

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
«ARBAOUI Abdellah »

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Spécialité : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**L'irrigation du plateau de Hannaya à partir de la
station d'épuration de Tlemcen**

Présenté par :
M^r GUERINIAI Mustapha

Promotrice :
M^{me}: AZIEZ Ouahiba

Devant le jury composé de :

Présidente : M^{me} L.S BAHBOUH

Examineurs : M^r D. KOLIAI
M^r A. AMARI
M^r B. BOUTAHRAOUI
M^{elle} R. CHEGGOU

Septembre / 2008

Remerciement

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à ma promotrice
M^{me} AZIAZE.O de m'avoir orienté et pour ses conseils judicieux ses riche
enseignement et sa constante disponibilité dans le but de mener à bien ce projet
de fin d'étude.*

*Mes remerciements s'adressent également à tous les enseignants qui ont
contribué à notre formation, sans oublier tout le personnel de l'ENSH.
Et à tous ceux qui ont contribué de près ou loin à l'élaboration de ce travail.*

*Mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'évaluer mon
travail*

GUERINIAI MUSTAPHA

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissances et de respect :

- *À ma mère et mon père pour tous les sacrifices qu'ils ont consenti à mon égard;*
- *À mes frères.*
- *À mes sœurs.*
- *À toute la famille.*
- *À mes amis de l'ENSH.*

GUERINIAI MUSTAPHA

ملخص

في هذا المشروع قمنا بدراسة كيفية تزويد الأراضي الزراعية المكونة لمحيط حنيا الواقع في ولاية تلمسان بالمياه انطلاقا من محطة تصفية المياه المستعملة. لهذا الغرض قمنا بدراسة عامة لمختلف خصائص المنطقة من حيث المناخ و من حيث الخصائص المتعلقة بنوعية التربة.

Résumé

L'objectif de ce projet est la conception du réseau d'irrigation qui va alimenter en eaux usées traitées le périmètre de Hennaya à partir de la station d'épuration de Tlemcen.

Pour cela nous avons fait une étude générale sur les caractéristiques climatiques ainsi que les caractéristique des sols de la région.

Abstract

The objective of this project is the conception of the irrigation network that is going to nourish in worn-out waters treated the perimeter of Hennaya from the station of purification of Tlemcen.

For it we made a general survey on the climatic feature as well as the characteristic of the soils of the region.

Sommaire

Introduction Générale

CHAPITRE I: Réutilisation des eaux usées

I.1. Introduction.....	1
I.1.1 Définition.....	1
I.1.2. Motifs.....	1
I.1.3. Usages possibles.....	2
I.1.4. L'objectif	2
I.1.5. Réutilisation agricole des eaux usées.....	2
I.1.6. Avantages et inconvénient de la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation...	3
I.1.6.1 les avantages.....	3
I.1.6.2 les inconvénients.....	3
I.1.7. Les bonnes pratiques agricoles.....	4
I.1.7.1. Choix du système d'irrigation.....	4
I.1.7.2. Pratiques pour minimiser le lessivage des nitrates.....	6

CHAPITRE II: Les Eaux Usées

II.1. Origine des eaux usées urbaines.....	9
II.1-1. les eaux usées domestiques.....	9
II.1-2. les eaux pluviales.....	9
II.1-3. les eaux industrielles.....	9
II.1-4. les matières de vidange.....	10
II.2. Nature et effet de la pollution.....	10
II.2-1. Nature de la pollution.....	10
II.2-2. Effets de la pollution.....	11
II.3. Composition des eaux usées domestiques.....	12
II.3. 1. Les matières en suspension et la matière organique.....	12
II.3. 2. Les micro-organismes.....	12
II.3.3. Les substances nutritives.....	13
II.3.4. Les éléments traces.....	14
II.4. Définitions des paramètres de pollution caractérisant une eau usée.....	15
II.4.1. Introduction.....	15
II.4.2. Demande chimique en oxygène (DCO).....	15
II.4.3. Demande biochimique en oxygène (DBO).....	15
II.4.4. Matières en suspension.....	16
II.4.5. Azote.....	16
II.4.6. Phosphore.....	17
II.5. Mesure de la pollution.....	18

CHAPITRE III: Station d'épuration de Tlemcen

III.1. Généralité d'une station d'épuration.....	19
III.2. Présentation de la station d'épuration.....	19
III.2.1. Situation géographique.....	19
III.2.2. Origine des eaux usées.....	20
III.2.3. Caractéristique de la STEP.....	20
III.2.4. Caractéristique des eaux usées.....	20
III.2.5. Caractéristique des eaux traitées.....	21
III.3. Les ouvrages de la station.....	21

III.3.1. Déversoir d'orage.....	22
III.3.2.Les prétraitements.....	22
III.3.2.1.Grille grossière à nettoyage manuel.....	22
III.3.2.2.Grilles mécanisées fine.....	23
III.3.2.3.Grilles manuelles de by passe.....	24
III.3.2.4.Dessableurs déshuileur.....	24
III.3.3.Traitement biologique.....	26
III.3.3.1.Bassin de nitrification dénitrification.....	26
III.3.3.2.Bassin d'aération.....	26
III.3.3.3.Décantation secondaire.....	28
III.3.3.4.Puisard a boues.....	29
III.3.3.5.Recirculation des boues.....	29
III.3.3.6.Chloration.....	29
III.3.4.Traitement des boues.....	30
III.3.4.1.Epaississeur à boues.....	30
III.3.4.2.Les lits de séchage.....	31
III.3.5.Laboratoire.....	31
III.4.Analyses réalisées par le laboratoire de la station d'épuration de Tlemcen.....	32
III.4.1.Les paramètres de pollution.....	32

CHAPITRE IV : Présentation du périmètre a irrigue

IV.1 Situation géographique.....	34
IV.1.1 Réseau routier.....	34
IV.1.1 Réseau hydrographique.....	36
IV.2.Etude climatologique.....	37
IV.2.1.Pluviométrie moyenne mensuelle.....	37
IV.2.2Températures moyennes mensuelles.....	38
IV.2.3Insolation.....	38
IV.2.4.Humidité relative.....	39
IV.2.5.Vents.....	39
IV.2.6.Sirocco.....	40
IV.2.7.Gelée.....	40
IV.2.8.Neige.....	41
IV.2.9.Evaporation.....	41
IV.2.10.Evapotranspiration.....	42
IV.2.11.Représentation du diagramme de Gaussen.....	42
IV.2.12Classification de climat.....	44
IV.2.12.1.Classification du climat selon l'indice de MARTON.....	44
IV.2.12.2.Classification de climat selon le diagramme d'EMBERGER.....	45
IV.3.Etude hydrologique.....	47
IV.3.1.Homogénéité de la série pluviométrique.....	47
IV.3.1.1Test de Wilcoxon.....	47
IV.3.2.Choix de la loi d'ajustement.....	50
IV.3.3.Ajustement à la loi de gausse.....	50
IV.3.4.Procédure d'ajustement à la loi de gausse.....	50

CHAPITRE V : Etude geo- hydrogeo et pedologique du plateau de hannaya.

V.1.Caractéristiques Géologique du plateau de Hennaya.....	56
V.2.Caractéristiques hydrogéologiques du plateau de Hennaya.....	57
V.3.Caractéristiques pédologiques du plateau de Hennaya.....	57
V.3.1.Identification et classification des sols plateau de Hennaya.....	57
V.3.2.Etude des caractéristiques physico-chimiques.....	58
V.3.2.1.La texture et la structure du sol.....	58
V.3.2.2.Caractéristiques hydrodynamiques du plateau de Hennaya.....	59
V.3.2.3.Calcaire actif (ca co3).....	59
V.3.2.4.Matière organique et élément fertilisants.....	60
V.3.2.5.La conductivité électrique CE.....	60

Chapitre VI : Etude agro socio-économique

VI.1.Population.....	66
VI.1.1.Analyse de la répartition par age.....	67
VI.2.L'emploi.....	68
VI.3Répartition générale des terres.....	68
VI.4.Répartition de la production agricole végétale.....	69
VI.5.Etude de la ressource en eau.....	70
VI.5.1.Les analyses physico-chimique de l'eau brut et épurée par la Step de Tlemcen	71
VI.5.2.Interprétation des résultats.....	73
VI.5.3.Normes et qualité des eaux.....	73
VI.5.4.Qualité de l'eau épurée par la station de Tlemcen.....	74
VI.6.Classification des eaux pour l'irrigation.....	74
VI.6.1. VI.6.1.Classification mondiale (F.A.O).....	74
VI.6.2.Classification Russe.....	74
VI.6.3.Classification Américaine.....	75
VI.7.Interprétation des résultats des analyses.....	76

CHAPITRE VII : Besoins en eau du périmètre

VII.1.Données principales.....	78
VII.1.1.Récapitulatif des données climatiques.....	78
VII.1.2.Répartition des ressources en sol.....	78
VII.2.Choix des cultures.....	79
VII.2.1Classification des cultures en fonction du degré de protection sanitaire requis...	79
VII.2.2.Classification des cultures en fonction du potentiel de transmission en microorganismes pathogènes.....	80
VII.3.Calcul des besoins en eau du périmètre.....	82
VII.3.1.Calcul des besoins nets en eaux d'irrigation.....	82
VII.3.1.1.Calcul de l'évapotranspiration réel.....	82
VII.3.1.2.Calcul de la pluie efficace.....	85
VII.4.Le calcul des besoins bruts en eau d'irrigation.....	86

CHPITRE VIII : Dimensionnement du réseau de distribution

VIII.1. Description et schéma d'aménagement du réseau de distribution.....	90
VIII.2.Etude du tracé et condition de pose de la conduite.....	90
VIII.2.1.Etude du tracé de la conduite principale.....	90

VIII.2.2. Condition de pose de la conduite.....	90
VIII.3.Mode de fonctionnement de réseau.....	91
VIII.4.calcul du réseau	91
VIII.4.1.les débits.....	91
VIII.4.2.Capacité de stockage du bassin.....	93
VIII.4.3Altitude du bassin de stockage.....	93
VIII.4.4.Pression au niveau des bornes d'irrigation.....	93
VIII.4.5. Vitesses admises.....	94
VIII.4.6Choix du matériau de la conduite.....	94
VIII.4.7. Pertes de charge.....	94
VIII.5.Equipement mis en place au niveau du réseau.....	103
VIII.5.1Vannes.....	103
VIII.5.2. Ventouses.....	103
VIII.5.3. Vidange.....	103
VIII.5.4.Compteurs de débit.....	103
VIII.6.Récapitulatif appareillage.....	104
VIII .7.Estimation du projet.....	104
VIII.7.1Conduite d'adduction.....	104
VIII.7.2Conduite de distribution.....	105
Conclusion générale	

LISTE DES TABLEAUX

I-1 : système d'irrigation et risque d'impact.....	5
II-2 : les valeurs guides d'éléments traces dans l'eau d'irrigation.....	15
II-02 : paramètres qui caractérisent la pollution.....	18
III.1 : caractéristiques des eaux et les boues traitées.....	21
IV.1 : pluviométrie moyenne mensuelle et interannuelle.....	37
IV.2 : Récapitulatif des températures moyenne mensuelle et annuelles.....	38
IV.3 : Insolation mensuelle moyenne en heures.....	39
IV.4 : Humidité mensuelle moyenne	39
IV.5 : Fréquence de direction et vitesse du vent.....	39
IV.6 : Fréquence moyenne inter-annuelle des vents par leur direction de la station de Tlemcen.....	40
IV.7 : Vitesses du vent mensuelles moyennes	40
IV.8 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco.....	40
IV.9 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée.....	41
IV.10 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de neige.....	41
IV.11 : Evaporations mensuelles et annuelles observées aux barrages Beni Bahdel et Meffrouch	41
IV.12 : Evapotranspirations mensuelles	42
IV.13 : précipitations et températures moyennes mensuelles.....	42
IV.14 : classification de climat selon MARTON.....	44
IV.15 : pluie moyennes mensuelles et annuelles observées au niveau de la station pluviométrique de Bensekrane durant la période allant de 1973 à 2004.....	48
IV.16 : Récapitulatif des caractéristique de la série pluviométrique moyenne annuelle	51
IV.17 : résultats d'ajustement interannuels à la loi normale de Gauss.....	52
IV.18 : la pluie moyenne mensuelle de fréquence 80%.	53
V.1 : Classification des sols suivant leur degrés de perméabilité.....	59
V.2 : Résultats analytiques des Analyses précédemment faites au niveau des différents sols.....	61
V.3 : Signification des différentes abréviations pour décrire la texture.....	62
V.4 : résultats de la classification des sols du périmètre de Hennaya établis en fonction des norme de la F.A.O.....	64
VI.1 : Répartition de la population par zone au niveau de la Wilaya de Tlemcen.....	66
VI.2 : Répartition e l'emploi par secteur activité au niveau de la Wilaya de Tlemcen.	68
VI.3 : analyse physico-chimique de l'eau suivant laboratoire de la STEP.....	71
VI.3 : analyse physico-chimique de l'eau suivant laboratoire de l' ANRH d'ORAN	72
VI.5 grille standards d'appréciation globale de la qualité des eaux.....	73
VII.1 : récapitulatif des principales des données climatiques.....	78
VII.2 : répartitions des parcelles du périmètre en fonction de leur surface.....	78
VII.3 : récapitulatif des principales cultures projetées au niveau du périmètre.....	81
VII.4 : Evapotranspiration de référence au niveau du périmètre de Hennaya.....	85
VII.5 : Pluie efficaces Pe(mm) au niveau du périmètre.....	86
VII.6 : Récapitulatif des besoins nets en eaux d'irrigation pour chaque culture.....	87
VII.7 : Récapitulatif des besoins bruts en eaux pour chaque périmètre.....	88
VIII.1 : Récapitulatif des débits au niveau des bornes.....	95
VIII.2 : Conduite principale.....	96

VIII.3 : Dimensionnement des branches.....	98
VIII.4 : Choix de diamètre de la borne.....	103
VIII.5 : Choix des ventouses.....	103
VIII.6 : Récapitulatif appareillage.....	104
IX.1 : Coût de la conduite d'adduction.....	104
IX.2 : Coût de la conduite de distribution.....	105
IX.3 : Coût du bassin de stockage.....	105

LISTE DES FIGURES

Figure IV.1: Identification du périmètre Tafna Isser et Hannaya.....	35
Figure IV.2:Diagramme bioclimatique d'Emberger.....	46
Figure VI.1:Evolution démographique de la Wilaya de Tlemcen sur la période allant 1966 à 2000.....	67
Figure VI.2: Répartition générale des terres au niveau de la Wilaya de Tlemcen	69
Figure N°VI.3:Répartition de production agricole terres au niveau de la Wilaya de Tlemcen.....	70
FigureVIII.3: Représentation graphique de la loi de débit.....	93

LISTE DES PLANCHES

- Planche 01 : Plan du réseau d'irrigation.
- Planche 02 : Vue en plan la conduite d'adduction gravitaire.
- Planche 03 : Profil en long (conduite principale)- tronçon : Step-point22.
- Planche 04 : Profil en long (conduite principale)- tronçon : points22-point44.
- Planche 05 : Profil en long (conduite principale)- tronçon : points22-point44.

Introduction générale

L'agriculture est un secteur névralgique pour tout pays voulant acquérir une indépendance alimentaire. Si après l'apparition de l'agriculture intensive pour augmenter la production agricole, il suffisait d'augmenter les surfaces agricoles exploitées. Ces dernières années, ce procédé a connu ses limites, notamment par l'apparition de plusieurs problèmes dont le plus important est celui lié à la ressource en eau, car si dans le passé cette ressource était suffisante du point de vue quantité et du point de vue qualité elle était irréprochable. Ce n'est plus le cas actuellement.

