l'eau à la parcelle

Donc nous définissons l'efficience de l'irrigation comme étant le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation.

La formule utilisée pour l'estimation de l'efficience d'un réseau d'irrigation est donnée par l'expression suivante :

$$E_i = E_d \times E_t \times E_u \dots\dots\dots (IV.5)$$

Avec

- ✓ E_d : efficacité de type de distribution en(%).
- ✓ E_t : efficacité de l'irrigation en(%).
- ✓ E_u : efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible, suite des des multiples variable qui interviennent .dans notre cas $E_i = 75\%$

Tableau IV-5 Besoin en eau du maïs grain

Mais grain	ET0	Kc	ETM	Peff (mm)	Z	RFU théor	RFU réelle	B net (mm)	B brute (m ³)
Janvier	40	0	0	77.38	0	0	0	0	0
Février	55	0	0	42.26	0	0	0	0	0
Mars	90	0	0	39.62	0	0	0	0	0
Avril	120	0.7	84	43.13	0.1	12.72	6.37	40.87	544.99
Mai	150	0.8	120	28.18	0.2	25.44	12.7	91.82	1224.24
Juin	170	0.85	144.5	7.74	0.3	38.16	19.08	136.76	1823.40
juillet	210	0.85	178.5	0.00	0.4	50.88	25.44	150.23	2380
août	190	0.8	152	5.57	0.5	63.6	31.3	146.43	1952.45
Septembre	135	0	0	25.03	0	0	0	0	0
Octobre	90	0	0	33.34	0	0	0	0	0
Novembre	55	0	0	64.04	0	0	0	0	0
Décembre	35	0	0	76.57	0	0	0	0	0

Tableau IV-6 Besoin en eau de luzerne

Luzerne	ET0	Kc	ETM	Peff (mm)	Z	RFU théor	RFU réelle	B net (mm)	B brute (m ³)
Janvier	40	0	0	77.38	0	0	0	0	0
Février	55	0.7	27.50	42.26	0.7	89.04	44.52	0	0
Mars	90	0.7	63.00	39.62	0.7	89.04	29.68	0	0
Avril	120	0.8	102.0	43.13	0.7	101.76	0	58.87	784.99
Mai	150	0.95	142.5	28.18	0.8	114.48	0	114.32	1524.24
Juin	170	1.15	166.6	7.74	0.9	127.2	0	140.28	2118.07
Juillet	210	0.8	147.0	0.00	1	0	0	127.0	1960.0
Août	190	0	0	5.57	0	0	0	0	0
Septembre	135	0	0	25.03	0	0	0	0	0
Octobre	90	0	0	33.34	0	0	0	0	0
Novembre	55	0	0	64.04	0	0	0	0	0
Décembre	35	0	0	76.57	0	0	0	0	0

Tableau IV-7 Besoin en eau de l'onion sec

Onion sec	ET0	Kc	ETM	Peff (mm)	Z	RFU théor	RFU réelle	B net (mm)	B brute (m ³)
Janvier	40	0.4	16	77.38	0.3	38.16	19.08	0	0
Février	55	0.6	33	42.26	0.3	38.16	19.08	0	0
Mars	90	0.8	72	39.62	0.4	50.88	16.96	15.42	205.56
Avril	120	0.95	114	43.13	0.5	63.6	0	70.87	944.99
Mai	150	1.15	172.5	28.18	0.6	76.32	0	144.32	1924.24
Juin	170	0.8	136	7.74	0.6	76.32	0	128.26	1710.07
juillet	210	0	0	0.00	0	0	0	0	0
août	190	0	0	5.57	0	0	0	0	0
Septembre	135	0	0	25.03	0	0	0	0	0
Octobre	90	0	0	33.34	0	0	0	0	0
Novembre	55	0	0	64.04	0	0	0	0	0
Décembre	35	0	0	76.57	0	0	0	0	0

Tableau IV-8 Besoin en eau de la pomme de terre

Pomme de terre	ET0	Kc	ETM	Peff (mm)	Z	RFU théor	RFU Réelle	B net (mm)	B brute (m ³)
Janvier	40	0	0	77.38	0	0	0	0	0
Février	55	0	0	42.26	0	0	0	0	0
Mars	90	0	0	39.62	0	0	0	0	0
Avril	120	0.75	90	43.13	0.1	12.72	6.36	40.87	624.99
Mai	150	1.1	165	28.18	0.2	25.44	12.7	136.82	1824.24
Juin	170	1.2	204	7.74	0.3	38.16	17.8	151.93	2616.74
juillet	210	0.75	147	0.00	0.35	44.52	0	147.00	1960
août	190	0	0	5.57	0	0	0	0	0
Septembre	135	0	0	25.03	0	0	0	0	0
octobre	90	0	0	33.34	0	0	0	0	0
Novembre	55	0	0	64.04	0	0	0	0	0
Décembre	35	0	0	76.57	0	0	0	0	0

Tableau IV-9 Besoin totaux en eau d’irrigation des cultures

	Jan	fev	mars	avr	mai	Juin	Jlt	Aout	Se p	oct	nov	Dec
Mais	0	0	0	40.87	91.82	136.76	150.23	146.43	0	0	0	0
Luzerne	0	0	0	58.87	114.32	140.28	127	0	0	0	0	0
Onion	0	0	15.42	70.87	144.32	128.26	0	0	0	0	0	0
p.terre	0	0	0	46.87	136.82	151.93	147	0	0	0	0	0
Total	0	0	15.42	217.48	504.1	557.23	424.23	146.43	0	0	0	0

IV-11 Calcul du débit spécifique :

Les débits spécifiques sont définis d’après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de :

- ✓ La répartition culturale
- ✓ La dose d’arrosage
- ✓ Le coefficient d’efficience globale du système d’irrigation

Les débits spécifiques sont définis par la formule suivante :

$$q = \frac{B_m}{T \times t \times 3,6 \times k} \dots\dots\dots (IV. 6)$$

- ✓ B_m : Besoin mensuel maximum net, exprimé en m³/ha.
- ✓ T : Temps d’irrigation par jour 22 heures.
- ✓ t : Nombre de jours du mois d’irrigation, exprimée en jour égale à 26 J.
- ✓ K : Coefficient d’efficience globale du système d’irrigation ≈ 0.75.

Le mois de pointe c’est le mois de **Juin** avec un besoin total de **Bi net = 557.23mm**

C’est –à-dire **Bi brut = 6371.2 m³/ha.**

$$q = \frac{6371.2 \times 10^3}{22 \times 26 \times 3600 \times 0.75} = 3,27 \text{ l/s/ha}$$

Cette valeur du débit spécifique est très importante, il est de 3,27 l/s/ha, ce débit dépasse les normes (1,5 l/s/ha), ce qui risque d’aboutir à un donc il aura un surdimensionnement, pour cela on a deux méthode pour estimer le débit spécifique :

- ✓ Prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures (uniquement pour le mois de pointe).
- ✓ Prendre en considération le débit spécifique de la culture la plus exigeante.

Dans notre cas la pomme de terre est la culture la plus exigeante (mois de juin), avec des besoins estimés à 151.93 mm/mois, le débit spécifique est donc :

$$q = \frac{1519,3 \times 10^3}{22 \times 26 \times 3600 \times 0.75} = 0.85 \text{ l/s/ha}$$

IV-12 Débit caractéristique :

Le calcul des débits caractéristiques permet de définir le débit maximum que le système de desserte aura à fournir pour l'irrigation de chaque parcelle, déterminé en multipliant le débit de pointe par la surface agricole utile.

$$Q \text{ caractéristique} = Q_{sp} \times S \dots\dots\dots (IV.7)$$

- ✓ Q_{sp} : débit spécifique
- ✓ S : la superficie totales à irriguer = 143.6 ha

$$Q \text{ caractéristique} = 0.85 \times 143.6$$

$$Q \text{ caractéristique} = 122 \text{ l/s}$$

IV-13 Estimation des volumes d'eau d'irrigation :

Le volume des besoins en eau égale le besoin de la culture en m³ multiplié par la surface de la culture.

On trouve les résultats dans le tableau suivant :

Tableau IV-10 : Volumes d'eau d'irrigation

Cultures	Surface de la culture (ha)	Besoin brute de la culture(m ³ /ha)	Les volumes des besoins en eau m ³
Pomme de Terre	50	7025.97	351298.5
Mais grain	33	7925.08	261527.64
Luzerne	30	6387.3	191619
oignon sec	30	4784.86	143545.8
La somme = 947 990.94 m ³			

IV-14 Conclusion

L'estimation des besoins en eau des cultures, représente une phase importante dans un projet d'irrigation, puisque le dimensionnement d'un réseau d'irrigation est étroitement lié aux différents besoins de la culture .