C'est devant cette état de fait que l'agriculture pour pouvoir irriguer s'est retourné vers l'utilisation des eaux de qualité marginales ou dite eau non conventionnelle. Telles les eaux usées traitées.

La réutilisation et le recyclage des eaux usées sont essentiels au développement de politiques de gestion durable de l'eau et de l'environnement. Dans les régions arides et semi-arides, la réutilisation des eaux usées est un élément essentiel de développement, car elle assure une ressource alternative durable en eau, la réduction de la pollution de l'environnement et la protection de la santé publique. Le développement et la mise en œuvre d'une stratégie globale de gestion intégrée de l'eau avec réutilisation des eaux usées sont les seules voies possibles pour éviter l'augmentation du déséquilibre entre l'alimentation limitée et la croissance rapide de la demande, ainsi que la dégradation importante de l'environnement, l'exploitation poussée des nappes souterraines et l'accroissement de leur pollution.

Dans l'objectif de la réutilisation des eaux épurées de la station d'épuration de TLEMCEN, on a inscrit notre étude qui est répartie en deux parties principales :

- Une partie théorique sur les eaux usées, la réutilisation des eaux épurées. différentes .
- Une partie expérimentale dans laquelle on a donné une présentation générale de la STEP, et de périmètre et en fin, on a projeté un réseau d'irrigation sur un îlot de ce périmètre.

CHAPITRE I

Réutilisation des eaux usées

Chapitre I : Réutilisation des eaux usées

I.1. INTRODUCTION :

I.1.1. Définition :

La réutilisation des eaux usées c'est l'emploi nouveau des «eaux de deuxième main» pour un usage différent de celui de son premier emploi grâce a des actions volontaires.

La réutilisation peut être réalisée de manière directe ou indirecte :

* la réutilisation directe correspond à l'emploi immédiat des eaux utilisées, après épuration, sans passage ni dilution de ces eaux dans le milieu naturel,

* la réutilisation indirecte correspond à l'emploi, sous forme diluée, des eaux déjà utilisées, après leur rejet et dilution dans le milieu naturel (cours d'eau, eaux souterraines).

La définition stricte de la réutilisation exclut donc le recyclage. Il s'agit, dans ce cas, d'une réutilisation interne des eaux dans un cycle de production dans le but de contrôle de pollution et d'économie des ressources en eau. Le recyclage est en conséquence l'affaire de l'utilisateur initial.

La réutilisation des eaux sert à des usages nouveaux par rapport aux usages initiaux. Le nouvel usage nécessite en général un traitement des eaux pour les ramener a une qualité satisfaisante et compatible avec l'usage envisagé.

I.1.2. Motifs :

Les motifs pour le développement des systèmes de réutilisation peuvent être très variés, suivant le contexte local:

- Absence d'exutoire pour les effluents collectés.
- Absence ou déficit de ressources en eau et en conséquence, besoin de mobiliser des ressources supplémentaires.
- Protection de l'environnement et des milieux récepteurs.
- utilisation des eaux usées comme source d'éléments fertilisants et leur application pour améliorer les sols et la production agricole.

I.1.3. Usages possibles:

Théoriquement, on peut utiliser les effluents urbains pour de nombreux usages:

- irrigation,
- recharge des aquifères,
- industrie,
- usages municipaux (lavage de chaussées, arrosage...).
- loisir (navigation/plaisance, pêche...).

Les réalisations les plus nombreuses portent, par ordre d'importance décroissante, sur l'irrigation en agriculture, les usages municipaux, l'industrie et les loisirs. Pour ces usages, l'adaptation en qualité est plus aisée.

Pour l'irrigation de produits agricoles à consommer crus, les contraintes importantes de santé publique et les coûts élevés ont écarté toute réalisation importante.

I.1.4. L'objectif :

L'objectif principal de la réutilisation des eaux usées est non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité en accélérant le cycle d'épuration naturelle de l'eau, mais également d'assurer l'équilibre de ce cycle et la protection du milieu environnant. Par définition, cette réutilisation est une action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques.

I.1.5. Réutilisation agricole des eaux usées :

L'évolution de la réutilisation des eaux usées a connu et connaît encore différentes phases en fonction des intérêts mis en jeu, qu'ils soient économiques, sanitaires, eaux usées, coulés aux pressions croissantes exercées sur les ressources en eau.

Actuellement, les possibilités de la réutilisation des eaux usées sont très larges, quand la qualité est en adéquation avec l'usage.

Toutefois, les projets de réutilisation agricole des eaux usées sont des opérations à long terme qu'il importe de mener avec prudence. En effet, si la réutilisation des eaux usées peut constituer une ressource additionnelle et contribuer à la protection de l'environnement, elle peut également, si elle est pratiquée de façon inappropriée, avoir des effets négatifs sur la santé humaine et animale.

Les problèmes relatifs à la réutilisation étant de nature interdisciplinaire, la prise en compte d'un grand nombre d'aspects nécessaires (procédés de traitement, systèmes d'irrigation, rendements et qualité des récoltes, protection de l'environnement, contrôlés, aspects socio-économiques et sanitaires). Ceci suppose la mise au point d'approches et de solutions spécifiques qui doivent être adaptées aux situations locales. L'utilisation des eaux usées suppose, d'autre part, la mise en place d'un cadre institutionnel et législatif.

I.1.6. Avantages et inconvénient de la réutilisation des eaux usées traitées en irrigation :

I.1.6.1 les avantages :

- Libération des ressources en eau douce pour l'approvisionnement domestique et autres usages prioritaires.
- Contribution à la conservation de l'eau.
- Amélioration des résultats agronomique (rendement).
- Rentabilisation à la station de l'eau.
- Protection des milieux récepteurs tels que les oueds les ouvrage de stockage (barrage), ainsi les littorale des risques de pollution.
- Exploitation des substances nutritives, contenues dans des quantités d'engrais à apporter.

I.1.6.2 les inconvénients :

- Existence d'un risque sanitaire si le processus d'épuration est insatisfaisant.
- Pollution chimique potentielle des eaux souterraines.
- Les métaux lourds peuvent atteindre des concentrations toxiques pour les cultures.
- Les eaux usées peuvent contenir des substances minérales et organiques susceptibles de provoquer une obstruction des éléments sensibles (goutteurs, filtre.....).

I.1.7. Les bonnes pratiques agricoles :

Il s'agit en fait de répondre à la question : quelle sont les bonnes pratiques agricoles de la réutilisation des eaux usées à mettre en œuvre pour protéger la nappe de la pollution nitrique ?

La protection des ressources en eau consiste à appliquer les techniques d'irrigation efficaces, évitant tout apport excessif d'azote, ou en maximisant leur utilisation et donc en limitant les possibilités de fuite.

I.1.7.1. Choix du système d'irrigation :

Etant une pratique particulière, l'irrigation par les eaux usées traitées exige, en plus des paramètres communs d'une irrigation avec des eaux de nappe, la maîtrise d'autres paramètres liés à la qualité physico-chimique et microbiologique des effluents (micro-organismes pathogènes, éléments toxiques, salinité, matières en suspension, etc...). Ainsi le choix de la méthode d'irrigation adéquate et adaptée permet de réduire les effets indésirables de l'utilisation des eaux usées pour l'irrigation.

Les techniques d'irrigation représentent à des degrés divers un risque de propagation des agents pathogènes et des polluants vers les ressources en eau (nappe ou eaux de surface). Ce risque est directement lié aux quantités d'eau nécessaires à l'irrigation qui sont elles-mêmes dépendantes des systèmes d'irrigation. En ce qui concerne la pollution de la nappe, on peut globalement hiérarchiser les systèmes d'irrigation selon le degré de risque de contamination croissant comme suit :

- Irrigation gravitaire, irrigation par aspersion, irrigation localisée ou micro-irrigation
- La micro-irrigation, et en particulier la méthode au goutte à goutte, présente toute une série d'avantages :
 - Efficacités d'irrigation élevée par atténuation des pertes d'eau par infiltration et par colature.
 - Risque moindre de pollution des eaux souterraines et de surface par les nitrates.
 - Amélioration des rendements des cultures par optimisation des régimes hydriques, par rapports simultanés des éléments nutritifs et par des conditions d'aération optimales.
 - Très faible contact entre le personnel opérateur et les effluents.
 - Faible consommation d'énergie.
 - Faible besoin en main d'œuvre.

Deux éléments importants et interactifs méritent d'être pris en considération pour minimiser les risques de toute contamination du sol, de la nappe et des eaux de surface :

Le degré d'épuration et l'efficacité d'application de l'eau au niveau de la parcelle. Pour cela, le bon choix de la méthode d'irrigation et la bonne stratégie de pilotage des apports d'eau s'imposent pour une réutilisation rationnelle.

Tableau I-01 : système d'irrigation et risque d'impact

Système d'irrigation	Impact et efficacité du système
Gravitaire	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impact sur les eaux souterraines ▪ Impact possible sur les eaux de surface lié aux évacuations des excédents ▪ Efficacité du système <ul style="list-style-type: none"> - bassin 60-80% - raie 50-70% - planche 40-70%
Aspersion	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impact sur les eaux superficielles ▪ Efficacité du système : 90%
Souterraine « Sub-irrigation »	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Impact possible sur la nappe ▪ Impact possible sur les eaux superficielles lié aux évacuations des excédents
Localisé Goutteurs Rampes perforés	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Efficacité : 90-100% ▪ Impact possible sur les eaux superficielles mais d'une ampleur inférieure aux autres systèmes d'irrigation

Lorsqu'on parle de gestion rationnelle de l'irrigation on sous entend aussi des notions de valorisation de l'eau ou d'efficience de l'eau. Quel que soit le type de conception du système 'irrigation, l'efficience de l'eau et l'uniformité d'arrosage ne sont jamais égale à 100%

Toutefois un certain nombre de directives permettent de valoriser au maximum le mètre cube d'eau. Parmi ces directives, on propose la liste suivante :

- développer une technique adéquate de mesures de l'humidité du sol.
- installer de régulateurs de pression et des systèmes de filtration performants.
- dimensionner correctement les canalisations d'irrigation de manière à assurer la quantité demandée par le système.
- assure une bonne maintenance du système d'irrigation.

I.1.7.2.Pratiques pour minimiser le lessivage des nitrates :

Les teneurs en azote et ses formes dans les eaux usées varient en fonction de l'origine de ces eaux usées brutes et du système d'épuration. Ainsi par exemple, dans les effluents de lagunage, l'azote se trouve essentiellement sous formes organique et ammoniacale. Par contre, dans les effluents du système infiltration-Percolation, l'azote est essentiellement sous forme nitrique. Notons toutefois que l'ammonium se nitrifie rapidement une fois que les eaux, issues du lagunage, sont appliquées au sol. Ainsi, dans certaines situations, Le risque de pollution des eaux souterraines peut être élevé. Pour minimiser ce risque, il est important d'adopter certaines recommandations pratiques.

- il faut établir avec précision le bilan de l'eau dans le système sol-plante en quantifiant les entrées (pluies et hauteur d'eau d'irrigation) et les sorties (utilisation par la culture et l'évaporation).
- analyser les teneurs en nutriments et particulièrement en azote dans les eaux épurées utilisées pour l'irrigation. Ceci permettra de quantifier les quantités d'azote apporter par les doses l'irrigation appliquées.
- à partir de l'analyse du sol, tenir compte de reliquat d'azote minéral disponible dans le sol.

- la dose d'irrigation est un facteur important qui conditionne le lessivage des nitrates.
- Ainsi, dans les sols de texture sableuse, il convient de minimiser les doses et d'augmenter la fréquence. A ce niveau, il convient de considérer l'importance d'optimiser la dose d'azote et la hauteur d'eau d'irrigation sur la base de besoins en eau et en azote de la culture pour les différents stades phénologiques.
- dans le cas où les eaux sont chargées, il faut choisir les cultures les plus consommatrices d'azote et/ou assurer une couverture maximale des sols par les cultures
- mélanger des eaux riches en azote et des eaux moins concentrées ou alterner les irrigations avec ces deux catégories d'eau.
- En cas d'utilisation d'amendements organique, éviter l'utilisation du fumier frais. Il est plutôt recommandé d'utiliser un compost stabilisé et de comptabiliser la fourniture d'éléments nutritifs par le composé.

La connaissance et la détermination de la forme de l'azote véhiculé par les eaux usées épurées sont d'une importance capitale. En effet selon la filière de traitement adoptée, les eaux peuvent contenir l'ammonium (cas de lagunage) ou les nitrates (cas de l'infiltration-percolation). Dans le premier cas, il est recommandé d'utiliser des inhibiteurs de la nitrification mais ce n'est envisageable que pour des cultures à haute valeur ajoutée étant donné le prix de ces produits. Dans le second cas, deux possibilités sont offertes : mettre en place un système de dénitrification au niveau de station d'épuration ou mélanger les eaux usées épurées avec une proportion d'eau de nappe ou de surface pour diminuer la teneur en nitrates.

Ainsi, il est fortement recommandé d'établir un bilan de masse d'azote dans le but de protéger la nappe contre la contamination par les nitrates.

L'objectif consiste à garder la concentration nitrique des eaux à un niveau inférieur à 50 mg/l ou de garantir un taux d'accroissement annuel nul dans le cas où la concentration nitrique actuelle dépasse 50 mg/l.

Conclusion :

La réutilisation des eaux usées est appelée à se développer, à se diversifier et à être socialement plus acceptée. Des efforts restent à faire dans de nombreux domaines afin de mieux maîtriser l'utilisation de ces eaux. Des systèmes de traitement fiables et économiques demandent à être développés. Les effets à long terme de la réutilisation des eaux usées et des opérations de recharge sont également à prendre en compte.

Les futurs projets de réutilisation des eaux usées dépendront d'une meilleure planification et d'un meilleur aménagement des opérations de réutilisation. Ceci signifie l'amélioration de l'évaluation et de la prise en compte des facteurs techniques, sociaux, économique, réglementaires et environnementaux et la recherche d'une meilleure organisation sur le plan institutionnel.

CHAPITRE II

Les eaux usées

Chapitre II : Les eaux usées

II. Les eaux usées:

II.1. Origine des eaux usées urbaines:

Il existe trois types de pollution contre lesquel des moyens de lutte doivent être mis en oeuvre

- La pollution traditionnelle des eaux usées domestiques et des eaux pluviales.
- La pollution des industries implantées dans la commune.
- Les matières de vidange.

II.1.1. les eaux usées domestiques :

Elles se composent :

- Des eaux vannes d'évacuation des toilettes.
- Des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bain.

Les déchets présents dans ces eaux souillées sont constitués par des matières organiques dégradables et des matières minérales. Ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension.

II.1.2. les eaux pluviales :

Ces eaux peuvent être fortement polluées, en particules en début de pluie du fait :

- de la dissolution des fumées dans l'atmosphère.
- du lavage des chaussées grasses et des toitures chargées de poussière.
- du lessivage des zones agricoles traitées (épandage de désherbants et d'engrais).

Les polluants présents dans ces eaux peuvent être des matières organiques biodégradables ou non, des matières minérales ou en suspension et des toxiques.

II.1.3. les eaux industrielles :

Les caractéristiques de ces eaux sont directement liées au type d'industrie concernée.

Une épuration commune des eaux usées industrielles avec les eaux domestiques peut s'envisager à condition que la nature des polluants soit identique et exempte de substances toxiques (cas des industries agroalimentaires par exemple).

II.1.4.les matières de vidange :

Dans toutes les communes, il existe des habitants non raccordés ou non raccordables à l'égout public. Or, toute fosse septique ou appareil équivalent produit

obligatoirement des matières de vidange. L'évacuation et le traitement de ces matières domestiques font partie intégrante de l'assainissement.

Ces matières de vidange sont un concentré de pollution .leur rejet, inconsideré dans le milieu naturel accroît les risques de pollution des eaux et les

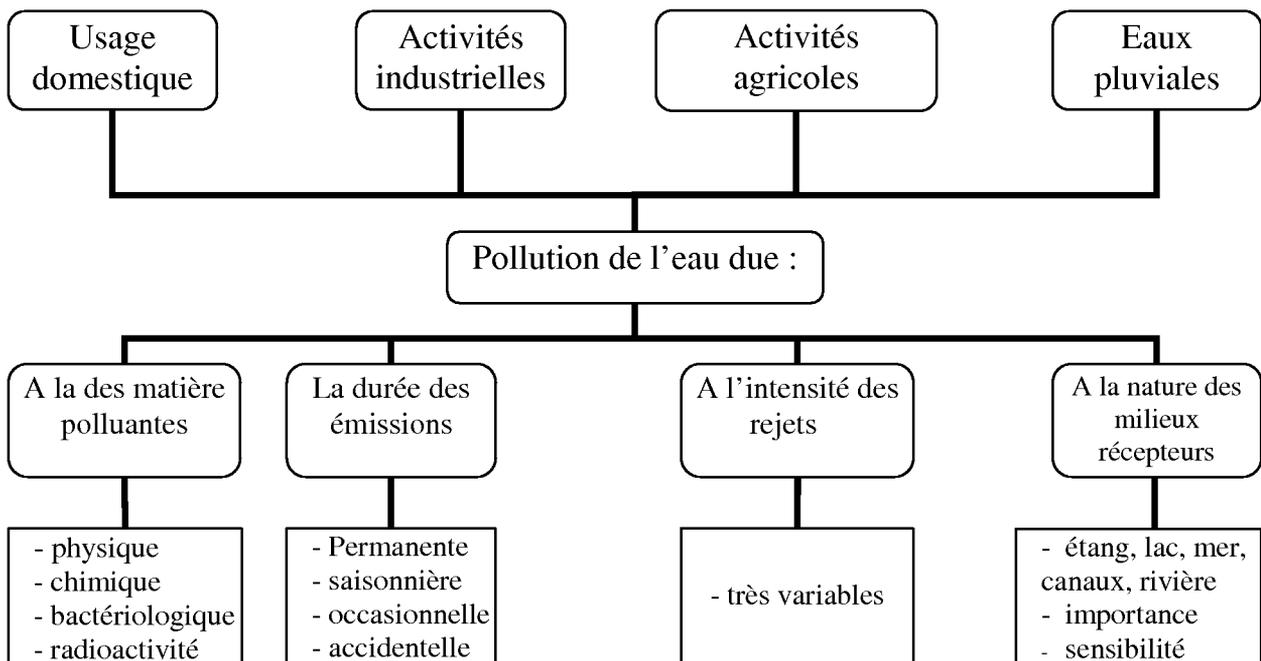
II.2. Nature et effet de la pollution:

La pollution de l'eau est une dégradation de sa qualité naturelle provoquée par l'Homme et ses activités.

Cette dégradation peut compromettre l'équilibre du milieu vivant aquatique et rendre plus difficile et plus coûteuse son utilisation ultérieure.

II.2.1.Nature de la pollution :

Elle peut être résumée par le schéma suivant:



II.2.2.Effets de la pollution :

Les conséquences immédiates ou différées d'un rejet des eaux usées. Sur le milieu récepteur sont nombreuses. Elles sont dues à la présence d'éléments polluants contenus dans l'eau, sous forme dissoute ou particulaire.

La présence de matières en suspension peut provoquer:

- le trouble de l'eau
- le dépôt de matières fermentescibles,
- le blocage du mécanisme de photosynthèse,
- la perturbation des conditions d'aération des eaux,

Les matières dissoutes sont responsables :

- de l'appauvrissement en oxygène du milieu, utilisé pour la dégradation des matières organiques et minérales biodégradables (sucre, sang, lait.....),
- de la gêne de l'usagers situés à l'aval des rejets par matières difficilement biodégradables (colorants...).

Certains éléments tels que le phosphore et l'azote sont à l'origine de la dégradation de la qualité des eaux en favorisant le développement inconsidéré des algues et autres végétaux (eutrophisation).

Les micropolluants sont responsables des goûts, des couleurs et des odeurs inacceptables pour des eaux de bonne qualité. De plus certains d'entre eux sont toxiques.

Il convient d'ajouter à cette énumération la pollution bactériologique (rejet de germes pathogènes) pouvant être responsable de maladies infectieuses.

La pollution thermique doit également être citée, Elle contribue à réduire les teneurs en oxygène de l'eau (la dissolution de l'oxygène étant inversement proportionnelle) et peut donc avoir des actions néfastes sur la faune.

II.3. Composition des eaux usées domestiques :

La composition de l'eau usée dépend essentiellement :

- De l'activité humaine,
- De la qualité des eaux d' AEP.

II.3. 1. Les matières en suspension et la matière organique :

Elles se composent de matières flottantes qui ne sont ni à l'état soluble, ni à l'état colloïdale. Cet ensemble de substances organiques et minérales est un paramètre important dans la réutilisation (sa présence excessive dans l'eau d'irrigation peut perturber les systèmes d'irrigation)

La matière organique contenue dans les effluents est dégradée par l'activité bactérienne. Cette dégradation libère des éléments minéraux pouvant être directement assimilés par les plantes. C'est la minéralisation. Ainsi la présence des matières organiques dans les eaux usées ne constitue pas un danger, bien au contraire, elle contribue à la fertilisation.

II.3. 2. Les micro-organismes :

Les eaux usées véhiculent d'importants nombres de micro-organismes dont la plupart sont pathogènes. Ils sont contenus en majeure partie dans les matières en suspension.

L'ensemble de ces organismes peut être subdivisé en quatre groupes :

- **Les bactéries :** elles sont présentes dans les eaux usées à de très forte concentration et peuvent être à l'origine des troubles intestinaux, de typhoïde ou des paratyphoïdes. On estime leur concentration dans les effluents à 10^7 - 10^8 pour 100 ml dont 10^3 à 10^4 pour un litre sont pathogènes.
- **Les virus :** ce sont des parasites intracellulaires contenus dans les eaux usées urbaines.
- **Les protozoaires :** les eaux usées contiennent également des protozoaires, capables de transmettre certaines maladies comme la dysenterie.
- **Les helminthes :** fréquemment rencontrés dans les eaux résiduaires, les helminthes sont des vers pathogènes susceptibles de causer des maladies (ténia, ascaris...). Dans les eaux usées urbaines, le nombre d'œufs d'helminthe est de l'ordre de 10^3 par litre.

➤ II.3.3. Les substances nutritives :

Les solides en suspension, les éléments colloïdaux et les dissout présents dans les eaux usées contiennent des macronutriments et des micronutriments qui sont essentiels à la nutrition des plantes. Cependant, la teneur nutritive de l'eau peut excéder les besoins des cultures et constitue ainsi une source potentielle de pollution des eaux de nappe. Elle peut également poser des problèmes liés au développement végétatif, en retardant la maturité ou en réduisant la qualité des produits agricoles. A cet égard l'analyse de l'eau usée est requise surtout au début de la saison culturale.

Les substances nutritives les plus importantes en agriculture sont l'azote, le phosphore, le potassium et parfois le zinc et le soufre. Il existe aussi certains oligoéléments qui participent à la fertilisation du sol.

1. L'azote :

L'azote est une substance indispensable pour les plantes qui intervient dans toutes les phases du cycle végétatif d'une culture. Il est contenu dans les eaux usées à des proportions importantes. Ainsi l'usage de ces eaux en irrigation peut constituer une nouvelle source de fertilisation.

Cependant, les concentrations excessives de cet élément dans les eaux d'irrigation, peuvent toutefois avoir des effets négatifs sur le rendement des cultures et aussi sur la qualité des eaux des nappes sous-jacentes. La connaissance de la teneur en azote de l'eau usée est donc nécessaire afin de prévoir les risques éventuels.

2. Le phosphore :

Les eaux usées contiennent également du phosphore qui est un élément important dans la fertilisation des sols. Il intervient de façon déterminante dans la synthèse des protéines. Contrairement à l'azote, il suffit une faible teneur en phosphore des eaux usées est moins élevée pour avoir des incidences majeures sur les cultures.

3. Le potassium :

Le potassium est aussi un élément très important pour le développement des cultures. Il intervient dans le processus de la photosynthèse et aussi dans la synthèse des protéines.

II.3.4. Les éléments traces :

Ils sont peu nombreux et se trouvent dans les eaux usées à des très faibles quantités. Certains de ces éléments comme le Fer, le Zinc, le Cuivre, le Bore, le Manganèse et le Molybdène sont indispensables pour le développement des végétaux. Leur carence peut toute fois entraîner une chute de rendement. En revanche il existe d'autres oligo-éléments (le Plomb, le Mercure, le Cadmium, le Brome, le Fluor....) dans les eaux usées qui sont toxiques pour les plantes .

Tableau II-1 : Les valeurs guides d'éléments traces dans l'eau d'irrigation

caractéristique	Valeur limite mg.l
Al	5.0
As	0.1
B	0.75
Bc	0.10
Cd	0.01
Cz	0.10
Co	0.05
Cu	0.2
F	1.0
Fe	5.0
Li	2.5
Mn	0.2
Mo	0.01
Ni	0.2
Pb	5
Se	0.02
Va	0.1
Zn	2.0

Les valeurs sont données pour une exploitation agricole continue et une quantité d'eau annuelle d'environ 1,20 m. Pour les exploitations de plus courte durée, ces valeurs peuvent être augmentées.

II.4. Définitions des paramètres de pollution caractérisant une eau usée :

II.4.1. Introduction :

Dans l'eau usée, on retrouvera des matières minérales et des organiques en solution et en suspension. Une partie de ces substances seront biodégradables et d'autres inertes mais elle contribueront toutes à des niveaux divers à une certaine écotoxicité de l'eau.

La première manifestation de la pollution des eaux usées domestiques est due aux matières organiques, qui provoquent une consommation importante de l'oxygène dissous par les micro-organismes qui prolifèrent dans les milieux pollués.

On va déterminer la pollution en mesurant la quantité d'oxygène respirée par les micro-organismes ou la Demande Biochimique en Oxygène après 5 jours (DBO_5). Cette mesure étant souvent longue, on peut oxyder la matière organique par un réactif chimique. On déterminera alors la Demande Chimique en Oxygène (DCO).

Il est également intéressant de déterminer la quantité de particules en suspension et donc susceptibles de décanter ou de flotter. On mesure, pour ce faire, les Matières En Suspension (MES).

Parmi les éléments présents dans l'eau, deux sont très importants voir indispensables à la synthèse des micro-organismes et des végétaux dans le milieu aquatique. Il s'agit de l'azote N et du phosphore P assimilés généralement par les plantes sous forme de nitrates NO_3^- et de phosphates PO_4^{3-}

II.4.2. Demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO appelée aussi "oxydabilité" est la demande chimique en oxygène; elle permet de mesurer le degré réducteur de l'eau (par mesure d'échange d'électrons).

Ce paramètre donne une indication sur la pollution par les matières organiques.

L'unité de la DCO est le mg d'oxygène par litre.

II.4.3. Demande biochimique en oxygène (DBO) :

La demande biochimique en oxygène après n jours (DBO_n) représente la quantité d'oxygène dissous qu'il faut fournir à un échantillon d'eau pour minéraliser par voie biochimique (oxydation bactérienne) les matières organiques et/ou inorganiques.

Il s'agit de la demande en O_2 pour oxyder la matière organique à l'aide d'une biomasse épuratrice.

Elle concerne donc les composés biodégradables (DCO_{bd}) ou biotransformables (N-NH_4 , N-NO_2) en conditions aérobique.

La DBO_5 correspond à la demande biochimique en oxygène après 5 jours d'incubation de l'échantillon à une température standard de 20°C .

II.4.4.Matières en suspension :

Les matières en suspension représentent la quantité de particules non dissoutes présentes dans l'effluent qu'elles soient décantables ou non (organique et minérale: poussière, sable, argile, graisse,...).

Les MES se subdivisent en deux catégories : les matières fixes et les matières volatiles. En effet, une partie des MES se volatilise lorsqu'elle sont chauffées à haute température (600°C); cette partie constitue la fraction organique, principalement biodégradable et est appelée Matières Volatiles Sèches (MVS).

II.4.5.Azote :

➤ Formes azotées :

Nous allons commencer par rappeler les différentes formes azotées que l'on peut rencontrer:

- l'azote ammoniacal: NH_4^+
- l'azote organique : N-org
- l'azote gazeux: N_2
- le nitrite: NO_2^-
- le nitrate : NO_3^-

Dans l'eau usée, la présence de l'azote provient principalement des eaux agricoles et des eaux fécales, dans une moindre mesure des eaux industrielles. Il est présent dans les matières organiques complexes, tels que les micro-organismes, les protéines des déchets alimentaires,... Les nitrites et nitrates peuvent également provenir des phénomènes de nitrification.

Parmi les mesures de l'azote, on distingue:

- l'azote réduit qui comprend l'azote ammoniacal ainsi que l'azote organique
- l'azote nitrique ou azote oxydé qui comprend les formes oxydées, nitrites et nitrates.

L'azote total est donc la somme de l'azote réduit et de l'azote oxydé.

Les formes minérales de l'azote, telles que l'ammoniac, les nitrites et nitrates sont en totalité en solution alors que les formes organiques peuvent se retrouver en suspension dans l'effluent.

Les bactéries nitrifiantes du type nitrosomonas oxydent l'azote ammoniacal pour donner naissance aux nitrites (NO_2^-), forme intermédiaire de l'azote. Par la suite, le relais est assuré par les bactéries nitrifiantes du type nitrobacter, qui forment les nitrates (NO_3^-). La nitrification s'opère en milieu aérobique et ne commence qu'après une dizaine de jours; la demande d'oxygène qu'elle exerce vient s'ajouter à la DBO.

Le manque d'oxygène peut provoquer le phénomène inverse, appelé dénitrification; les nitrates (NO_3^-) sont alors transformés en nitrites (NO_2^-) ou en azote moléculaire (N_2).

Les nitrates et les nitrites ont des conséquences néfastes dans les milieux aquatiques. En quantité importante, les nitrites provoquent la mort des organismes vivants. Les nitrates contribuent à l'eutrophisation, qui engendre l'asphyxie des milieux.

L'ammoniaque provoque, par son oxydation, une consommation de l'oxygène dissous présent dans le milieu aquatique.

II.4.6.Phosphore:

➤ Formes de phosphore :

Le phosphore peut se trouver sous différentes formes dans la nature, on rencontre:

- le phosphore organique en solution ou en MES (P-org)
- les orthophosphates P- PO_4 (PO_4^{3-})
- les polyphosphates P-p PO_4 (HPO_3^-)_n

Le phosphore total comprend donc des substances minérales (les orthophosphates et les polyphosphates) et du phosphore organique qui entraîne une pollution biologique.

Les détergents et engrais concourent à enrichir les eaux de surface en phosphates. Le phosphore inorganique est jugé un élément essentiel dans les écosystèmes aquatiques. Les orthophosphates et les polyphosphates hydrolysables sont en effet des facteurs limitants dont le contrôle est indispensable dans la lutte contre l'eutrophisation des lacs. Il apparaît alors important de les éliminer dans les stations d'épuration et de procéder à leur mesure.

II.5.Mesure de la pollution :

Un certain nombre de paramètres sont utilisé pour caractériser la pollution des eaux qui sont :

Tableau II-02 : Paramètres qui caractérisent la pollution.