Chapitre V

Introduction

L'humidité du sol à l'état naturel est souvent insuffisante, et pour assurer un rendement optimum des cultures, on a recours à l'irrigation.

Le choix de la méthode d'irrigation dans un périmètre est toujours problématique du fait de plusieurs contraintes : topographique, hydraulique, édaphiques et socio – économique

Dans ce chapitre, on détaille les principales techniques d'irrigation, leurs avantages et inconvénients, en essayant d'en tirer la meilleure conclusion quant à l'utilisation d'une technique d'irrigation.

V-1 Techniques d'arrosages :

Selon le caractère de l'exécution de l'arrosage, on distingue :

- ✓ Irrigation de surface (gravitaire)
 - Irrigation par ruissellement
 - Irrigation par submersion
- ✓ Irrigation localisée (goutte à goutte)
- ✓ Irrigation par aspersion

V-2 Irrigation de surface (gravitaire) :

Cette technique nécessite un gros volume d'eau par unité de surface, le procédé repose sur la distribution de l'eau en utilisant la pente topographique. Elle se subdivise en : irrigation par ruissellement et irrigation par submersion.

Avantage de l'irrigation de surface :

- ✓ Coût d'investissement relativement faible.
- ✓ Besoins en énergie nuls.
- ✓ Techniques peu sûres
- ✓ Insensibilité au vent (Evaporation intensive) .
- ✓ Possibilité de lessivage (engorgement des eaux)

Inconvénients de l'irrigation de surface :

- ✓ Frais de Main-d'œuvre
- ✓ Techniques peu sûres
- ✓ Insensibilité au vent (Evaporation intensive) .
- ✓ Possibilité de lessivage (engorgement des eaux)

V-2-1 L'irrigation par ruissellement :

Cette méthode consiste à faire couler l'eau sur la surface du sol qui s'y infiltre verticalement. On laisse l'eau s'écouler le temps qu'il faut pour le sol puisse s'humecter jusqu'à la profondeur de la couche active.

V-2-1-1 Les avantages de l'irrigation par ruissellement :

- ✓ Les investissements pour l'équipement sont peut élevés
- ✓ Matériel d'irrigation assez simple
- ✓ Possibilité de lessivage sans risque d'érosion

V-2-1-2 Les inconvénients :

- ✓ Temps d'irrigation important
- ✓ Nécessité de nivellement
- ✓ Gaspillage de l'eau



Figure V-1 Système d'irrigation par ruissellement

V-2-2 L'irrigation par submersion :

Elle se pratique en recouvrant le sol avec une couche d'eau épaisse qui séjournera le temps nécessaire par laquelle s'infiltrera à la profondeur utile. Cette profondeur est fonction des besoins nécessaires pour la croissance des plantes.

Cette méthode reste valable dans le cas des terrains perméables et de pente inférieure à 2% .

L'eau coule dans les fossés, rigoles ou rais et s'infiltrera latéralement dans le sol jusqu'aux racines des plantes.

V-2-2-1 Les avantages de l'irrigation par submersion :

- ✓ Protège contre le gel
- ✓ Destruction des adventices
- ✓ Applicable pour les terrains presque plats (moins de 0,1% de pente)

V-2-2-2 Les inconvénients :

- ✓ Tassement du sol
- ✓ Manque d'aération
- ✓ Nécessite d'assainissement
- ✓ Diminution de la porosité
- ✓ Diminution de la perméabilité

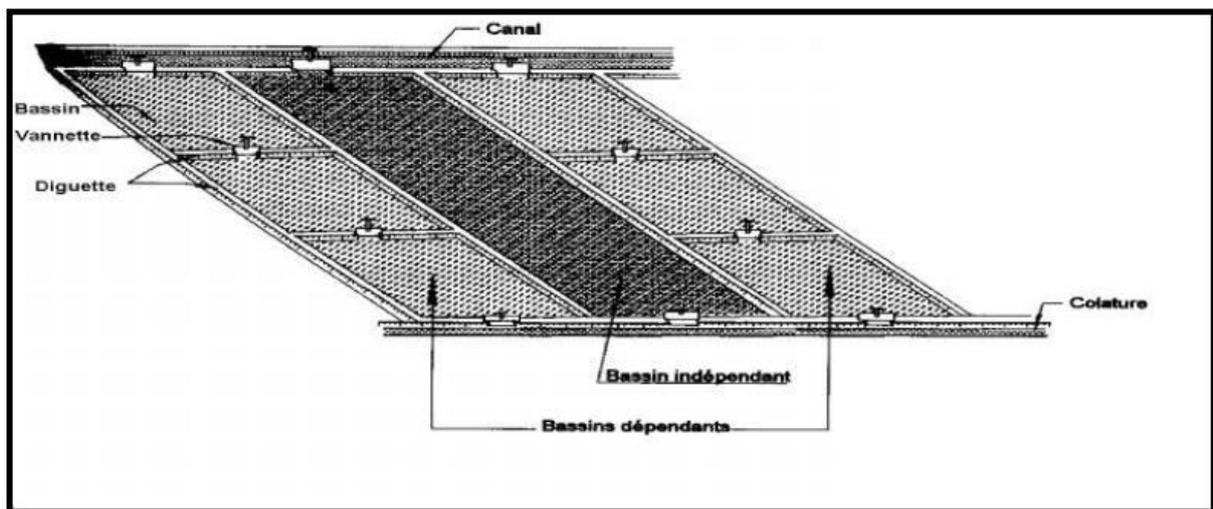


Figure V-2 Système d'irrigation par submersion.

V-3 Irrigation localisée (goutte à goutte) :

L'irrigation localisée apporte l'eau nécessaire directement au pied des végétaux, ce sont des systèmes très utilisés en arboriculture. Le plus connu des ces principes est sans doute le « goutte à goutte » .

L'eau provient aux cultures au moyen de tuyaux muni de gouteurs et s'écoule par ceux-ci sous forme de gouttes avec un faible débit.

V-3-1 Les avantages :

- ✓ Meilleur développement des cultures du a l'humidification permanente de la couche active du sol.
- ✓ Economie d'eau
- ✓ Economie de main d'œuvre
- ✓ Réduction de l'évaporation
- ✓ Facile à automatisé
- ✓ Réduction des mauvaises herbes
- ✓ Possibilité d'automatisation

V-3-2 Les inconvénient :

- ✓ Cout très élevé du matériel
- ✓ Risque d'obstruction des gouteurs
- ✓ Nécessite d'une main d'œuvre spécialisé
- ✓ Apte seulement pour les cultures en ligne.

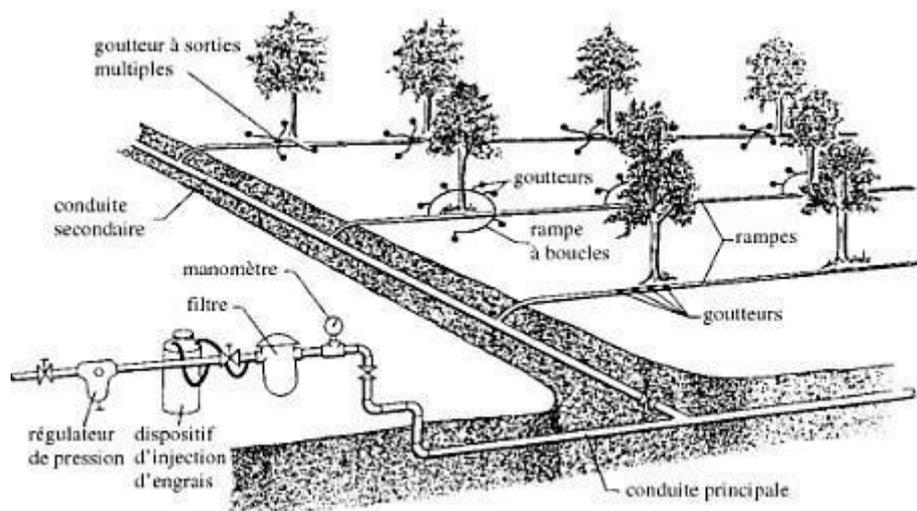


Figure V-3 Système d'irrigation par goutte à goutte

V-4 Irrigation par aspersion :

L'eau provient aux cultures sous forme de pluie artificielle, grâce au différents asperseurs alimentés en sous pression.

V-4-1 Les avantages :

- ✓ Ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface à irriguer
- ✓ Provoque une forte oxygénation de l'eau projetée
- ✓ Economie d'eau
- ✓ Possibilité d'automatisation du système d'irrigation
- ✓ Nécessite moins de main d'œuvre
- ✓ Favorise les conditions ambiantes

V-4-2 Les inconvénients :

- ✓ Coût très élevé (prix d'achat du matériel très important).
- ✓ Une évaporation intense si les gouttes d'eau sont fines.
- ✓ Tassement du sol.
- ✓ Favorise le développement des mauvaises herbes.
- ✓ Le déplacement des conduites après arrosage peut être difficile.
- ✓ L'homogénéité de l'arrosage est dégradée si la vitesse du vent est importante.
- ✓ En cas d'utilisation des eaux salées, il y aura danger pour le feuillage.

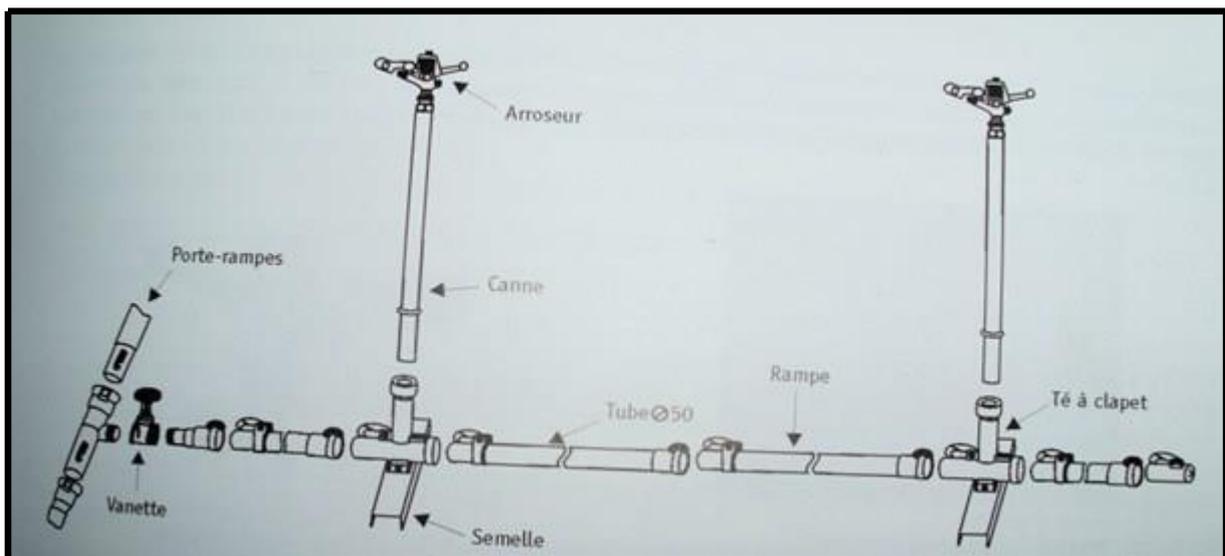


Figure V-4 Système d'irrigation par aspersion

V-5 Choix des techniques d'arrosage :

Pour pouvoir choisir la technique d'irrigation convenable, il est nécessaire de savoir les contraintes de chaque type d'arrosage.

Une analyse multicritères du choix des techniques d'arrosages basée sur les différentes contraintes, résume le choix adéquat pour la zone considérée.

V-5-1 Les contraintes naturelles :**✓ L'évaporation**

Notre zone d'étude est caractérisée par une évaporation élevée durant l'été, ce qui provoque une perte d'eau importante.

✓ Le vent

C'est le facteur déterminant dans le choix des techniques d'irrigation, notre zone d'étude est caractérisée par des vitesses faibles d'une part et moyenne d'autre part.

✓ Le sol

Le sol est un élément intermédiaire entre la plante et l'eau , cependant le sol est un facteur qui représente une contrainte très importante qu'on doit prendre en considération pendant le choix du mode d'irrigation.

Le plus important de cette contrainte, la texture du sol et sa perméabilité.

V-5-2 Les contraintes agronomique :

Le choix du système d'irrigation pour se conformer à la nature des plantes cultivées à irriguer. Les cultures en lignes et l'espacement de ces lignes, la valeur financière et la hauteur des cultures sont facteurs à prendre en considération lors du choix de la technique d'irrigation.

Les types des cultures envisagées dans notre périmètre sont constitués de cultures fourragères, céréale, maraichage .pour des raisons d'économie d'eau on retient l'irrigation par aspersion pour les cultures fourragères et maraichage.

V-5-3 Les contraintes techniques et économiques :

Le niveau de technicité requis pour l'installation et le fonctionnement d'une méthode d'irrigation affecte sa sélection dans un cas déterminé. En général, les techniques des méthodes d'irrigation par aspersion et au goutte à goutte sont plus complexes que celle de l'irrigation de surface.

V-5-4 Les contraintes socio-économiques :

- ✓ Economie de l'eau
- ✓ Existence ou non d'une main d'œuvre qualifiée
- ✓ Possibilité de créer des emplois

Tableau V-1 Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage

Contraintes	Irrigation de surface		Irrigation par aspersion	Irrigation localisée
	Par rigole	Par planche		
➤ Contraintes naturelle				
• Evaporation	+	+	++	++
• vent	+++	+++	++	+++
• texture	++	++	+++	++
• perméabilité	+++	+++	+++	+++
• pente	+++	+++	+++	+++
• Qualité d'eau d'irrigation	+++	+++	+++	+++
➤ Contrainte agronomique				
• Maraichage	+++	++	++	+++
• céréales	-	-	+++	-
• arbres	+++	+	-	+++
➤ Contrainte technique				
• Personnel qualifié	+++	+++	+++	+++
➤ Economie de l'eau	-	-	++	+++

Remarque :

- - : Déconseillé
- + : Adapté avec réserve
- ++ : Adapté
- +++ : Très adapté

Conclusion

Dans ce chapitre on a essayé de :

- ✓ Donner une idée générale sur les différentes techniques d'irrigation sous pression.
- ✓ Expliquer le mode de fonctionnement, les champs d'utilisations et les avantages et inconvénients de ces différentes techniques d'irrigation
- ✓ Expliquer les facteurs qui influent directement sur le choix de la meilleure technicité.

Dans notre cas on opte l'irrigation par aspersion

Chapitre VI

Introduction

Le réseau collectif de distribution d'eau en irrigation, est essentiellement constitué par des canalisations enterrées, livrant l'eau sous pression aux différents exploitants, par l'intermédiaire des bornes (prises) d'arrosages.

Le développement de ces réseaux de desserte, par les conduites sous pression, est lié principalement, à la rationalisation de la ressource en eau et particulièrement la généralisation des méthodes d'irrigation modernes à la demande.

C'est dans ce contexte, que notre attention dans ce chapitre s'est accentuée à la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation, et aux différents calculs hydrauliques.

VI-1 Découpage des îlots d'irrigation :

Le terme « îlot d'irrigation » décrit l'unité hydro-agricole alimentée par une borne d'irrigation. Cette borne comporte une ou plusieurs sorties ou « prises » suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément, en particulier lorsqu'elle se trouve en limite de plusieurs exploitants.

VI-2 Calcul des débits des îlots :

Le but est de définir les débits nécessaires que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures. Le débit spécifique est défini d'après les besoins en eau de chaque culture, évalués précédemment à partir de la répartition culturale. Ce débit a été évalué (chapitre 3) à : $q_s = 1.12 \text{ l/s/ha}$

Le débit de chaque borne pouvant desservir un îlot est formulé comme suit :

$$Q_b = q_s \cdot S \dots \dots \dots (VI.1)$$

Avec :

- ✓ Q_b : Débit de chaque îlot (l/s)
- ✓ q_s : Débit spécifique (l/s/ha)
- ✓ S : Superficie de l'îlot (ha)

Tableau VI-1 les débits des ilots.

N° ilot	Superficie (ha)	Débit(l/s)
1	6.25	5.31
2	4.34	3.90
3	8.75	7.44
4	8.75	7.44
5	7.5	6.38
6	7.5	6.38
7	5.9	5.02
8	7.2	6.12
9	7.5	6.38
10	5.9	5.02
11	5.9	6.38
12	7.5	6.38
13	7.5	4.74
14	5.58	4.91
15	5.78	6.38
16	7.5	6.38
17	7.5	5.02
18	4.12	3.5
19	7.5	6.38
20	7.5	6.38
21	5.9	4.12
Somme	143.6	121.02

VI-3 Rôle et fonction de la borne d'irrigation :

Chaque borne et même chaque sortie doit assurer toutes les fonctions d'une prise c'est-à-dire

:

- ✓ Laisser passer ou arrêter le débit
- ✓ Régler le débit
- ✓ Régler la pression
- ✓ Assurer le comptage de l'eau livrée

VI-4 Choix du type de la borne mise en place :

Elle dépend de la surface :

Tableau VI-2 Choix de type de la borne.