Paramètres	Unités	Signification
MES	mg/l	Matières en suspension : c'est la pollution non dissoute, la plus facile à éliminer
DBO	mgo_2/l	Demande biochimique en oxygène en 5 jours : C'est la quantité d' O_2 consommée en 5 jours par les micro-organismes la valeur obtenue représente environ 80 % de la pollution biodégradable totale.
DCO	mgo_2/l	Demande chimique en oxygène : elle représente la quantité d'oxygène qui est fournir par des réactif chimique puissant pour oxyder les matières contenue dans de l'effluent.
M.A	mg/l	Matières azotés : elles quantifient la teneur en azote présent dans les eaux usées sous diverse formes (organique, ammoniacal, nitrate, nitrite)
M.P	mg/l	Matières phosphatées : elles représentent la quantité de phosphores totale contenue dans les effluents.
M.I	Equitox	Matières inhibitrices : elles servent à définir le degré de toxicité d'un effluent industriel (test Daphnies).
EqH	90g/jde MES 57g/j de M.O 15g/j de M.A 4 g/j de M.P	Equivalent habitant : unité conventionnelle de mesure de la pollution moyenne rejetée par habitant et par jour. La même notion et la même définition sont utilisées pour caractériser la pollution industrielle.
Débit	$\text{m}^3/\text{heure.}$ m^3/jour	L'utilisation de l'eau par les abonnés n'est pas régulière au cours de la journée .les équipements devront être prévu pour raire face aux pointes de débit résultant de ce fait .la débit de pointe peut dépasser 3 fois le débit horaire moyen journalier.

CHAPITRE III

Station d'épuration de Tlemcen

Chapitre III : Station d'épuration de Tlemcen

III.1. Généralité d'une station d'épuration :

L'eau collectée par les égouts est conduite à une usine de traitement appelée couramment station d'épuration. Les plus efficaces emploient des techniques nombreuses et parfois coûteuses.

L'eau est d'abord filtrée par des grilles de plus en plus fines, qui retiennent tous les déchets solides. Les déchets en suspension (petites particules dans l'eau) ou solubles (produits entièrement mélangés à l'eau) doivent être séparés par d'autres méthodes : décantation, floculation, traitement par des bactéries.

À la suite de plusieurs filtrages et décantation, l'eau peut être rejetée dans un cours d'eau. Elle n'est plus dangereuse pour l'environnement, mais elle n'est pas encore potable. Si elle est pompée ensuite pour la consommation humaine, elle devra subir d'autres traitements (nouveaux filtrages, chlorage, etc.).

Les déchets séparés de l'eau ne sont pas tous des déchets nuisibles. Les boues de décantation, en particulier, sont utilisées comme engrais.

III.2. Présentation de la station d'épuration :

III.2.1. Situation géographique:

La wilaya de Tlemcen se trouve à une distance de 540 km à l'ouest d'Alger. Cette wilaya est limitée:

- Au Nord par la Mer méditerranée.
- Au Nord-est par la wilaya de Ain Témouchent.
- À l'Est par la wilaya de Sidi Bel Abbès.
- Au Sud par la wilaya de Naâma.
- À l'Ouest par le Maroc.

On peut la localiser sur une carte grâce aux coordonnées géographiques ci-dessous:

Latitude : 34° 53' Nord.

Longitude : 1° 18' Ouest.

La station d'épuration de AIN HOUTZ à une superficie de 13 hectares elle est situa à 6Km au nord de la ville de Tlemcen, dans la rive droite de l'oued d'AIN HOUTZ jusqu'au pied du djebel Tourna.

III.2.2. Origine des eaux usées :

La station d'épuration des eaux usées d'AIN HOUTZ à été réalisée pour traiter les eaux du nord est de Tlemcen et qui sont des eaux usées domestique et pluviales.

Il existe deux types de canaux d'emmener des eaux usées jusqu'à la station d'épuration :

- a- Des dalots ''2m de largeur et 1m de hauteur'' qui proviennent de Sidi Yahoub vers Fadant Sbaa.
- b- Conduite de 1250mmde diamètre va de fadant Sbaa jusqu'à tête de la station.

III.2.3. Caractéristique de la STEP :

- Capacité 150000 Eq/hab
- Horizon 2005
- Procédé d'épuration boues activée traitement biologique.

III.2.4. Caractéristique des eaux usées:

La gestion de la station d'épuration de la ville de Tlemcen se fera sur la base des données caractéristique suivant l'entrée de la station :

- | | |
|---|------------------------|
| ○ Type de réseau | Unitaire |
| ○ Nature des eaux usées | domestique |
| ○ Débit journalier | 600 l/s |
| ○ DBO ₅ | 9300 kg/jour |
| ○ MES | 13,950 kg/j |
| ○ Azote à nitrifie | 1,980 kg /j |
| ○ Débit de pointe horaire admis au traitement | 3800 m ³ /h |

III.2.5. Caractéristique des eaux traitées :

Les eaux et les boues traitées fournies par le partenaire cocontractant à la sortie de la STEP ont les caractéristiques suivantes :

Tableau III.1: caractéristiques des eaux et les boues traitées

Paramètre	Valeur
PH	Compris entre 6.5 et 8.5
Couleur	Non perceptible
Solides décantables après 2 heures	0,5 ml/l en cone Imhoff
MES	60 mg/l
DBO5	20 à 30 mg/l
DCO	90 mg/l
Azote (N-NH4)	3-5 mg/l
Azote (N-NH3)	8-10 mg/l
Nitrification	70%
Graisses et huile végétales	20 mg/l
Huiles minérales	05 mg/l

III.3. Les ouvrages de la station :

La station d'épuration de la ville de Tlemcen faisant objectif du présent marché fonctionne sur la base d'un procédé à boues activées avec aération prolongée à l'aide d'aérateur de surface à vitesse lente.



Photo III.1: Station d'épuration de la ville de Tlemcen

III.3.1. Déversoir d'orage:

Le déversoir d'orage de la station est installé à l'amont de celle-ci et qui déverse le surplus du débit admissible dans la by passe général de la station ; la hauteur de la lame de débordement sera adaptée pour acceptée pour une charge maximum de 1250 m³/h. cependant le débit de pointe horaire admis au traitement est de 3800m³/h.



Photo III.2 : Déversoir d'orage de la STEP de la ville de Tlemcen

III.3.2. Les prétraitements :

Les opérations de prétraitement des effluents domestique du nord et de Tlemcen ont pour but de débarrasser et d'alléger les eaux brutes de ces matières grossières.

Parmi les opérations de prétraitement dans la station d'AIN HOUTZ on trouvé :

- Une grille grossière à nettoyage manuel.
- Deux grilles mécanisées fine.
- Une grille manuelle de by passe.
- Des-sableurs déshuileur.

III.3.2.1. Grille grossière à nettoyage manuel :

La station est équipée d'une fosse à bavards située avant le dégrillage grossie qui permet de réduire la charge des matériaux transportes avec les eaux brutes.

Après cette étape, les eaux brutes seront dégrillées à l'aide d'un dégrillage grossier à nettoyage manuelle, permettant de retenir les déchets volumineux (chiffons, Sacher, ...etc.). Un détecteur de niveau installé à l'amont de la grille grossière d'éclanche une

alarme sonore dans le cas où le niveau d'eau est très haut " colmatage", les caractéristiques de la grille sont les suivantes :

- Largeur : 1.8m
- Inclinaison : 70%
- Ecartement entre les barreaux 50mm.

III.3.2.2. Grilles mécanisées fine:

Les effluents qui sortent de dégrilleur grossier seront dirigés vers deux grilles fines à nettoyage mécanique, constituées de barreaux en fer plate forme en quart cercle, elles sont nettoyées par un double râteau tournant entraîné mécaniquement.

Les deux grilles fines ont les caractéristiques suivantes :

- Largeur : 1m
- Inclinaison : 70%
- Ecartement entre les barreaux : 20mm.
- Puissance du moteur : 0,37kw.
- Profondeur : 150cm.



Photo III.3 : Grilles mécanisées fine de la STEP de la ville de Tlemcen

❖ **Bande transporteuse :**

Les deux grilles mécanisées déposent leur refus sur une bande transporteuse. Le fonctionnement de la bande est en alternance avec le racleur.

III.3.2.3. Grilles manuelles de by passe :

La station d'épuration est équipée d'un by passe qui se trouve à coté des grilles mécanisées.

Ce dernier assure le bon fonctionnement de la station en cas de problème au niveau des grilles mécanisées (panne, bouchage,..... etc.)

Les caractéristiques de cette grille sont les suivantes :

- Largeur : 1m
- Ecartement entre les barreaux : 30mm.
- Les grille sont en aluminium pour évites la corrosion.
- Les grilles déchets des grilles fines et grossiers seront envoyés à la décharge publique.

III.3.2.4. Dessableurs déshuileur :

A la sortie des grilles fines, le canal est équipé de glissière destinés à recevoir des bâteras d'eau ayant pour but l'isolement d'un ou deux dessableurs.

Cet ouvrage et de type longitudinal à deux compartiments, il est constitue d'un canal béton armé de forme trapézoïdale, l'air est insufflé par des supprimeurs pour provoquer une émulsion afin de pouvoir favoriser la séparation du sable et des graisses il existe des lames de séparation qui permettent la séparation des huiles et des graisses vers la zone de raclage, le dessableur est équipée d'un comporte les suivantes :

Un moteur réducteur de translation de 0,37 kw avant arrière.

Une pompe air lift avec groupe moto supprimeur de 4kw assurant l'évacuation des sables déposés vers le lit de séchage de sable.

Un racleur de surface pour racler les huiles et les graisses flottantes l'eau prétraitée est déversée et évacuée gravitairement à travers un canal à ciel ouvert pour subir les

traitements ultérieurs le sable extrait est conduit vers un lit de sable pour sécher et envoyé à l'utilisation ou vers la décharge.

Les huiles et les graisses sont stockées dans un ouvrage spécial puis sont évacuées.

Les deux dessableurs déshuileur ont les dimensions suivantes :

- Largeur : 4m.
- Longueur : 26m.
- Hauteur : 9m.



Photo III.4 : Dessableurs déshuileur de la STEP de la ville de Tlemcen

Remarque : il existe trois suppressesurs pour l'insufflation l'air, deux le fonctionnement et l'autre au repos.

Le fonctionnement du dessableurs dépend du débit à traiter.

Un grand débit : les deux desableurs fonctionnement en même temps un débit faible un seul bassin fonctionne et l'autre est vide.

III.3.3. Traitement biologique :

Les effluents prétraités seront acheminés vers un bassin de traitement secondaire, la station comporte 04 unités, au niveau de chaque unité deux bassins séparés.

III.3.3.1. Bassin de dénitrification :

L'eau prétraitée arrive premièrement dans ce bassin, dans le quel pour sera faite l'élimination de la pollution azote à partir des bactéries spécifique (nitrosomonas, nitrobacter).

Le bassin à une forme rectangulaire et est équipé d'un mélangeur de fond, assurant l'agitation du milieu, ensuite l'eau nitrifiée est déverse vers les bassins d'aération.

Chaque bassin de dénitrification a les dimensions suivantes :

- Volume : 725m³
- Longueur : 187,5m.
- Largeur : 8m.
- Hauteur d'eau : 9m.
- Hauteur béton : 5,6m.

III.3.3.2. Bassin d'aération :

La forme du bassin d'aération est rectangulaire, IL est alimenté en eau dénitrifiée, l'aération dans le bassin est réalisée à l'aide d'aération de surface à vitesse lente, chaque bassin est équipé de trois aérateurs 75kw chacun.

Ce milieu favorable provoque le développement des bactéries, qui action physique et physico-chimique elle retiennent la pollution organique, et s'en nourrissent.

Il existe au niveau de chaque bassin une sonde de mesure d'oxygène dissous pour assurer le déclenchement automatique des aérateurs on cas de diminution de la concentration de cet élément.

Pour la protection du béton, chaque bassin est équipé d'un système d'injection de l'eau pour casser les mousser forme par l'aération. Chaque bassin d'aération a les dimensions suivantes :

- Volume : 4732m³

- Longueur : 55,5m.
- Largeur : 18,8m.
- Hauteur d'eau : 4,5m.
- Hauteur béton : 5,6m.

Le mélange (boues et eau) du bassin biologique est envoyé vers la tour de répartition.



Photo III.5 : Bassin d'aération de la STEP de la ville de Tlemcen

❖ **Les équipements :**

- Quatre mélangeurs submersibles de 4 km (y compris le système de relevage).
- Quatre déversoirs.
- Douze aérateurs de surface.
- Quatre sondes de mesure de l'oxygène dissous.
- Chaque bassin est équipé d'un système d'injection de l'eau pour casser la mousse formé par l'aération.

❖ **Tour de répartition :**

La mixture en provenance des bassins d'aération est transportée gravitairement vers une chambre de répartition divisant les eaux vers deux bassin de décantation secondaire chaque déversoir de cette tour est équipé de glissières destinées à recevoir des batardeaux d'eau d'isolement pour éventuellement by passer un ou les deux décanteurs.

Dans ce cas la liquide mixte sera évacuée via le trop plein de sécurité de cet ouvrage vers le by passer général de la station.

III.3.3.3. Décantation secondaire :

Dans la station d'épuration il existe deux décanteurs secondaires de forme circulaire de 46 m de diamètre avec une surface de 1661 m² et une profondeur d'eau de 4 m en périphérique.

Les boues viennent des bassins d'aération et sont introduit dans le décanteur secondaire par une tuyauterie noyée dans le béton de radier (600mmde diamètre) et aboutissement dans une jupe siphonoïde de tranquillisation pour éviter la formation des vagues dans le décanteur.

Les boues se déposent dans le fond et sont raclée vers une fosse à boues centrale à l'aide d'un pont racleur tournant muni de raclettes de fond et de surface pour ramener les flottant vers le récepteur de flottants, se dernier se déplace sur le bord du bassin autour d'un point centrale d'assise, à vitesse de rotation de 0,04m/s.

Les eaux clarifiées sont ensuite d'assise, à vitesse de dernière étape de traitement et qui est la désinfection.

Quand aux boues décantées elles sont envoyées vers le tour de recyclage ou vers l'épaississeur.

Le décanteur est composé de :

Lame crantée

Lame parois syphonoïde

Regard des eaux clarifié

Regard d'évacuation des flottants.



Photo III.6 : Décantation secondaire de la STEP de la ville de Tlemcen

III.3.3.4. Puisard a boues :

Le puisard a boues est en communication hydraulique avec les deux décanteurs par l'intermédiaire de tuyauteries à boues installées sous les ouvrages tube télescopique qui loge dans le puisard.

Les boues sont relevées en moyen de trois vis d'Archimède au débit unitaire de $1300\text{m}^3/\text{h}$

Le déversement des vise se fait dans une chambre ou se trouve deux vannes télescopiques, l'une alimente graviteitment le circuit des boues en excès c'est-à-dire vers l'épaississement on directement les lits de séchage, l'autre alimente en cas nécessite, le bassin d'aération retenue pour l'éventuelle stabilisation aérobie des boues en excès.

Les différents débits prélève par les vannes télescopique sont contrôles par un débitmètre électromagnétique.

Une indication locale du débit permet un ajustement précis de la vanne télescopique.

Les boues de recirculation la tête des bassins par un canal équipé d'un jaugeur venturi d'une échelle gradue en m^3/h .

III.3.3.5. Recirculation des boues:

Les boues du décanteur secondaire sont dirigées vers la tour de recyclage, ensuite la concentration des boues activées dans les bassins de traitement biologique se fait par un canal équipé d'un jaugeur venturi permet de mesurer le débit recyclé.

Le recyclage des boues se fait à partir des trois vis d'Archimède "deux fonctionnent et l'autre en secours" quand aux boues en excès elles sont pompées vers l'épaississeur.

III.3.3.6. Chloration :

Le bassin de chloration est en béton armé, d'un volume de l'ordre de 700m^3 , le bassin de chloration est équipé de 04 bassin transvasent d'un bassin à l'autre et cela pour laisser le temps au chlore pour désinfecter l'eau équipé et la désinfection est assurée par l'eau de javel.