Surface (ha)	Type de borne
S < 15 ha avec nombre de parcelle entre 4 et 8	Borne à 4 prise type A4
S < 15 ha avec 2 parcelle	Borne à 2 prise type A2
S > 15 ha avec 2 parcelle	Borne à 2 prise type B
Grand ilots	Borne type C

VI-5 Choix du diamètre de la borne :

Les diamètres des bornes en fonction des débits sont détaillés comme suit :

Tableau VI-3 Choix de diamètre de la borne.

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 8 \text{ l/s}$	65 mm
$8 \text{ l/s} < Q < 20 \text{ l/s}$	100 mm
$20 \text{ l/s} < Q < 25 \text{ l/s}$	150 mm
$Q > 25 \text{ l/s}$	200 mm

Tableau VI-4 Les caractères hydrauliques des bornes d'irrigation

N° de la borne	N° des ilots	Débit de la borne (l/s)	Débit brute de la prise (l/s)	Type de borne	D des prises (mm)	D normalisé de la borne (mm)
1	3	7.44	7.44	1	65	65
2	4	12.75	7.44	2	65	100
	1		5.31		65	
5	2	9.36	4.34	2	65	100
	7		5.02		65	
4	6	6.38	6.38	1	65	65
3	5	6.38	6.38	1	65	65
6	10	5.02	5.02	1	65	65
7	9	12.76	6.38	2	65	100
	11		6.38			
8	8	12.5	6.12	2	65	100
	12		6.38			
9	13	4.74	4.74	1	65	65
10	14	8.41	4.91	2	65	100
	21		3.5			
11	15	12.76	6.38	2	65	100
	20		6.38			
12	16	12.76	6.38	2	65	100
	19		6.38			
13	17	9.76	5.02	2	65	100
	18		4.74			

VI-6 Choix du trace :

Pour le choix du tracé de la conduite de distribution il sera tenu compte de certain impératif que l'on s'efforcera dans la mesure du possible de respecter :

- ✓ Puisque la conduite est gravitaire , il faut suivre la pente la plus importante .
- ✓ Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible pour éliminer le contre pente
- ✓ Dans le but d'économie du projet, le tracé doit être le plus court possible.
- ✓ Eviter les forêts, bois et zones marécageuses.
- ✓ Eviter autant que possible le travers des obstacles (routes, boies, ferrées, canaux, oueds,...)

VI-7 La méthodologie de dimensionnement :

La détermination des diamètres de diverses conduites et leur longueur , est basée sur des éléments et des hypothèses étudiés :

- ✓ Tracé du réseau.
- ✓ Débit de chaque tronçon.
- ✓ Surface des ilots.
- ✓ Perte de charge totale dans chaque tronçon.
- ✓ Les conditions limites aval : la charge minimum à assurer aux bornes.
- ✓ Les cotes de terrain naturel des bornes.

VI-8 Calculs hydrauliques du système distribution gravitaire :

Après avoir calculé les débits de chaque ilot, et déterminé les critères hydrauliques de la conduite gravitaire, nous procédons à la deuxième étape de calcul celle du réseau de distribution, c'est-à-dire du bassin d'accumulation vers les bornes.

VI-8-1 Vitesses admissibles :

La fixation d'un seuil de vitesse admissible dans les conduites, permet outre l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum, un compromis technique :

- De faire une économie sur le coût des canalisations ;
- D'éviter les risques entraînés par des vitesses importantes (risque d'érosion) et les vitesses faibles (risque de dépôts solides)

La vitesse admissible est choisie entre 0.2 m/s, comme vitesse minimale, et 2 m/s comme vitesse maximale.

Tableau VI-5 les vitesses admissibles

Diamètre (mm)	Seuil des vitesses admissibles (m/s)	
	Vitesse min (m/s)	Vitesse max (m/s)
150	0,20	1,80
125	0,25	1,85
150	0,25	1,95
200	0,35	2
250	0,4	2
300	0,4	2
350	0,4	2
400	0,5	2
500	0,5	2
600	0,5	2
700	0,5	2
800	0,5	2
900	0,5	2
1000	0,5	2
1100	0,5	2
1200	0,5	2
1500	0,5	2
2000	0,5	2

VI-8-2 Choix du matériau des conduites :

Le choix du matériau est l'un des compromis entre critères à voir :

- ✓ La satisfaction des conditions hydrauliques (débit, pression).
- ✓ La disponibilité sur le marché local.
- ✓ L'intérêt économique.
- ✓ Du type de sol.

VI-8-3 Caractéristiques des canalisations :**a)-Conduites en fonte**

Présentent plusieurs avantages :

- ✓ Bonne résistance aux forces internes ;
- ✓ Bonne résistance à la corrosion ;
- ✓ Très rigides et solides.

b)-Conduites en acier

- ✓ Les conduites en acier sont plus légères que les conduites en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose
- ✓ Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

c)-Conduite en PEHD

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants

- ✓ Bonne résistance à la corrosion
- ✓ Disponible sur le marché
- ✓ Une pose de canalisation facile
- ✓ Leur coût est relativement faible.

Remarque :

Dans notre cas on travaille avec conduite en PEHD

VI-8-4 Calcul des diamètres :

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses. La formule de " LABYE " nous donne une approche du diamètre économique qu'on normalisé.

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \dots\dots\dots(VI.2)$$

Avec :

- ✓ Q : débit, exprimé en m³/s ;
- ✓ D: diamètre exprimé en mm.
- ✓ V : vitesse qui donne le diamètre économique (m/s).

VI-8-5 Calcul des pertes de charge :

Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de LECHAPT et CALMON, qui est donnée par la formule suivante :

$$h_{Pu} = \frac{L \times Q^M}{D^N} \times C \dots\dots\dots (VI.2)$$

Avec :

- ✓ h_{Pu} : Pertes de charge unitaire en mm/ml
- ✓ Q: Débit en m³/s
- ✓ D : Diamètre de la conduite considérée
- ✓ L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (Ks) des canalisations
- ✓ C : coefficient compris une majoration de 10 % pour les pertes de charge singulière :
- ✓ $J=L \times Q^M/D^N$

Tableau VI-6 Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon

K (mm)	L	M	N
0,1	1,15	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,6	1,975	5,25

VI-9 calculs des pressions au niveau des conduites de distributions :

La pression au sol en un point donné est exprimé par la formule :

$$P_e = C_p - C_{TN}$$

Avec :

- P : pression au sol en (m.c.e)
- C_p : cote piézométrique calculée en (m.c.e)
- C_{TN} : cote du terrain naturel en (m.c.e)

D'où :

$$C_p = Z_{origine} - Jt$$

Sachant que Jt est la perte de charge totale au niveau du tronçon.

Tableau VI-7 Résultats du système d'adduction

N° du tronçon	Longueur du tronçon L(m)	Longueur du tronçon L(km)	débit Q(l/s)	débit Q(M3/S)	Diamètre calculé (mm)	Diam Normalisé (mm)	Vitesse V réelle (m/s)	Perte de charge total ΔH_t (m)	Cote terrain aval Z (m)	cote piézométrique (m)	Pression au point p(m)
R-N1	7627,25	7,627	121.03	0.121	358.35	500	0.964	13.64	40	106.36	66.364
N1-B1	102	0.102	7.44	0.007	88.85	90	1.170	2.124	39.47	104.24	64.77
N1-N2	121	0.121	12.75	0.013	116.31	125	1.039	1.36	39.5	105.01	65.51
N2-N2	356	0.356	100.84	0.101	327.10	400	0.803	0.581	41	104.43	63.43
N2-B3	132	0.132	6.38	0.006	82.28	90	1.003	2.06	36.89	102.95	66.06
N3-B4	132	0.132	15.74	0.016	129.23	160	0.783	0.634	37.4	102.32	64.92
B4-B5	177	0.177	9.36	0.009	99.66	110	0.985	2.08	37.23	100.87	63.64
N2-N3	600	0.600	78.72	0.079	289.01	315	1.011	2.029	41	98.84	57.84
N3-B7	20	0.020	17.78	0.018	137.35	160	0.885	0.12	34.24	100.75	66.51
B7-B6	150	0.150	5.02	0.005	72.98	75	1.137	3.702	33.6	97.05	63.45
N3-B8	230	0.230	17.24	0.017	135.25	160	0.858	1.31	36.47	99.44	62.97
B8-B9	250	0.250	4.74	0.005	70.92	75	1.073	5.536	37.53	93.90	66.94
N3-N4	706	0.706	43.37	0.043	214.52	250	0.884	2.463	30.03	96.97	66.94
N4-N11	43	0.043	21.17	0.021	149.87	160	1.053	0.36	30	99.07	69.07
N11-B10	256.5	0.256	8.41	0.008	94.46	110	0.885	2.465	31.59	96.61	65.02
N4-B12	137	0.137	22.52	0.023	154.58	160	1.121	1.30	32.27	97.78	65.51
N12-B13	247	0.247	9.79	0.010	101.92	110	1.031	3.162	30.1	94.62	65.52

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié le système d'adduction du périmètre **Cheffia**

D'après les résultats du tableau ci-dessus, le système projeté présente :

- ✓ des pressions aux bornes adéquates,
- ✓ pression suffisantes pour la projection de systèmes d'irrigation tels que l'aspersion.
- ✓ Les vitesses dans les canalisations sont conformes.