Photo III.7 : Bassin de chloration de la STEP de la ville de Tlemcen

III.3.4. Traitement des boues :

Après traitement biologique, les boues constituent le résidu de la station d'épuration de AIN HOUTZ.

Les boues qui arrivent à l'épaississeur sont d'origine soit de :

- La tour de recyclage "boues en excès".
- Bassin d'aération "boues stabilisées".

III.3.4.1. Epaississeur à boues:

Les boues en excès sont dirigées vers l'épaississeur, qui est de forme circulaire est réalisé en béton armé de 14m de diamètre et d'une hauteur utile de 4m, le fond du bassin à une pente de 1/10.

Les boues sont introduites dans le bassin par le centre, dans une jupe siphonide de réparation ou l'épaississeur se fait par une double action de la gravité et de mécanisme ainsi facilitant de l'écoulement l'eau des boues, tandis que le surnageant des eaux débordent dans une goulotte périphérique équipé de lames crantées et retournent aux pieds des vis de recirculation par pompage.

Les boues épaissies sont reprises par pompage et renvoyée vers les lits de séchage.

Le mécanisme de l'épaississement est composé essentiellement :

Une tête de commande centrale en acier galvanisée vers de sortie de la tête de commande.

Deux bars de raclage portant des lames de balayage de radier, la herse d'épaississement et les racleurs centraux.

Le cylindre central d'alimentation suspendu au point diamétrale support.

Un arbre central en acier galvanisé accouplé à l'axe de sortie du têt de commande.



Photo III.8 : L'épaississeur de la STEP de la ville de Tlemcen

III.3.4.2. Les lits de séchage :

Le séchage des boues équipé s'effectue à l'air libre dans des surfaces étendues aménagées spécialement pour ça.

Chaque lit de séchage est composé de diverses couche de matériaux "sable et gravies" avec granulométrie de plus fine vers la surface du lit.

Dans notre station il existe 14 lits de séchage conçue d'un tond en béton équipé d'un tuyau de drainage perforé, pour permettre l'évacuation de l'eau filtrée vers l'entrée de la station.

Les boues de séchage seront stockées dans air spéciale appelée "air de stockage", après ils seront envoyés vers l'utilisation ou vers la décharge publique.

III.3.5. Laboratoire:

Il existe dans la STEP un laboratoire pour les analyses de l'eau à l'entrée et à la sortie. On trouve dans ce laboratoire plusieurs appareils comme :

- Spectrophotomètre DR/2000: pour mesurer plusieurs paramètres (Po_4^{-3} , So_4^{-2}).
- Microscope: pour l'observation microscopique.
- Conductimètre LF90: pour mesurer la conductivité de l'eau.

- ❖ L'oxymétrie oxi 92 : pour calcul l'O₂
- Balance à peser.
- Réacteur DCO.
- Incubateur de la DBO₅.
- Etuve MES à T°= 105°C.
- Four a moufle à T°= 500 à 600 : Pour mesures les MES.

III.4. Analyses réalisées par le laboratoire de la station d'épuration de Tlemcen :

III.4.1. Les paramètres de pollution :

Les facteurs qui peuvent « modifier la composition » et « l'état des eaux » sont nombreux et constituent autant de pollutions élémentaires. Il peut y avoir dans variations :

○ de caractéristiques physiques:

- Matières en suspension
- Température
- Conductivité
- Couleur
- Radioactivité

○ de caractéristiques chimiques:

- Apports de matières solubles, organiques ou minérales

○ de caractéristiques organoleptiques :

- goût couleur

Pour évaluer le niveau de pollution des eaux de la station d'épuration sur l'environnement une série d'analyses ont été effectuées

Ces analyses ont portées sur :

DCO : Etant donné la diversité des corps organiques contenus dans une eau résiduaire, la connaissance de leur nature ne serait d'aucune utilité pour l'épuration biologique.

L'oxydation du glucose répond à la relation :



L'oxydation chimique représente l'enveloppe de tout ce qui est susceptible de demander de l'oxygène, en particulier les sels minéraux oxydables (sulfures, sulfites, hyposulfitessels) métalliques de valence inférieure et la majeure partie des composées organiques.

DBO5 : La demande biochimique en oxygène (DBO) est la quantité d'oxygène consommée dans des conditions d'essai (incubation à 20°C et à l'obscurité) pendant un temps (5 jours) pour assurer par voie biologique ,l'oxydation de certaines matières organiques contenues dans l'eau et qu'on appelle les matières biodégradables.

MES :

Cette matière est obtenue par les différences entre le poids des matières totales et des matières décantables (matière qui se déposent après un temps de repos de deux heures) donne le poids de matière colloïdale en suspension.

O₂ dissous :

C'est probablement le facteur le plus importante de maintien de la pureté des eaux par auto-épuration. En l'absence d'oxygène, il y a bien prolifération de bactéries anaérobies mais le résultat de leur métabolisme conduit à des produits nocifs.

CHAPITRE IV

Présentation du périmètre a irrigue

Chapitre IV : Présentation du périmètre a irrigue

IV.1. Situation géographique : (voir figure N°IV.1)

Le grand périmètre d'irrigation TAFNA ISSER et HENNAYA est caractérisé par une superficie exploitable d'environ 10.000ha, il composé de cinq entités géographique distinctes qui sont:

1. La haut et moyenne Tafna
2. La basse Tafna.
3. La confluence de Tafna Isser.
4. La vallée de l'oued Tafna Isser.
5. Le périmètre du plateau de Hennaya.

Le périmètre de Hennaya se situe à 15 km au nord de la ville de Tlemcen, limité au sud par l'agglomération de Hennaya, à l'ouest par l'oued Chabet, à l'est par l'oued Sikkak et au Nord par les berges de l'oued Isser et l'agglomération Remchi.

L'alimentation de ce périmètre est assurée par la STEP de Tlemcen réalisée en 2006, cette dernière est située au Sud Ouest du périmètre à une distance d'environ 5Km.

Les terrains qui forment ce périmètre sont caractérisés par le fait qu'ils sont fortement plats avec une pente régulière de 1.7% dirigés vers le nord, et une altitude qui varie entre 390,00 et 320,00m.

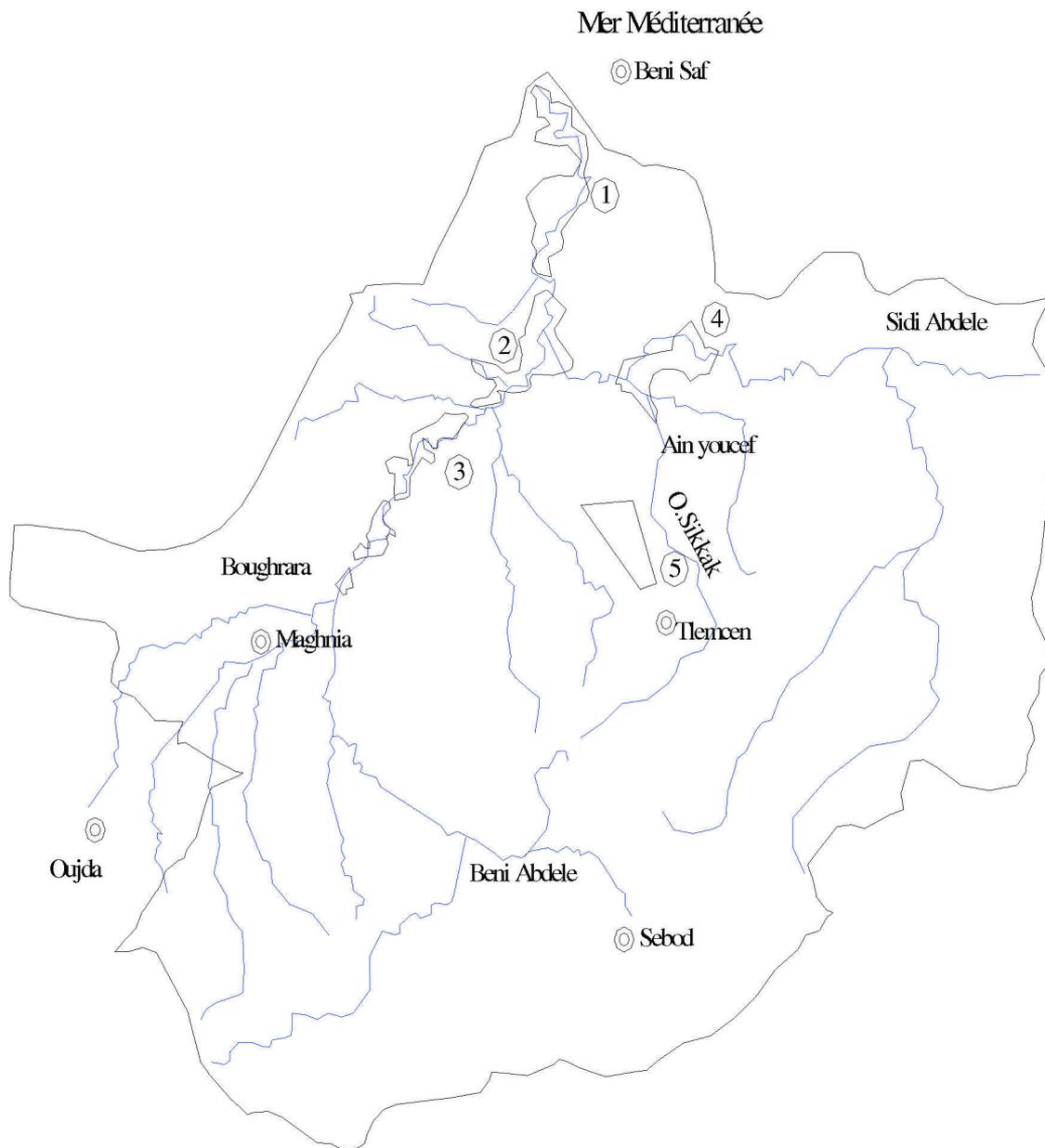
IV.1.1. Réseau routier :

Le réseau routier au niveau de la zone Tafna Isser Hennaya est bien réparti dans son ensemble, il est principalement composé de chemins de wilaya ainsi que de piste, ces dernières traversent le périmètre et le relie aux routes nationale telles que la RN 22 reliant Tlemcen et Oran, et la RN 35 reliant Maghnia à Remich (Tlemcen).

Le plateau de Hennaya est délimité quand à lui au Nord par une piste reliant le village de Hennaya au village de Ain youcef, à l'Est par la RN 38 et à l'Ouest par RN 22 reliant Tlemcen à Oran.

Figure N°IV.1

IDENTIFICATION DU PERIMETRE TAFNA ISSER ET HENNAYA



Legende

- ① Basse Tafna
- ② Confluence de Tafna
- ③ Haute de moyenne Tafna
- ④ Vallée de Isser
- ⑤ Plateau de Hennaya
- Oueds
- Limites Bassins

IV.1.2. Réseau hydrographique :

Le réseau hydrographique du périmètre de Hennaya, est relativement peu développé. L'oued principal qui coule toute l'année est l'oued Sikkak, on trouve aussi au niveau de cette zone nombreux ravins qui sont alimentés en eau seulement pendant la saison des pluies. Sur ces derniers sont réalisés un ensemble de petites retenues collinaires dont la plus grande partie est envasées soient abandonnées par leurs propriétaires.

D'autre part il y'a lieu de signaler du bassin versant Tafna isser et Hennaya, il existe plusieurs barrage en exploitation qui sont :

- Beni-Bahdel : Sur l'oued Tafna.
- Sidi-Abdelli : Sur l'oued Isser.
- Mefrouch : Sur l'oued Sikkak.
- Hammam-Bouhrara.
- Ain-Youcef : Sur l'oued Sikkak, il est le plus proche du périmètre de Hennaya.

IV.2. Etude climatologique:

Dans l'aménagement d'un périmètre irrigué, l'étude climatologique revêt une importance capitale, car le climat est un facteur qui est déterminant pour le choix des cultures ainsi que pour l'estimation des doses d'irrigation nécessaires.

Cette étude va nous permettre de déterminer le climat de la région où se situe notre périmètre. Pour cela nous allons nous intéresser à un ensemble de phénomènes météorologiques qui conditionne l'évolution de ce dernier.

Parmi ces phénomènes météorologiques on peut citer : les précipitations ; les variations de température, l'évapotranspiration, le vent, l'humidité relative.....etc.

IV.2.1. Pluviométrie moyenne mensuelle:

La station pluviométrique représentative de la zone d'étude est la station de Bensekrane, parce que la différence d'altitude entre la station et le périmètre n'est pas très importante.

Les résultats ainsi obtenus sont résumés dans le tableau

Tableau N°IV.1 : pluviométrie moyenne mensuelle et interannuelle (mm)
Station de Bensekrane.

Nom de la station	Mois												Moyenne Interannuelle mm
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
Bensekrane 1973-2004	17.1	27	49.55	46.44	44.86	55.51	59.77	50.57	35.88	5.83	2.22	4.18	398.894

Avec une pluviométrie moyenne d'environ 399 mm par an, on peut dire d'ores et déjà que la zone souffre d'un déficit en eau important, et que l'irrigation sera une nécessité absolue.

Une analyse plus poussée des données nous permet de distinguer les saisons suivantes :

- La saison pluvieuse : cette saison dure 6 mois elle va du mois de Novembre jusqu'à mois d'Avril, pendant cette période nous enregistrons 77% des précipitations totales annuelles avec des maxima réparties entre Décembre et Mars.
- La saison moyennement pluvieuse : cette saison dure 2 mois la trouve au début de la saison sèche (Mars), ainsi qu'à la fin de cette dernière (Octobre).

- La saison sèche : cette saison dure 4 mois elle va du mois de Juin jusqu'à au mois de Septembre, on enregistre pendant la période allant de mois de juillet au mois d'Août des minimale qui peuvent atteindre les 1% des pluies annuelles.

IV.2.2. Températures moyennes mensuelles :

Pour les températures, nous nous sommes référés aux données se la station de Tlemcen Zenâta (160703), d'une durée de 29 ans. Pour une période allant de 1967 à 1996.

Les résultats obtenus au niveau de cette station sont résumés dans le tableau

Tableau N° IV.2 : Récapitulatif des températures moyenne mensuelle et annuelles (C°).
Station Tlemcen Zenâta (160703)

Nom de la station	Mois											Moyenne annuelle C°	
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J		A
Tlemcen Zenâta 1967-1996	22.63	18.47	14.39	11.04	10.18	11.27	12.71	14.61	17.68	21.25	24.86	25.55	17.05

A partir des ces résultats on peut dire :

- Le mois de janvier est le mois le plus froid avec des températures moyennes qui varient au tour de 10 C°.
- Le mois le plus chaud est le mois d'Août, avec des températures moyennes qui varient au tour des 25C°.

En ce qui concerne les écarts de températures entre l'été et l'hiver, ils sont de l'ordre de 13C° à 17C°.

IV.2.3. Insolation :

L'insolation ou l'ensoleillement peut être défini comme étant la période laquelle le soleil brille, ce paramètre a être mesuré au niveau de la station Tlemcen Zenâta (160703), sur une période de 29 ans (1967 – 1996).

Les résultats obtenus au niveau de cette station sont résumés dans le tableau.

Tableau N° IV.3 : Insolation mensuelle moyenne en heures.

Nom de la station	Mois												Moyenne annuelle C°
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
Tlemcen Zenâta 1967-1996	8.92	10.71	8.78	5.74	6.28	6.56	7.33	8.23	9.36	10.36	11.13	10.27	8.64

On lève à partir de ce tableau que l'insolation de cette région est très importante. Elle est de l'ordre de 3000 heures par an soit une moyenne de 8.64 heures par jours.

IV.2.4. Humidité relative :

C'est un élément important du cycle hydrologique contrôlant l'évaporation du sol et la couverture végétale et qui représente le degré de saturation de l'air en vapeur d'eau. Les données d'humidité relative mensuelles moyennes des différentes stations de la région sont présentées au tableau :

Tableau N° IV.4 : Humidité mensuelle moyenne (%).

Nom de la station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tlemcen Zenata (1967-1993)	73.00	71.52	69.80	67.58	66.44	62.00	60.61	60.17	63.88	67.66	69.96	73.51

Les valeurs minimales se produisent en Juillet-Août et les maximales généralement en Décembre et Janvier.

IV.2.5. Vents:

Le vent se détermine par sa vitesse et sa direction.

Les caractéristiques saisonnières, la fréquence de direction et la vitesse du vent ont été établies à partir des observation réalisées à Maghnia (1976-1984) et à Tlemcen (1975 – 1980) et de la de rose des vents tracés pour ces deux stations.

Tableau N° IV.5: Fréquence de direction et vitesse du vent.

Caractéristique	Direction	Vitesse du vent (m/s)	Remarque
Tlemcen	Nord	1 – 10	La plus faible
Maghnia	OUEST-SUD-OUEST	5 – 15	La plus forte

La vitesse moyenne maximale du vent mesurée à la station de Tlemcen est de 24 m/s, elle peut atteindre 44 m/s.

La fréquence moyenne inter-annuelle des vents par leur direction de la station de Tlemcen figure au tableau

Tableau N° IV.6 : Fréquence moyenne inter-annuelle des vents par leur direction de la station de Tlemcen.

Direction	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
Fréquence (%)	8.8	4.8	3.2	4.6	7.0	5.5	10.4	12.4

Les moyennes mensuelles des vitesses du vent moyen déterminées aux différentes stations sont données par le tableau

Tableau N° IV.7 : Vitesses du vent mensuelles moyennes (m/s)

Nom de la station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tlemcen Zenata 1967-1996	2,674	3,000	3,059	3,104	3,004	3,015	2,943	2,821	2,629	2,468	2,496	2,693
Maghnia 1967-1996	3,059	3,662	3,658	3,667	2,160	3,063	2,852	2,878	2,874	2,700	2,796	3,250

L'analyse de ce tableau montre une stabilité des vitesses tout le long de l'année, elle varie selon les stations de 2,160 m/s à 3,667 m/s.

IV.2.6. Sirocco:

Le nombre de jours de siroco dans la zone d'étude d'après le tableau **IV.8** varie de 3 à 19 jours. Le mois de Juillet et Août comptabilise le maximum de jours.

Tableau N° IV.8: Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de sirocco

Nom de la station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tlemcen Zenata	0	0	0	0	0	2	4	2	0	0	0	0

IV.2.7. Gelée :

L'analyse du tableau IV.9 montre que la gelée blanche dans la zone d'étude existe. Dans la zone de Remchi elle n'est pas fréquente, elle apparaît uniquement en janvier avec une moyenne d'une journée par an. Pour Tlemcen Zenata, ce phénomène est fréquent en hiver de novembre à avril avec un maximum qui varie de 5 à 8 jours au mois de janvier, il y a donc un grand risque de gelée surtout au mois de janvier.

Tableau N° IV.9 : Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée.

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tlemcen Zenata 1976- 1984 1994-1996	5.250	1.000	0.750	0.250	0	0	0	0	0	0	0.500	2.000

IV.2.8. Neige :

Dans le tableau N°: IV.10 nous remarquons que le nombre de jours de neige le long de la période d'observation est nul ou faible

Tableau N° IV.10: Valeurs moyennes mensuelles du nombre de jours de neige

Nom de la station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tlemcen Zenata 1976-1984	0	0,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

IV.2.9. Evaporation:

Les valeurs de l'évaporation du plan d'eau libre dans la zone d'étude sont adoptées d'après les données observées aux barrages Beni Bahdel et Meffrouch.

Les valeurs mensuelles et annuelles observées aux deux barrages pendant la période 1949 à 1989 pour Beni Bahdel et 1984 à 1997 pour Meffrouch sont comme suit :

Tableau N° IV.11 : Evaporations mensuelles et annuelles observées aux barrages Beni Bahdel et Meffrouch (mm).

Nom de la station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Beni Bahdel 1949-1989	53,5	68,3	97,1	113,2	149,6	191,3	249,4	236,0	175,4	120,2	78,1	66,9
Meffrouch 1948-1997	58,2	56,4	88,9	104,8	146,6	201,1	276,0	266,4	186,2	118,8	78,8	63,3

Agence Nationale des Barrages (ANB)

Nous remarquons que l'évaporation est importante aux mois de juin, juillet et août et elle est faible aux mois de novembre, décembre, janvier, février et mars

IV.2.10. Evapotranspiration :

Les valeurs moyennes mensuelles et annuelles de l'évapotranspiration des différentes stations dans la zone du projet sont calculées pour les stations climatiques disponibles à proximité de l'aire d'étude, selon la formule de Penman et par le programme CROPWAT de la FAO. Les résultats du calcul sont donnés dans le tableau IV.12.

L'évapotranspiration potentielle annuelle entre les stations varie entre 1155 - 1271 mm. Le maximum est atteint en mois de juillet, cependant, les mois de novembre, décembre, janvier et février enregistrent les plus faibles valeurs.

Tableau N° IV.12 : Evapotranspirations mensuelles (mm/jour) et annuelles aux différentes Stations pour la période (1967-1996)

Nom de la station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tlemcen Zenata	1.45	1.96	2.67	3.47	4.32	5.32	6.02	5.67	4.30	3.13	1.97	1.39

IV.2.11. Représentation du diagramme de Gaussen: (voir figure N° IV.2)

Dans cette représentation, les mois secs sont définis comme étant les mois où le total des précipitations exprimées en (mm) est égale ou inférieur au double des températures moyennes mensuelles exprimées en (C°). Le contraire est bien sûr valable pour les mois humides. Pour la représentation de ces graphiques on a le tableau suivant:

Tableau N° IV.13: précipitations et températures moyennes mensuelles

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P (mm)	17.1	27	49.55	46.44	44.86	55.51	59.77	50.57	35.88	5.83	2.22	4.18
T (C°)	22.63	18.47	14.39	11.04	10.18	11.27	12.71	14.61	17.68	21.25	24.86	25.55
2 T (C°)	45,26	36,94	28,78	22,08	20,36	22,54	25,42	29,22	35,36	42,5	49,72	51,1

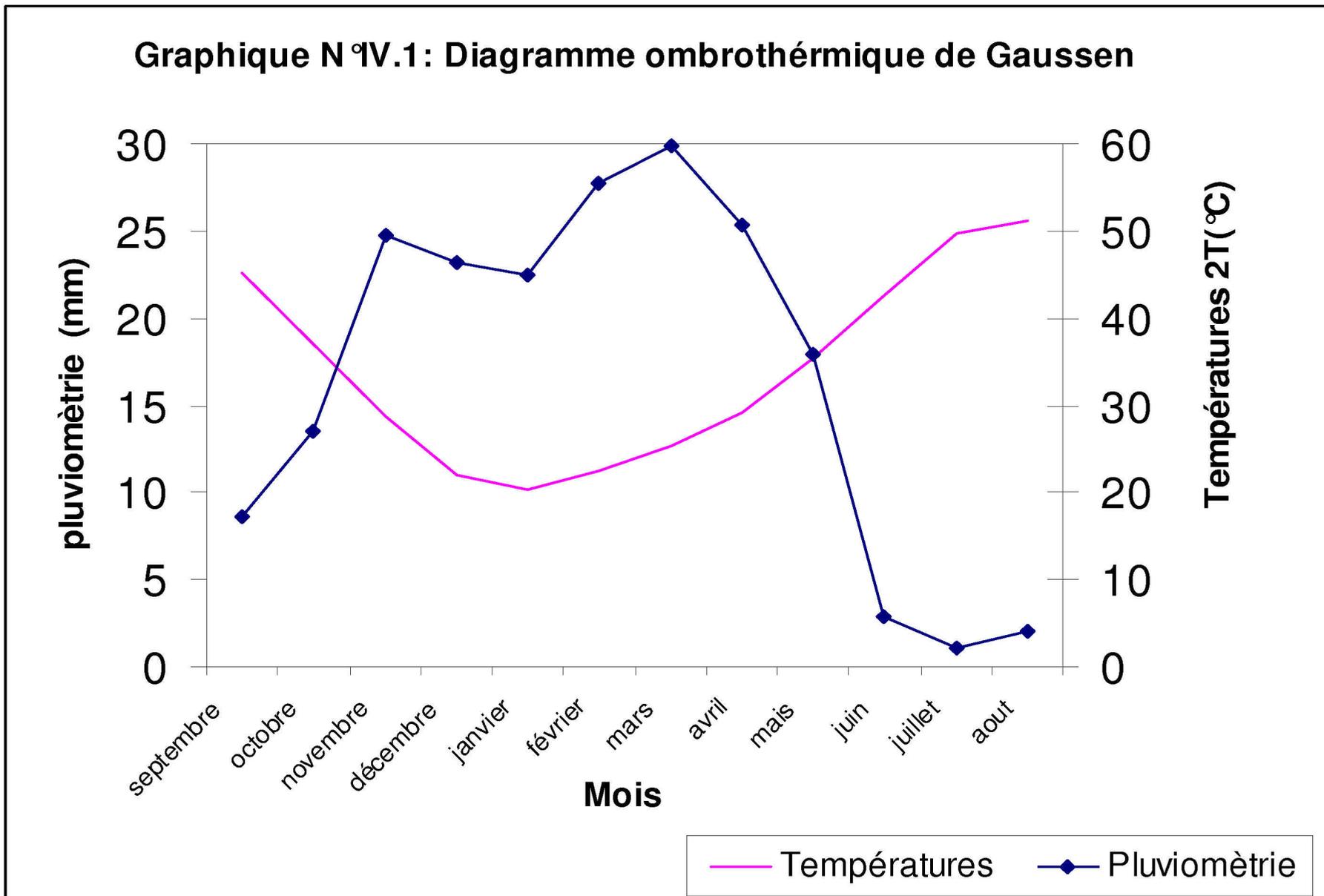
En résumé:

- **Mois sec:** $P \text{ (mm)} \leq 2T \text{ (C}^\circ\text{)}$
- **Mois humide:** $P \text{ (mm)} \geq 2T \text{ (C}^\circ\text{)}$

Avec:

P (mm): Précipitations moyennes mensuelles:.

T (C°): Températures moyennes mensuelles



Nous pouvons constater de ce diagramme que nous avons deux saisons, l'une sèche qui dure 6 mois et qui va du mois de Mai jusqu'au mois Octobre, pendant cette période l'irrigation est une nécessité absolue.

L'autre saison c'est la saison humides, cette dernière 6 mois pendant laquelle le recours à l'irrigation peut être une nécessité si on enregistre un déficit en eau.

Cette analyse confirme donc les conclusions auxquelles nous sommes arrivées après le traitement des données pluviométriques du tableau IV.1.

IV.2.12. Classification de climat :

IV.2.12.1. Classification du climat selon l'indice de MARTON:

L'indice d'aridité ou de MARTON est un paramètre qui permet la classification de climat afin de nous renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation par rapport au climat.

L'indice d'aridité est donné par l'expression :

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

Avec :

I_A : indice de MARTON

P : précipitation annuelle moyenne de la région en (mm/an)

T : température moyenne annuelle en °c

TABLEAUN° IV.14: classification de climat selon MARTON

VALEURS DE I	TYPE DE CLIMAT	IRRIGATION
$I < 5$	désertique	Indispensable
$5 < I < 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I < 20$	Sec	Souvent indispensable
$20 < I < 30$	Relativement humide	Parfois utile
$I > 30$	Humide	Inutile

Pour :

$$P = 398,894 \text{ mm}$$

$$T = 17,05 \text{ °C}$$

On aura :

$$I_A = \frac{398,894}{17,05 + 10} = 14,75$$

Selon l'indice d'aridité calculé, on constate d'après la classification ci-dessus que la région est soumise à un régime de climat Sec, ou l'irrigation Souvent indispensable.

IV.2.12.2. Classification de climat selon le diagramme d'EMBERGER:

La méthode est fondée sur un diagramme dressé par EMBERGER qui nous renseigne sur le type de climat, ainsi que la nature d'hiver dominant d'une région. Le quotient d'EMBERGER que nous avons projeté sur le diagramme bioclimatique est le suivant :

$$Q = \frac{1000 * P}{\frac{M + m}{2} (M - m)}$$

Avec :

P : précipitation moyenne annuelle de la région (mm)

M : température moyenne maximale du mois le plus chaud en (K°)

m : température moyenne minimale du mois le plus froid en (K°)

Pour :

$$P = 398,894 \text{ mm}$$

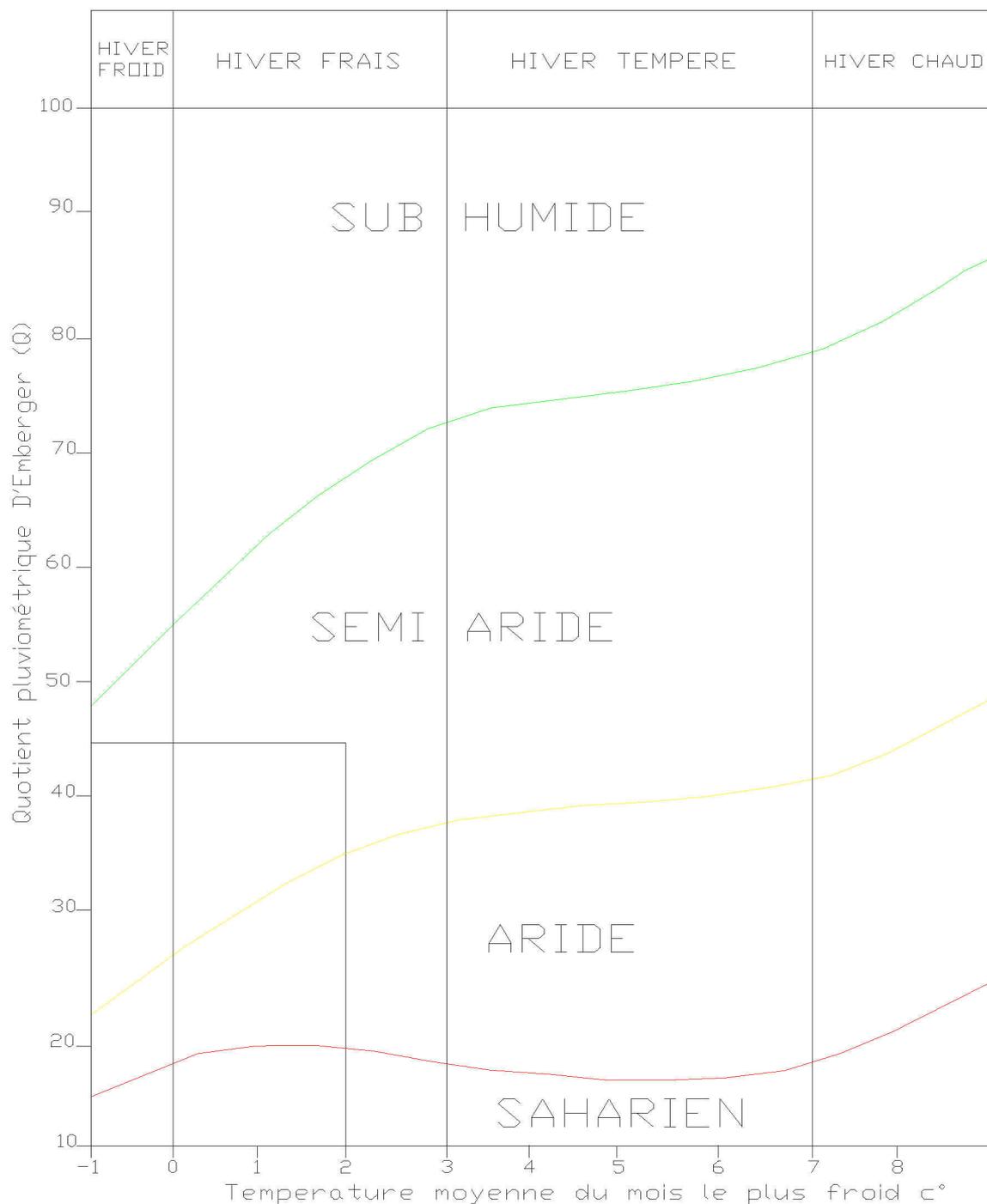
$$M = 30.6 + 273 = 306.6 \text{ K}^\circ$$

$$m = 1.8 + 273 = 274.8 \text{ K}^\circ$$

On aura :

$$Q = \frac{1000 * 398.894}{\frac{306.6 + 274.8}{2} (306.6 - 274.8)} = 43.15$$

Figure N°IV.2
Diagramme bioclimatique d'Emberger



D'après avoir ces valeurs dans le diagramme bioclimatique d'Emberger nous pouvons conclure que le climat région est un climat semi aride à hiver frais.