Chapitre VII

Introduction

L'objet de ce chapitre se focalise sur le dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion, il s'agit de déterminer à partir de la connaissance des paramètres agro-climatiques, les caractéristiques techniques optimales d'un réseau pour l'irrigation de notre périmètre, dont les calculs ont été réalisés sur une parcelle type d'une surface agricole de 4.34 ha.

VII-1 Choix de la culture :

Pour laquelle la totalité des canalisations et des asperseurs est mise en place sur la parcelle, durant toute la campagne d'irrigation.

Dans notre cas nous avons choisi l'irrigation de la pomme de terre

VII-2 Choix des parcelles et de l'ilot :

La parcelle choisie pour l'arrosage par aspersion est dans l'ilot N°02 qui présente une superficie de **4.34ha** et qui dispose d'une pression de **6.4** bars.

Tableau VII-1 Caractéristiques de la parcelle à irriguer

caractéristiques	
Culture	Pomme de terre
Superficie	4.34ha
Pression	6.4 bars
Longueur	288 m
Largeur	151 m
Perméabilité du sol	7 mm/h
Temps de travail	20h/jour
Besoins de pointe	151,47 mm/mois
Dose pratique	$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Da \cdot Z$
Y: degré de tarissement	2/3
Da	densité apparente = 1,06
Z: profondeur d'enracinement	0,35 m
H _{cc}	humidité à la capacité au champ (h_{cc}=35)
H _{pf} :	humidité au point de flétrissement (h_{pf}=17)
RFU	44,52 mm

VII-3 Dimensionnement d'un réseau d'aspersion

VII-3-1 Dimensionnement théorique

VII-3-1-1 Calcul du diamètre de l'ajutage

La perméabilité du sol $K = 7 \text{ mm/h}$; On pose $p \leq k$ tel que p : pluviométrie de la buse.

Le diamètre de la buse se calcule par la formule suivante :

$$p = \frac{1,5 \times d}{1,04 \dots \dots \dots} \quad (\text{VII. 1})$$

$$d = \frac{1,04 \times 7}{1,5} = 4,85 \text{ mm}$$

D'après la fiche technique d'un arroseur le diamètre de la buse normalisé le plus proche est de 4,8 mm

VII-3-1-2 Calcul de la portée du jet (L)

La portée du jet est la distance de l'appareil au point du rayon arrosé, permet de définir la surface circulaire arrosée par l'appareil, se calcule par l'équation suivante :

$$L = 3 \times d^{0,5} \times h^{0,25} \dots \dots \dots (\text{VII.2})$$

Avec :

- ✓ d : le diamètre de la buse (mm)
- ✓ h : pression à la buse (m),

dans notre cas $P = 4 \text{ bars}$, hauteur d'eau = 40m.

$$L = 3 \times d^{0,5} \times h^{0,25}$$

$$L = 3 \times 4,8^{0,5} \times 40^{0,25}$$

$$L = 16,59 \text{ mm}$$

VII-3-1-3 Ecartements entre les rampes et arroseurs :

En fonction de la vitesse du vent, les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

- ✓ E_i entre les ligne d'arrosage : 1,25L si le vent est faible à 1,02 L si le vent est fort.
- ✓ E_a entre les arroseurs sur la rampe : 0,8 L si le vent est faible à 0,5 L si le vent est fort.

Donc :

$$E_i = 1,25 \cdot L$$

$$E_i = 1,25 \cdot 16,59 = 21,56 \text{ m}$$

$$E_a = 0,8 \cdot L$$

$$E_a = 0,8 \cdot 16,59 = 13,27 \text{ m}$$

Les valeurs normalisées des écartements sont comme suit :

- ✓ $E_i = 24 \text{ m}$,
- ✓ $E_a = 12 \text{ m}$.

VII-3-1-4 Débit de l'asperseur :

Le débit d'un asperseur se calcule, par la relation suivante :

$$q = 0,95 \cdot \frac{\Pi \cdot d^2}{4} \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \dots \dots \dots \text{(VII. 3)}$$

$$q = 0,95 \times \frac{\Pi \cdot (0,0048)^2}{4} \times \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 40}$$

$$q = 0,0004 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$q = 1,44 \text{ m}^3/\text{h}$$

VII-3-1-5 Vérification de la pluviométrie de la buse :

Si on admet que l'écartement est proportionnel à la portée, la pluviométrie horaire p en (mm/h) peut être appréciée via la relation :

$$p = \frac{q}{E_i \times E_a} \dots \dots \dots \text{(VII. 4)}$$

$$p = \frac{1,44}{24 \times 12} \times 10^3$$

$$p = 5 \text{ mm/h}$$

Donc le diamètre de la buse choisi assurera une pluviométrie $P \leq K = 7 \text{ mm/h}$.

VII-3-1-6 Calcul du tour d'eau :

La durée du tour d'eau correspond à la durée nécessaire à l'arrosage de l'ensemble des parcelles.

$$T_{eau} = \frac{\text{Dose RFU} \times N_j}{B_{pte} \dots \dots \dots} \text{(VII. 5)}$$

$$T_{eau} = \frac{44,52 \times 26}{151,47}$$

$$T_{eau} = 7,64 \text{ jours.}$$

On prend un tour d'AQ'eau de 7 jours, Donc on irrigue 4 fois par mois.

VII-3-1-7 calcul de la dose réelle :

$Dr = \text{Teau} \times \text{la dose journaliere}$

$$Dr = 10 \times \frac{151,47}{30}$$

$$Dr = 32,17 \text{ mm.}$$

VII-3-1-8 Calcul de la dose brute :

$$Db = \frac{Dr}{0,75} \dots\dots\dots(\text{VII.6})$$

$$Db = \frac{32,17}{0,75}$$

$$Db = 42,89 \text{ mm}$$

VII-3-1-9 Temps d'arrosage :

Le temps T pour donner une dose par un asperseur sans dépasser la capacité d'infiltration se calcule d'après la relation suivante :

$$T = \frac{\text{dose réelle brute}}{\text{pluviometrie}}$$

$$T = \frac{42,89}{5}$$

$$T = 8,58 \text{ h} \quad \text{on prend } T = 10 \text{ h}$$

Donc on pourra adopter **2 postes** par jour pour chaque asperseur.

VII-3-1-10 Calcul du débit d'équipement (Qeq) :

$$Qeq = \frac{S(\text{ha}) \times B(\text{mm}) \times 10}{T \times n \times Nj}$$

$$Qeq = \frac{4,32 \times 151,47 \times 10}{10 \times 2 \times 26}$$

$$Qeq = 12,58 \text{ m}^3/\text{h}$$

VII-3-1-11 Calcul de l'unité d'arrosage (SU) :

La surface unitaire arrosée

$$Su = \frac{S}{\text{Teau} \times n} \dots\dots\dots(\text{VII.7})$$

$$Su = \frac{4,32}{7 \times 3}$$

$$Su = 0,21 \text{ ha}$$

VII-3-1-12 Nombre d'asperseur requis(Nasp) :

$$Nasp = \frac{Su \times 10000}{Ei \times Ea.....} \quad (\text{VII. 8})$$

$$Nasp = \frac{0,21 \times 10000}{12 \times 24}$$

$$Nasp = 7,29$$

On prend Nasp =8

VII-3-1-13 Calcul du volume fourni par un asperseur par mois :

V = nombre de position par jour . nombre d'irrigation par mois . Dose brute . Ea . El

$$V = \frac{2 \times 26 \times 42,89 \times 12 \times 24}{1000}$$

$$V = 642,32 \text{ m}^3$$

VII-4 Dimensionnement hydrauliques des rampes :

VII-4-1 Dimensionnement de la rampe :

VII-4-1-1 Longueur de la rampe :

Cette étape de dimensionnement diffère d'une parcelle à une autre car elle basée sur les dimensions de la parcelle ainsi que la façon dont on projette le réseau d'aspersion.