IV.3. Etude hydrologique :

An niveau de cette étude nous allons faire une analyse fréquentielle des précipitations afin de définir la probabilité d'occurrence d'une valeur théorique à partir des relevés pluviométriques sur un nombre assez long en admettant que chaque événement pluvieux prend une valeur indépendante et aléatoire lors de sa réalisation.

Cette analyse permettra de déterminer la hauteur de pluie qu'on est sur de dépasser avec une probabilité donnée. Pour les projets d'irrigation, on adopte généralement les probabilités de dépassement de 4 années sur 5 soit une fréquence de 80%.

Pour cela nous aurons dans un premier temps à faire le choix de la probabilité qui sera susceptible de s'ajuster d'une manière adéquate à notre échantillon, ce qui aura pour but d'ajuster d'une loi théorique de répartition des fréquences connues a la droite ou à la courbe expérimentale des fréquences de échantillon.

Dans un second temps aurons à estimer analytiquement ou graphiquement la valeur que prendra un événement quelconque pour une probabilité donnée et ce à partir de la loi ajustée.

Mais avant tout il y'a lieu de vérifier la fiabilité des données pluviométrique qui sont à notre niveau. Pour cela nous allons nous assurer de l'homogénéité des valeurs de cette série.

IV.3.1. Homogénéité de la série pluviométrique :

La série à laquelle nous faisons allusion cette partie est la série enregistrée au niveau de la station pluviométrique de Bensekrane (160702), les valeurs de cette série sont représentées dans le tableau N°IV.1.

Cette série est caractérisée par le fait qu'elle s'étend sur une durée d'observation de 32 ans ce qui nous permettra de bien apprécier les variations de la pluviométrie au niveau de la région.

Donc comme nous l'avons précédemment dit, nous allons dans cette partie tester l'homogénéité de cette série afin de détecter et de corriger les anomalies où les valeurs erronées qui peuvent exister. Pour cela nous allons utiliser le test de Wilcoxon.

IV.3.1.1. Test de Wilcoxon : Ce test consiste à diviser la série pluviométrique d'origine en deux sous séries X et Y de telle sorte que N1 et N2 représente respectivement la taille des deux sous séries, (généralement on prend $N2 > N1$).

Nous allons par la suite classer les valeurs de la série pluviométrique d'origine par ordre croissant en prenant le soin d'attribuer pour chaque valeur son rang et le nom de la sous série à laquelle elle appartient.

Tableau N° IV.15: pluie moyennes mensuelles et annuelles observées au niveau de la station pluviométrique de Bensekrane durant la période allant de 1973 à 2004.

Année	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	Annuel
1973	28,9	5,3	13,1	96	1,4	126,5	214,2	84,6	0	3,2	0	0	573,2
1974	18,4	35	19,3	0	9,5	69,1	96,5	279,3	57	6,8	0	11,3	602,2
1975	22,2	4,7	99,3	9	45,2	89,5	31,5	137,5	80,7	15,4	7,6	15,8	558,4
1976	36,7	65,2	26,9	64,5	102,5	36	41,8	7,2	46,3	4,2	12,5	14,6	458,4
1977	0	26,8	110,3	16,2	70,1	11,8	38,2	79,2	27,2	0	0	0	379,8
1978	0	66	47	12,5	23,1	142,7	38,8	25,8	16,9	2,2	5,4	0	380,4
1979	20,9	74,2	79,3	64,4	9,3	74,3	104,8	29,8	15,3	0	0	0,6	472,9
1980	16	31,4	40,2	204,3	18,7	73,4	53,6	60,8	10,7	47,6	0	2,5	559,2
1981	6,4	0,4	0	16,4	24,4	55	1,3	67,7	41,9	5,5	0	10	229
1982	1,2	22,2	0	51,5	0	23,7	16,1	10,3	11,7	0	0,7	0,5	137,9
1983	0	0	15,3	77,3	44,7	39,8	29,9	12,6	88,1	3,2	0	0	310,9
1984	10	1,1	107,2	28,4	45,2	20,3	54	21,4	51,7	0	0	0	339,3
1985	9,8	0,8	55	45	79,9	86,3	76,9	40,2	2,5	8	0	6,8	411,2
1986	28,3	30,2	87,1	35,9	36,5	146,9	18,6	2,2	12,5	2,4	25,7	6,9	433,2
1987	4,7	34,4	26,1	30,8	25,3	31,6	7,1	28,9	28,9	7,7	0,9	0	226,4
1988	17,8	11,1	44,8	8,5	19,1	23,4	178	35,9	26,1	5,2	2,1	12,6	384,6
1989	10,2	6	15,8	38,3	144,9	0	25	65,8	16,7	5,2	3	0,3	331,2
1990	17,5	10,5	41	80	36,9	65,7	158,9	4,9	23	0	0	0,5	438,9
1991	31,1	42,2	13,9	32,7	15,6	21,7	101,7	83,3	124	30,9	1	1,4	499,5
1992	0,6	19,1	33,5	21,2	0	70	16,6	71,5	88,5	0	0	1	322
1993	9	2	71,3	3,5	100,3	57,4	6,2	19,3	22,2	0,2	5,6	0	297
1994	36,9	30,8	33,2	13,5	28,7	68,2	176,9	15,1	1,1	9	0	3,2	416,6
1995	12,3	32,3	19,8	63,8	75,2	94,8	100,4	41,5	46,3	5,3	3,1	3,6	498,4
1996	36,1	39,8	0,8	32,3	102,3	0	0,2	148	14,3	3,7	0,6	12,1	390,2
1997	78,7	38,5	57,6	67,3	30,1	44,5	45,3	23,2	77,8	0,4	0,6	0,7	464,7
1998	13,9	6,5	47,5	11	107,8	69,6	93,6	0	0	2,3	0	0	352,2
1999	26,9	24,9	73,9	74,7	0	0	4,8	11,4	38,5	0	0	0	255,1
2000	14,4	77,2	69	39,5	65,7	48,4	6,9	4	9,2	4	0,8	0	339,1
2001	25,2	38,6	150,8	30,7	1,8	7,3	27	121,7	75,1	1	0	28,2	507,4
2002	0	21,8	97	20,4	104,6	84,9	16,8	28,8	13,8	3,1	0	0,1	391,3
2003	8,9	33,2	53,9	108,4	45,3	23,2	75,5	37,3	75,2	9	1,2	0,6	471,7
2004	4,1	31,7	35,6	88	21,3	70,3	55,5	19,1	4,9	1,1	0,2	0,5	332,3
Moyennes	17,1	27	49,55	46,44	44,86	55,51	59,77	50,57	35,88	5,831	2,219	4,181	398,9

Une fois que ces opérations sont terminées nous allons passer au test de Wilcoxon selon lequel une série est homogène avec une probabilité de 95% si :

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

Avec :

W_x : Somme des rangs de la sous série X.

$$W_{\min} = \left[\frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} - u_{1-\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{2}} \right]$$

$U_{1-\alpha/2}$: représente la valeur de la variable centrée réduite de Gauss correspondant à une probabilité de $1-\alpha/2$

$$W_{\max} = (N_1 + N_2 + 1)N_1 - W_{\min}$$

Après l'application nous avons obtenu les résultats suivants :

- $N_1 = 15$
- $N_2 = 17$
- $W_x = 257$
- $W_y = 271$
- $W_{\min} = 103.86$
- $W_{\max} = 391.14$

Conclusion :

A partir des résultats ainsi obtenus nous constatons que le test de Wilcoxon selon lequel une série est considérée comme étant homogène avec une probabilité de 95% que si la somme des rangs de la sous série x (W_x), est comprise entre les valeur W_{\min} et de W_{\max} .

Ce qui dans notre cas est vérifié, donc pour conclure on peut dire que notre série est homogène.

Après avoir vérifié l'homogénéité de notre série, il faudra choisir une loi de probabilité susceptible de s'ajuster d'une manière à notre échantillon. C'est à partir de loi, que l'on pourra estimer analytiquement ou graphiquement la valeur de la pluie moyenne annuelle d'une fréquence 80% avec une période de retour 5 ans, valeur à partir de laquelle nous pourrons estimer la pluie moyenne mensuelle de fréquence 80% sur la même période de retour.

IV.3.2. Choix de la loi d'ajustement :

Pour ce choix nous sommes basés sur la comparaison entre les différentes courbes d'ajustement. Il s'est avéré que l'ajustement à la loi de Gauss le plus juste.

IV.3.3. Ajustement à la loi de Gauss:

La loi de Gauss est une loi qui admet la fonction ci-dessous comme fonction de répartition

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du$$

Avec :

$F(x)$: fonction de répartition

U : variable réduite de Gauss cette variable est donnée par la formule ci-dessous

$$u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

A partir de cette formule nous donnons la variable réduite de Gauss, on peut obtenir l'équation de la droite d'Henri, qui correspondent à une valeur donnée de la fréquence.

Equation de la droite d'Henri :

$$x = \bar{x} + \sigma u$$

Avec : \bar{x} : La moyenne arithmétique.

σ : L'écart type.

IV.3.4. Procédure d'ajustement à la loi de Gauss:

Dans notre cas nous avons une série de 32 valeurs pluviométrique, qui doivent être ajustées à une loi théorique à savoir la loi de Gauss (loi normale), afin de déterminer les précipitation en période sèche « P » qui correspondent à la fréquence $P_{\%}=80\%$. Pour cela nous devons suivre les étapes ci-dessous :

Calcul des caractéristiques de l'échantillon à savoir :

$$\text{La moyenne arithmétique : } \bar{x} = \sum \frac{x_i}{n}$$

$$\text{L'écart type : } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\text{Le coefficient de variation : } c_v = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

$$\text{La variable réduite de Gauss : } u = \frac{x - \bar{X}}{\sigma}$$

Avec : M : Numéro d'ordre.

N : Numéro d'années d'observation.

Pour faire l'ajustement nous avons utilisé le logiciel « Hydrolab » développé à l'université de Nice (France) par le C.N.R.S (Centre Nationale De Recherche Scientifique) ce logiciel nous a permis de tracer le graphique d'ajustement et de déterminer les principales caractéristiques de la série pluviométrique. Les résultats sont résumés dans le tableau

Tableau N° IV.16: Récapitulatif des caractéristique de la série pluviométrique moyenne annuelle (mm) « station de Bensekrane (167002) ».

Récapitulatif des caractéristique de la série	
Minimum	2.22
Maximum	59.77
Moyenne	398.9
Ecrat-type	108.86
Coefficient de variation (Cv)	0.30
Coefficient d'asymétrie (Cs)	0.22

Tableau N° IV.17 : résultats d'ajustement interannuels à la loi normale de Gauss.

Taille n=	32	Moyenne=398,89375						
		Ecart-type=108,859667			I.C. à (en%)=80		U Gauss=1,2817	
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
573,2	137,9	1	0,0156	-2,154	137,9	164,375408	112,066615	204,327212
602,2	226,4	2	0,0469	-1,676	226,4	216,411417	172,344799	250,862872
558,4	229	3	0,0781	-1,418	229	244,524787	204,608084	276,307645
458,4	255,1	4	0,1094	-1,230	255,1	264,996183	227,918024	295,019156
379,8	297	5	0,1406	-1,078	297	281,592419	246,675754	310,328367
380,4	310,9	6	0,1719	-0,947	310,9	295,83564	262,656668	323,584386
472,9	322	7	0,2031	-0,830	322	308,503544	276,766014	335,47833
559,2	331,2	8	0,2344	-0,724	331,2	320,05183	289,532841	346,416565
229	332,3	9	0,2656	-0,626	332,3	330,773393	301,295988	356,661473
137,9	339,1	10	0,2969	-0,533	339,1	340,869826	312,287574	366,394744
310,9	339,3	11	0,3281	-0,445	339,3	350,487669	322,675281	375,749495
339,3	352,2	12	0,3594	-0,360	352,2	359,738491	332,585756	384,8281
411,2	379,8	13	0,3906	-0,277	379,8	368,710863	342,118519	393,712843
433,2	380,4	14	0,4219	-0,197	380,4	377,477929	351,354734	402,472704
226,4	384,6	15	0,4531	-0,118	384,6	386,102499	360,363058	411,167958
384,6	390,2	16	0,4844	-0,039	390,2	394,640677	369,203749	419,853506
331,2	391,3	17	0,5156	0,039	391,3	403,146823	377,933994	428,583751
438,9	411,2	18	0,5469	0,118	411,2	411,685001	386,619542	437,424442
499,5	416,6	19	0,5781	0,197	416,6	420,309571	395,314796	446,432766
322	433,2	20	0,6094	0,277	433,2	429,076637	404,074657	455,668981
297	438,9	21	0,6406	0,360	438,9	438,049009	412,9594	465,201744
416,6	458,4	22	0,6719	0,445	458,4	447,299831	422,038005	475,112219
498,4	464,7	23	0,7031	0,533	464,7	456,917674	431,392756	485,499926
390,2	471,7	24	0,7344	0,626	471,7	467,014107	441,126027	496,491512
464,7	472,9	25	0,7656	0,724	472,9	477,73567	451,370935	508,254659
352,2	498,4	26	0,7969	0,830	498,4	489,283956	462,30917	521,021486
255,1	499,5	27	0,8281	0,947	499,5	501,95186	474,203114	535,130832
339,1	507,4	28	0,8594	1,078	507,4	516,195081	487,459133	551,111746
507,4	558,4	29	0,8906	1,230	558,4	532,791317	502,768344	569,869476
391,3	559,2	30	0,9219	1,418	559,2	553,262713	521,479855	593,179416
471,7	573,2	31	0,9531	1,676	573,2	581,376083	546,924628	625,442701
332,3	602,2	32	0,9844	2,154	602,2	633,412092	593,460288	685,720885

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0,2	-0,841	307,2930521	275,4223493	334,3372292	307,2930521	0,200	1,3
0,5	0,000	398,893761	373,5785412	424,2089813	389,893761	0,467	1,9
0,8	0,841	490,494448	463,450271	522,365151	490,494448	0,800	5,0

Conclusion :

Nous remarquons sur le graphique VI.1ci-dessous que toutes les valeurs observées sont toutes très proche de la droite d'ajustement (droite d'Henri). Ce que signifie que nous avons une bonne corrélation et que la loi d'ajustement considérée est bonne.