Il est envisagé deux dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe :

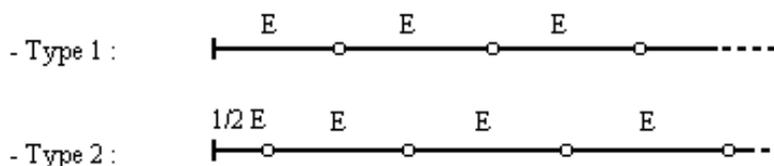


Figure VI.1:Dispositifs d'installation des asperseurs sur la rampe.

La longueur de la rampe est donc :

- ✓ Pour le type 1 : $L = n \cdot E$
- ✓ Pour le type 2 : $L = (n - 0,5) \cdot E$

d'où :

$$Lr = \frac{\text{largeur de terrain}}{2} - \frac{Ea}{2} \dots\dots\dots (VII. 9)$$

$$Lr = \frac{151}{2} - \frac{12}{2}$$

$$Lr = 69.5 \text{ m}$$

VII-4-1-2 Nombre asperseur/rampe (N) :

$$N = \frac{Lr}{Ea} \dots\dots\dots (VII. 10)$$

$$N = \frac{69,5}{12} = 6.8 \text{ asperseurs}$$

On prend $N=7$.

VII-4-1-3 Nombre de rampes(Nr) :

$$Nr = \frac{\text{nombre asperseur}}{\text{(nombre asperseur/rampe)}}$$

$$Nr = \frac{11}{7}$$

On prend $Nr = 2$ rampes.

VII-4-1-4 Calcul du débit de la rampe(Qr) :

$Qr =$ le débit de l'asperseur . (le nombre d'aspersuer /rampe)

$$Qr = 1,44 \cdot 7$$

$$Qr = 10.08 \text{ m}^3 / \text{h}$$

VII-4-1-5 Calcul du Diamètre de la rampe :

$$Dr = \sqrt{\frac{4 \times Qr}{\Pi \times V} \dots\dots\dots (VII. 11)}$$

Avec

: vitesse de l'écoulement à travers la rampe

$$V \leq V_{adm} \dots\dots V_{adm} \in [0,5 \div 2,5]$$

On suppose que $V = 1.5$ m/s donc :

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times 0,0028}{3,14 \times 1,5}}$$

$$D_r = 48,7 \text{ mm}$$

Le diamètre normalisé $D_r = 50$ mm,

La nouvelle vitesse sera :

$$V = \frac{4 \times Q_r}{\Pi \times d^2}$$

$$V = \frac{4 \times 0,0028}{3,14 \times 0,05^2}$$

$$V = 1,42 \text{ m/s}$$

VII-4-2 Dimensionnement du porte-rampe :

VII-4-2-1 La longueur du porte-rampe :

$$L_r = \frac{\text{langueur de terrain}}{2} - \frac{E_i}{2}$$

$$L_r = \frac{288}{2} - \frac{24}{2}$$

$$L_r = 132 \text{ m}$$

VII-4-2-2 Débit de la porte rampe :

Q_{pr} = le débit de l'asperseur . (le nombre d'aspersuer /rampe) . le nombre de rampe

$$Q_r = 1,44 \cdot 7 \cdot 2$$

$$Q_r = 20.06 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_r = 0,0056 \text{ m}^3/\text{s}$$

VII-4-2-3 Diamètre de la porte rampe :

On suppose que

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times V}} = D_r = \sqrt{\frac{4 \times 0,0056}{3,14 \times 1,5}}$$

$$D_r = 68,9 \text{ mm}$$

Le diamètre normalisé $D_{pr} = 75 \text{ mm}$

La nouvelle vitesse sera :

$$V_{pr} = \frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times d^2}$$

$$V_{pr} = \frac{4 \times 0,0056}{3,14 \times 0,075^2}$$

$$V_{pr} = 1,27 \text{ m/s}$$

VII-5 Calcul des pertes de charge :

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les conduites est calculée généralement par une formule de type Hazen Williams :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{CH} \right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}} \dots \dots \dots \text{(VII.12)}$$

- ✓ Ou $\Delta H =$ Perte de charge unitaires (m/m)
- ✓ Q : Debit de la conduite en m^3/s
- ✓ CH : coefficient equivaut à 140 (PEHD).

VII-5-1 Pour la rampe:

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{140} \right)^{1.852} \frac{0,0028^{1.852}}{0,05^{4.87}}$$

on a $D = 50\text{mm}$, $Q = 0.0028 \text{ m}^3/\text{s}$.

On trouve les pertes de charge totales : **$\Delta H_{rampe} = 4.60 \text{ m}$** .

VII-5-2 Pour la porte rampe:

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{140} \right)^{1.852} \frac{0,0056^{1.852}}{0,075^{4.87}}$$

On trouve les pertes de charge totales : $\Delta H = 9.34 \text{ m}$.

VII-5-3 Pour la conduite secondaire :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{140} \right)^{1.852} \frac{0,0056^{1.852}}{0,075^{4.87}}$$

on a L=80m, D= 75mm, Q= 0.009 m³/s.

On trouve les pertes de charge totales : $\Delta H = 2.24\text{m}$.

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau VII-2 :Résultat de calcul pratique d’aspersion

paramètre	rampe	Porte rampe	Conduite secondaire
Langueur(m)	69,5	132	80
Diamètre(mm)	50	75	75
Débit (m ³ /s)	0,0028	0,0056	0 ,009
Vitesse (m/s)	1,42	1.27	1,27
Perte de charge Totale (m)	4.6	9.34	2,24

Donc :

perte de charge totale = $\Delta H_r + \Delta H_{pr} + \Delta H_{cs} \dots \dots \dots (VII.13)$

perte de charge totale = 4.6 + 9.34 + 2,24

perte de charge totale = 16,18 m

VII-6 Calcul de la pression en tête du réseau :

C'est la pression nécessaire pour le bon fonctionnement du dernier asperseur.

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

- ✓ H : pression à la tête de la parcelle.
- ✓ H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).
- ✓ H2 : perte de charge totale de la rampe
- ✓ H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H = 3+1,618$$

$$H = 4,62 \text{ bars}$$

La pression exigée pour le réseau d'aspersion est de 4,62 bars, la pression à la borne est de 6 bars, ce qui est largement suffisant.

Conclusion

La performance d'une installation d'irrigation dépendra du bon choix de la technique et du système d'irrigation et de la bonne mise en place des équipements sur la base de la parfaite connaissance des informations techniques et économiques liées aux conditions d'exploitation.

Dans ce chapitre nous avons étudié le dimensionnement d'un réseau par aspersion, tout en dimensionnant les organes du réseau (rampe, porte rompe...) projeté sur une parcelle type

Introduction

L'organisation de chantier consiste à la détermination, la coordination et à la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais.

VIII-1 Organisation de Chantier :**VIII-1-1 Les actions reçues par les conduites:**

Les conduites enterrées sont soumises à des actions qui sont les suivantes :

- ✓ La pression verticale due au remblai.
- ✓ La pression résultant des charges roulantes.
- ✓ La pression résultant des charges permanentes de surface.
- ✓ La pression hydrostatique extérieure due à la présence éventuelle d'une nappe Phréatique.
- ✓ Le poids propre de l'eau véhiculée.
- ✓ Le tassement différentiel du terrain.
- ✓ Les chocs lors de la mise en œuvre.
- ✓ Action des racines des arbres.

VIII-1-2 Exécution des travaux

Les principales étapes à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- ✓ Vérification, manutention des conduites.
- ✓ Décapage de la couche du goudron (si elle existe).
- ✓ Emplacement des jalons des piquets.
- ✓ Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- ✓ Aménagement du lit de pose.
- ✓ La mise en place des canalisations en tranchée.
- ✓ Assemblage des tuyaux.
- ✓ Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- ✓ Remblai des tranchées.

VIII-1-3 Choix des engins de terrassement :

Il est important de choisir pour chaque type de travaux, l'engin et le matériel, les mieux adaptés, de manière à obtenir un meilleur rendement. Pour notre cas on a envisagé de choisir les engins suivants :

VIII-1-3-a Bulldozer :

Grâce à sa puissance qui est caractérisée par celle du tracteur et qui varie de 25 à 400 ch, ainsi que par la longueur de sa lame qui varie de 1,8 à 6m le bulldozer permet de préparer les terrains à excaver, et d'éliminer les obstacles.



Figure VIII-1 Le Bulldozer

VIII-1-3-b Pelle équipée en rétro :

On opte pour un excavateur à godet de 0,5m³, pelle équipée en rétro, vu ses avantages adaptés à la coupe transversale de la tranchée et qui se présente par les opérations suivantes

- ✓ Peut excaver dans la direction de la machine
- ✓ Creuser au-dessous de la surface d'appui
- ✓ Creuser à une profondeur importante
- ✓ Creuser rapidement et avec précision les tranchées à talus verticaux



Figure VIII-2 Pelle équipée en rétro

VIII-1-3-c Les chargeurs :

Ce sont des tracteurs sur lesquels montent à l'avant deux bras articulés, actionnés par des vérins et portent un godet.

Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le rétro chargeur.



Figure VIII-3 Le Chargeur

VIII-2 Technico-économique :**VIII-2-1 INTRODUCTION :**

L'étude économique d'un projet est indissociable de l'étude technique, car c'est elle nous donne les éléments déterminants pour la réalisation ou pas du projet. A titre d'exemple :

- ✓ L'enveloppe à débloquer pour la réalisation du projet et sa disponibilité
- ✓ Les intérêts économiques et sociaux du projet face à l'importance de l'enveloppe budgétaire débloquée....

Dans le cadre de notre travail, l'étude qui va suivre n'a pour but que de donner une idée générale sur le cout que peut occasionner un projet de ce genre.

Après l'étude ou l'élaboration d'un tel projet, un aspect économique doit être pris en considération, pour cette raison on doit faire une estimation des frais.

Tableau VIII-1 Factures pro forma des équipements hydrauliques

Equipment	Unité	Quantité	Prix unitaire DA	Prix total DA
Tube Ø75 PEHD	m/l	406	404,81	164352,86
Tube Ø90 PEHD	m/l	234	489,32	114500,88
Tube Ø110 PEHD	m/l	680,5	554,07	377044,635
Tube Ø125 PEHD	m/l	121	705,85	85407,85
Tube Ø160 PEHD	m/l	562	1156,21	649818,12
Tube Ø250 PEHD	m/l	706	2808,30	1982659,8
Tube Ø315 PEHD	m/l	600	4478,10	2686860
Tube Ø400 PEHD	m/l	356	7185,2	2557931,2
Tube Ø500 PEHD	m/l	7627,25	10674,30	81415554,65
La somme = 90034129.995 DA				

Tableau VIII-2 : Factures pro forma pour les mécaniques et accessoires de réseau de l'irrigation

Equipment	Unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
Borne d'irrigation 100 mm	U	8	50000	400000
Borne d'irrigation 65 mm	U	5	30000	150000
Filtre à sable	U	1	20000	20000
Asperseurs	U	294	600	176400
Vanne Ø 90	U	3	7000	21000
Vanne Ø 110	U	3	10000	320000
Vanne Ø 125	U	2	11000	22000
Vanne Ø 160	U	3	12000	7680000
Vanne Ø 315	U	8	14000	112000
La somme =8901400 DA				

VIII-2-2 CALCUL DES VOLUMES DE DÉBLAIS ET REMBLAIS :

La pose des conduites dans le réseau se fait dans des tranchées conçues selon le tracé et l'itinéraire des lignes de conduites et prend en compte les longueurs, les largeurs et les hauteurs de chaque tranchée conçue à recevoir une conduite de diamètre spécifique

- ✓ La largeur de la tranchée varie selon la section des conduites est. de:

$$l = D + 2 \times 0.3 \text{ (m)} \dots\dots\dots(\text{VIII.1})$$

- ✓ La hauteur est. de:

$$H = D + h_{\text{sable}} + 0.8 \text{ (m)} \dots\dots\dots(\text{VIII.2})$$

Avec :

- ✓ h_{sable} : qui est la hauteur du lit de sable comprise entre 0.1 et 0.2 meters
- ✓ L la longueur de la tranchée en meters.
- ✓ D : diameter de la conduite.

VIII-2-2-a VOLUME DU DÉBLAIEMENT :

- ✓ Le volume des déblaiements sera alors égal à :

$$V_{\text{deb}} = L \times H \times l \text{ (m}^3\text{)} \dots\dots\dots(\text{VIII.3})$$

VIII-2-2-b VOLUME DE REMBLAIS :

- ✓ Le volume du remblai est égal à celui des déblais duquel on soustrait le volume de la Conduite enterrée on aura donc :

$$V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - V_{\text{cond}} \dots\dots\dots(\text{VIII.4})$$

$$V_{\text{cond}} = \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) L$$

Donc:

$$V_{\text{remb}} = V_{\text{deb}} - \left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right) L$$

VIII-2-2-c VOLUME DE SABLE :

✓ Le Volume du sable nécessaire pour le lit de sable est égal à :

$$V_{\text{sable}} = h_{\text{sable}} \times L \times l \dots\dots\dots \text{(VIII.5)}$$

La figure si après illustre la disposition de la conduite au niveau de la tranchée :

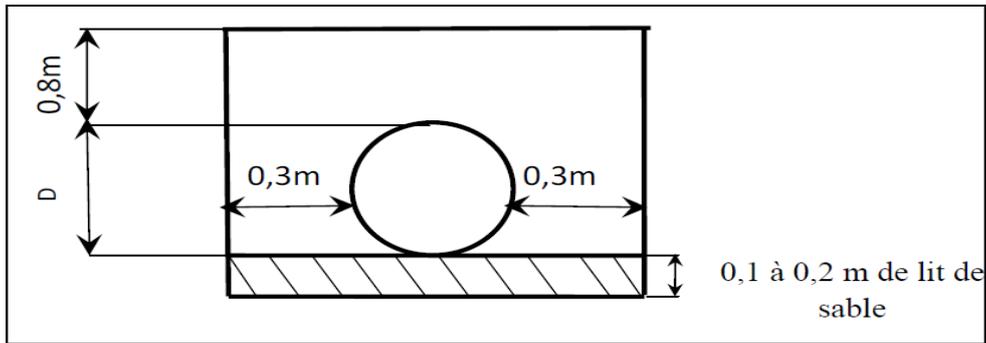


Figure VIII-4 : Disposition de la conduite dans une tranchée

VIII-2-3 Calcul des volumes des travaux de l'adduction

Tableau VIII-3 Calcul du volume de déblai

	Diamètre (mm)	Longueur de la conduite(m)	Largeur de la tranchée (m)	Hauteur de la tranchée	Volume de déblai (m ³)
La conduite de refoulement	400	293	1	1,3	351,6

Tableau VIII-4 Calcul du volume de sable

	Hauteur (m)	Longueur (m)	Largeur (m)	Volume lit de sable (m ³)
La conduite de refoulement	0,2	293	1	64,46

Tableau VIII-5 Calcul du volume de remblai

	Diamètre (mm)	Volume conduite (m ³)	Volume remblai (m ³)
La conduite de refoulement	400	36,82	314,78

Tableau VIII-6 Estimation du cout de pose de conduite d'adduction

	Unité	Quantité m ³	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai	m ³	351,6	300	105480
Lit de sable	m ³	64,46	800	51568
Remblai	m ³	314,78	300	94434
La somme	251482 DA			

VIII-2-4 Calcul des volumes des travaux de distribution

Tableau VIII-7 Volume des déblais

Tubes Enterrés	Longueur (m)	largeur (m)	Hauteur (m)	V déblai (m ³)
PEHD Ø 75	406	0.290	1.3	269.118
PEHD 90	234	0.310	1.3	138.996
PEHD Ø 110	680,5	0.325	1.4	487.99
PEHD Ø 125	121	0.36	1.4	89.92
PEHD Ø 160	562	0.6	1.5	404.41
PEHD Ø 250	706	0.85	1.5	648.25
PEHD Ø 315	600	0.915	1.6	667.035
PEHD Ø 400	356	1	1.7	462.8
PEHD Ø 500	7627,25	1.1	1.7	11283.97
La somme = 14452.489 m ³				

Tableau VIII-8 Volume du lit de sable

Tubes Enterrés	Longueur (m)	largeur (m)	Hauteur (m)	V sable (m ³)
PEHD Ø 75	406	0.71	1.2	27.608
PEHD 90	234	0.725	1.2	16.15
PEHD Ø 110	680,5	0.76	1.2	48.32
PEHD Ø 125	121	0.8	1.2	8.77
PEHD Ø 160	562	0.85	1.2	38.15
PEHD Ø 250	706	0.915	1.2	59.5
PEHD Ø 315	600	1	1.2	54.9
PEHD Ø 400	356	1.1	1.2	35.6
PEHD Ø 500	7627,25	1.23	1.2	806
La somme = 1094.998 m ³				

Tableau VIII-9 Volume du remblai

Tubes enterrés	Longueur (m)	V _{lit de sable}	V _{déblai}	V _{conduite}	Vremblai (m ³)
PEHD Ø 75	406	27.608	269.118	1.79	267.328
PEHD Ø90	234	16.15	138.996	1.5	121.35
PEHD Ø 110	680,5	48.32	487.99	6.46	433.21
PEHD Ø 125	121	8.77	89.92	1.48	79.73
PEHD Ø160	562	35.15	404.41	10.09	356.2
PEHD Ø 250	706	59.5	648.25	34.34	546.40
PEHD Ø 315	600	54.9	667.035	46.73	565.405

PEHD Ø 400	356	35.6	462.8	44.71	382.49
PEHD Ø 500	7327,25	806	11283.97	1437.97	9040
La somme = 11792.113 m³					

Tableau VIII-10 Estimation du cout de pose de canalisation de la partie distribution

	Unité	Quantité m ³	Prix unitaire DA	Montant DA
Déblai	m³	14452.489 m³	300	4335746.7
Lit de sable	m³	1094.998 m³	800	875998.4
Remblai	m³	11792.113 m³	300	3537633.9
La somme	8749379 DA			

VIII-2-5 Cout du projet :

Tableau VIII-11 Devis estimatif total

Travaux	Prix
Refoulement	251482 DA
Adduction+Distribution	8749379 DA
Equipement hydrauliques	90034129.995 DA
accessoires de réseau de l'irrigation	8901400 DA
Prix totale (HT)	107936390.995 DA
TVA (19 %)	20507914.28905 DA
Montant TTC	128 444 305.28 DA

Conclusion

Le coût estimatif du projet est de l'ordre **Cent vingt-huit millions quatre cent quarante-quatre mille trois cent cinq *Dinars et vingt-huit Centimes***. Il englobe, en général, tous les prix des équipements hydrauliques, réseau et de canalisations d'adduction et de distribution.

CONCLUSION GENERALE

L'objectif de ce modeste travail est dimensionner un réseau d'irrigation pour le périmètre Cheffia (W. EL TARF) à partir du barrage Cheffia dans le but est d'assurer une répartition uniforme et économique de l'eau.

L'analyse climatologique montre que la région possède un climat semi-humide, avec une pluviométrie relativement insuffisante pour l'obtention de rendement acceptable des différentes cultures.

L'analyse pédologique montre que le type de sol dominant notre zone d'étude est représenté par les sols argileuse, qui convient a toutes les cultures maraichères et les cultures céréalières et fourragères.

En basant sur la méthode de Penman-Monteith pour estimer la ET_0 et la méthode du département américain de l'agriculture pour le calcul de la pluie efficace, nous avons pu estimer les besoins en eau d'irrigation pour les cultures de périmètre à irriguer.

Le principe de distribution repose sur trois phases distinctes mais à fonctionnement simultané allant de l'aspiration (alimentation en eau à partir du barrage Cheffia d'une capacité de 169 Hm^3 , via une conduite d'amenée 400 mm. La deuxième phase constitue de refouler cette eau via une conduite de refoulement de 500mm. La troisième phase représente le stockage de cette eau dans un bassin de régulation d'une capacité de 1000 m^3 destiné à être distribué dans un réseau hydraulique couvrant une superficie totale de 143.6 ha.

L'étude comparative entre les techniques d'irrigation, nous a montré que le système d'irrigation par aspersion est le plus convenable pour les cultures proposées, permet une meilleure gestion de la ressource en eau et une meilleure conservation du sol.

Le but du projet tend vers l'instauration d'une gestion rationnelle de l'eau dans un réseau étudié, conçu techniquement à éviter le gaspillage par voie de mesures administratives, le respect des normes d'irrigation (Borne = Surface fixée à irriguer) la diminution des pertes de charge (parcours et distribution), en vue de garantir l'efficacité hydraulique et celle agronomique par la voie d'une irrigation régulière (dose et fréquence) par la distribution délivrée à la borne suivant une pression de service normalisée.

La mise en action de ce projet, reste conditionnée par plusieurs facteurs (Agro-Pedo Climatiques), et le respect de la pratique des cultures adoptées et affectées selon les aptitudes culturales des sols. En plus, du respect en matière de pilotage de l'irrigation, qui nécessite la vulgarisation et la sensibilisation, en moyens de mobilisation pour préserver le bon entretien des équipements.

En conclusion, le projet défini en rapport à tous les montants et tarifs des équipements

hydrauliques et la pose de canalisations sans au préalable la prise en compte des frais de transport et de main d'œuvre. Le total de l'investissement révèle un montant global de **Cent vingt-huit millions quatre cent quarante-quatre mille trois cent cinq Dinars et vingt-huit Centimes**. Soit **Huit cent quatre-vingt-quatorze mille quatre cent cinquante-huit** l'hectare ce qui signifie que notre projet est rentable.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- ✚ **AIDOUNI.ABDELMOUMEN** : diagnostic et réhabilitation du périmètre d'irrigation de cheffia (W.ELTARF). Mémoire de fin d'étude .ENSH 2015
- ✚ **BOUZIANE rabah**. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre d'Ain bessem d'une superficie de 1500 ha à partir du barrage Lakhel(W.Bouira). Mémoire fin d'étude. ENSH 2015.
- ✚ **TIERCELIN.J-R** : Traité d'Irrigation 1ere Edition, Lavoisier Tec & Doc, (1998), 1011P.
- ✚ **TOUIBIA.B** : Manuel pratique d'Hydrologie, Presses MADANI Frères, Guerouaou Blida, (2004), 166P.

Annexe 1 : Tableau de khi carré théorique

$\alpha \backslash \gamma$	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.83	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877

Annexe 2

5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

DONNEES GENERALES SUR LA PROFONDEUR D'ENRACINEMENT DES CULTURES EN PHASE DE PLEIN DEVELOPPEMENT, FRACTION DE L'EAU UTILISABLE (p) ET RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (p.Sa) POUR DIFFERENTS TYPES DE SOLS (ou mm/m de profondeur) QUAND $ET_{cul} = 5-6$ mm/jour

Culture	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (p) de l'eau utilisable ¹	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m ²		
			T. fin	T. moyenne	T. grossière
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Banane	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge ²	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot ²	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Betterave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Caféier	0.3-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Trèfle	0.6-0.9	0.35	70	50	20
Carao		0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Cococonbre	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Daté	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitiers cado.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin ²	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales ²	0.9-1.5	0.6	120	80	40
Card. d'hiver ²	1.5-2.0	0.6	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Gazon	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Lentis	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Maïs ²	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Maïs-ensilage		0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Olivier	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Opuntia	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poisson	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Portulaque terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame ³	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho ²	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Epinard	0.3-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.2-0.3	0.15	30	20	10
Betterave mar.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Carotte à sucre ²	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournefort ²	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Patisse douce	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tabac - vert	0.5-1.0	0.35	70	50	25
Tabac - séché		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	100	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Blé	1.0-1.5	0.55	105	70	35
Blé mûrifié		0.9	180	130	55
Volume total d'eau du sol disponible (Sa) (mm/m)			200	140	60

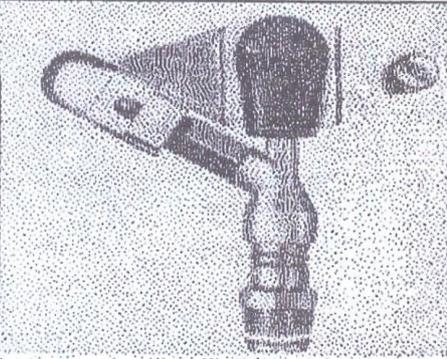
¹ Quand $ET_{cul} < 5$ mm/jour, augmenter les valeurs de 30 %, quand $ET_{cul} > 8$ mm/jour, réduire les valeurs de 30 %. Ceci suppose des conditions non salines (CE < 2 dS/m).

² Des valeurs supérieures à celles indiquées ici sont observées durant la maturation.

Sources: Taylor (1965), Stuart et Hagan (1972), Selzer et Good (1967), Rijnsma (1965), etc.

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage N° 24, Tableau 39 (nouvelle version).

Annexe 3



Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

Ø de la buse mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□	△	□	△	□	△
				disp.	disp.	disp.	disp.	disp.	disp.
4,0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,36
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
	4,0	16	1,19	18/18	18/24	324	432	3,71	2,76
4,2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
	4,0	16,5	1,32	18/24	24/24	324	576	3,06	2,3
4,5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
	4,0	17	1,52	18/24	24/24	324	576	3,52	2,64
4,8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,6
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
	4,0	17	1,75	18/24	24/24	432	576	4,05	3,04
5,0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
	4,0	17,5	1,88	18/24	24/24	324	576	4,35	3,26
5,5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
	4,0	18	2,29	18/24	24/24	432	576	5,31	3,98
6,0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
	4,0	18,5	2,74	18/24	24/24	432	576	6,35	4,76
7,0	2,5	17,5	2,96	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	8,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	8,5	6,3

Figure IV.48 : fiche technique d'un arroseur