Pour ce qui est de l'estimation de la pluviométrie moyenne mensuelle représentative de la zone, nous allons nous référer à l'année sèche de fréquence 80%. Avec une période de retour de 5 ans. Pour cela nous allons utiliser la formule ci-dessous.

$$P_{i.moy.80} = \frac{P_{sec,80}}{P_{moy}} * P_{i.moy}$$

Avec :

$P_{i.moy.80\%}$: pluie moyenne du mois « i » avec une fréquence de 80%.

$P_{i.moy}$: moyenne de pluies du mois « i » sur une période de 32 ans.

$P_{sec.80\%}$: pluie annuelle estimée pour une fréquence de 80% ($P_{sec.80\%}=490.5$)

P_{moy} : pluie annuelle pour les 32 ans ($P_{moy}=398.9$).

Tableau N° IV.18 : la pluie moyenne mensuelle de fréquence 80% pour une période sèche (zone de périmètre de Hennaya).

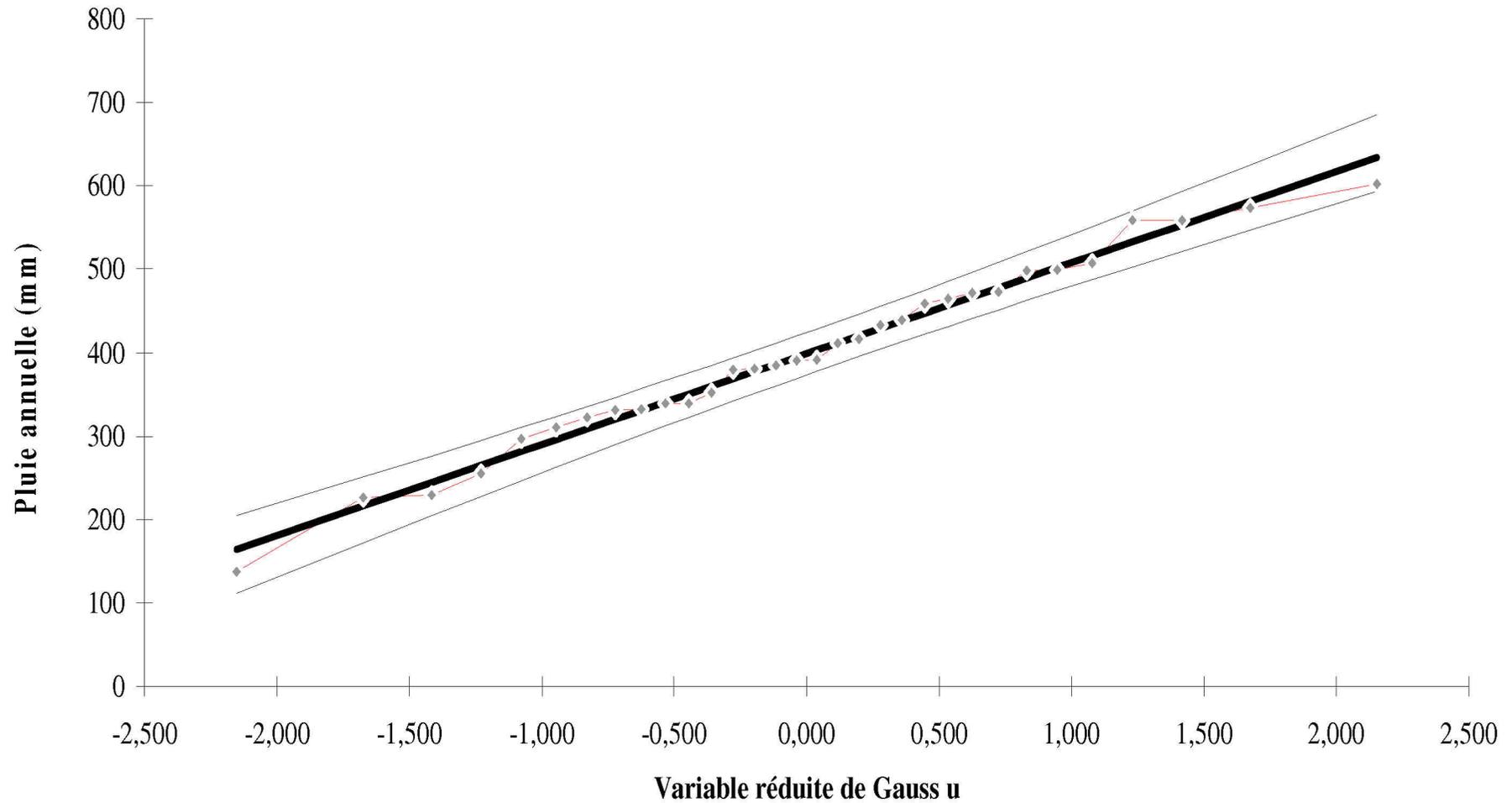
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$P_i 80\%$ (mm)	21,023	33,2	60,92	57,1	55,16	68,26	73,49	62,19	44,12	7,17	2,728	5,141

Résumé :

La pluie annuelle de fréquence de 80% :49.49 mm/an.

La pluie moyenne mensuelle de fréquence de 80% : mm/mois

**Graphique N°VI.2 : Graphique d'ajustement d'une loi normale aux pluies moyennes annuelle
Station de Bensekrane (160702)**



Conclusion :

A partir de cette étude climatologique, Nous pouvons conclure qu'au niveau de la zone où se situe notre périmètre, règne un climat semi aride à hiver frais, ce climat est caractérisé par deux saisons dominantes. La première c'est la saison humide (pluvieuse) qui commence à partir du mois de Novembre et qui dure pratiquement jusqu'au mois d'Avril, pendant cette période nous enregistrons 77% des précipitations totales annuelle. La deuxième saison c'est la saison sèche qui commence du mois Mai et qui dure jusqu'au mois d'Octobre.

Avec une pluviométrie moyenne d'environ 399mm par an, l'irrigation sera un moyen auquel nous devront faire appel de manière récurrente afin de palier au déficit en eau qu'enregistre la région.

En fin nous allons terminer la conclusion de ce chapitre en attirant l'attention sur l'existence de certains risque liés au climat qui peuvent influencer négativement sur les rendements prévus s'il ne sont pas pris en considération lors de l'élaboration du projet parmi ces risques nous pouvons citer le risque lié à la gelée qui est fréquente en hiver surtout pendant le mois janvier ou nous enregistrons des fréquente qui varient entre 5et 8 jours par an. On doit aussi attirer l'attention sur le risque lié au sirocco qui souffle au niveau de région avec une moyenne annuelle de 8 jours principalement pendant la période la période estivale.

CHAPITRE V

Etude géologique hydrogéologique et pédologique du plateau de Hannaya.

Chapitre V :

Etude géologique hydrogéologique et pédologique du plateau de Hannaya.

Cette étude a été faite dans le but de nous informer des principales caractéristiques Physico-chimique et morphologiques du sol et du sous sol du plateau de Hennaya. La connaissance de ces caractéristiques est très importante, car c'est sur la de ces dernières que nous allons faire la choix des culture, et la choix du système d'irrigation à projeter.

V.1. Caractéristiques Géologique du plateau de Hennaya :

Le périmètre de Hennaya est caractérisé par une pente faible qui est dirigée vers le Nord, à sa base il est constitué de marne helvétique qui est recouverte de formation alluvionnaire du quaternaire. A sa surface s'est formée une croûte calcaire dure carbonatée.

Actuellement les formes du périmètre sont principalement dues à l'activité des oueds venant du Sud dont le rôle principal est dévolu à l'oued Sikkak. En prenant comme référence le lit de cet oued. Actuellement le périmètre occupe la quatrième terrasse qui est caractérisée par un relief plat à faiblement ondulé, cette terrasse est formée d'alluvions qui ont subi une évolution partielle au cour de laquelle s'est formé une croûte dure et carbonatée d'une épaisseur variant entre 30 et 70 cm. C'est sur cette terrasse que se sont développés les sols bruns rouges.

L'existence de deux autres oueds de moindre importance que le Sikkak, à savoir l'oued de Hennaya et l'oued de sidi Kanoun, ont grâce à leur activités réussi à influencer la géologie d'une partir du périmètre qui se situe en aval du village de Hennaya par un dépôt d'alluvions à caractère contemporain, qui sont fins sans être trop argileux, c'est sur ces terrasses que se sont formées les sols iso humiques.

En fin nous pouvons dire que le processus de formation des sols a été principalement influencé au niveau de la zone par la composition chimique de la roche mère qui est riche en carbonates, ainsi que par le climat de la région et par la durée même du processus de formation du sol.

V.2. Caractéristiques hydrogéologiques du plateau de Hennaya :

Les ressources en eau souterraines sont peu importantes dans cette région et les seules nappes que l'on trouve sont à une profondeur variant entre 10m à 30m.

V.3. Caractéristiques pédologiques du plateau de Hennaya: (voir carte pedologique)

V.3.1. Identification et classification des sols plateau de Hennaya :

D'après l'étude pedologique qui a été faite par l'E.N.HYD (Entreprise Nationale des études Hydraulique), et selon la classification française qui subdivise les sols en classe, sous classe et en groupe sur base du degré d'évolution du profil, du type d'humus. L'existence de certains facteurs qui influencent l'évolution du sol telle que la présence d'eau ou de sel soluble dans le sol. Il a été cartographié trois principes classes de sols qui sont :

❖ **Les sols à sesquioxydes de fer:** ce sont des sols qu'on trouve principalement à l'Ouest du plateau, ou il forme une large plage mitoyenne avec les sols marrons et calcimagnésiques. Ces sols sont reconnaissables grâce à leur couleur rouge ocre qui due à l'oxydation du fer.

❖ **Les sols calcimagnésiques carbonatés :** ce sont qui caractérisés par trois groupes importants qui sont :

- Les rendzines modales : ces sont des qui se situent au sud du plateau, le long de limite et aux village de « Taaounia », ces sols caractérisés par leur faible profondeur P qui est en général inférieur a 35cm, au fond on trouve encroûtement calcaire, avec quelque débit à la surface.
- Les sols bruns calcaire ou à encroûtement calcaire : ce sont des sols identique aux sols modaux sauf qu'il sont situés sur des niveaux limitants (croûte, écroûtement, et conglomérats).
- Les sols bruns calcaire et modaux : ce sont les sols plus représentatifs avec les sols à sesquioxyde de fer, ces dernier forment de larges plages à l'Este du périmètre, ils sont caractérisés par une profondeur relativement plus importante et qui peut aller jusqu'à 120cm

❖ **les sols iso humiques marrons encroûtés :** les sols iso humiques marrons sont des sols à complexe saturés principalement en Ca. Ces sols sur des croûtes qui se situent à différents niveaux, ce qui limite le des aptitudes culturales surtout les cultures arboricoles.

V.3.2. Etude des caractéristiques physico-chimiques :

A fin de mieux apprécier les caractéristiques pédologiques de plateau de Hennaya. Il a été procédé à l'implantation de fosses d'observation, dont la profondeur varie suivant les contraintes rencontrées sur site (existence ou non de croûte, ou d'encroûtement calcaire), ces profondeurs varient en général entre 35cm et 1.6m.

Nous avons choisi au niveau de chacune des trois classes de sols qui composent la périmètre de Hennaya, un profil type que nous avons étudié afin de déterminer ces caractéristiques pour cela on a pris en considération les paramètres suivants :

- la texture et la structure du sol.
- Le taux de calcaire actif.
- Les taux de matière organique (MO) et autres éléments fertilisants.
- La conductivité électrique (CE).

Les résultats de cette étude sont résumés dans le tableau N°:V.2.

V.3.2.1. La texture et la structure du sol :

On entend par le mot « texture » du sol, la répartition de la taille des éléments granulométriques qui le constitue. L'utilisation de ce paramètre comme critère de classification des sols repose sur une subdivision de la gamme des diamètres apparents en intervalles, ce qui va former ainsi une échelle dite « échelle texture » et un triangle dit « triangle textural ».

La différenciation entre ces deux méthodes de classification réside dans le fait que la deuxième méthode (triangle textural), est principalement utilisée pour couvrir trois intervalles, représentant les plus fines (dont $\phi \leq 2 \text{ mm}$). On aura alors les argiles ($\phi < 0.002 \text{ mm}$), les limons ($0.002 \text{ mm} < \phi < 0.05 \text{ mm}$), et les sables ($0.05 \text{ mm} < \phi < 2 \text{ mm}$).

Dans notre cas c'est la méthode du triangle texture qui a été retenue, car cette méthode prend principalement en compte la classification selon le pourcentage des particules fines qui conditionne en grande partie les propriétés des sols.

En fin nous pouvons dire que le mode d'agencement des différents éléments granulométriques qui constitue le sol représente la structure de ce dernier.

Et d'après ce qui a été observé au niveau des profils, nous pouvons dire que la structure de sol est bonne en général variant de grumeleuse en surface, à polyédrique

fine en profondeur. Il est à signaler qu'on ne trouve rarement de structure grossière au niveau de la d'étude (voire tableau N°: V.2)

V.3.2.2. Caractéristiques hydrodynamiques du plateau de Hennaya :

Une dizaine de station de mesure hydrodynamique ont été implanté en différents endroits de la zone d'étude pour mesurer le coefficient de perméabilité « K » qui caractérise la vitesse d'infiltration d'eau dans le sol. Les paramètres de références de la densité d'implantation de ces station sont déterminés par :

- L'homogénéité du sol.
- La texture du sol (homogène, fine, moyenne).
- La non fissuration du sol.
- L'accessibilité des stations à la mesure.

L'examen des paramètres hydrodynamiques au niveau du plateau de Hennaya a démontré que dans l'ensemble, les sols possèdent des caractéristiques homogène, et qu'ils ont une perméabilité verticale moyenne dans la majorité des cas varie entre (K=1.1 cm/la à K=9.9cm/h).

Tableau N°:V.1: Classification des sols suivant leur degrés de perméabilité.

Coefficient de perméabilité « k » (cm/h)	Type de perméabilité du sol
<0.1	Sol imperméable
0.1à0.2	Sol peu ou modérément perméable
0.2à6.0	Sol moyennement perméable
6.0à12	Sol perméable
12à25	Sol très perméable
>25	Sol excessivement perméable

Le problème de drainage ne se pose par donc notre cas, surtout que la roche mère est calcaire, ce est la très perméable.

V.3.2.3. Calcaire actif (ca co3) :

Dans la nature on trouve le calcaire sous deux formes, soit sous forme de carbonate de calcium (ca co₃) à l'état grossier, dans ce cas on dit que c'est du « calcaire inactif », ou bien sous forme de carbonate de calcium toujours mais cette fois il est l'état

pulvérulent (poudreux). C'est cette forme qui nous intéresse le plus, car sous cette les particules de calcaire sont de la taille de particules d'argile ou de limons, ce qui rend facilement attaquant par les acides carboniques ou organiques qui se trouvent dans le sol.

L'existence de calcaire actif dans le sol à un certain taux (supérieur à 12%) peut être considéré comme un facteur limitant essentiellement dans la détermination des aptitudes culturale du sol, car cet élément peut causer le blocage de l'assimilation du fer par certaines plantes, ce qui entraîne un jaunissement des feuilles, et une fragilité. Les résultats des différentes mesures sont résumés dans le tableau N°:V.2.

V.3.2.4. Matière organique et élément fertilisants :

Dans cette partie nous allons déterminer l'existence ou non de matière organique ainsi

que d'autres élément fertilisants tel que l'azote au niveau des différents profils réalisés.

Les résultats des différentes analyses sont résumés dans le tableau N°:V.2.

V.3.2.5. La conductivité électrique CE :

La mesure de la conductivité électrique va nous permettre de déterminer la salinité du sol.

Les mesures ont été faites sur extrait de pâte saturé à une température de 25C°.

Les résultats des différentes analyses faites au niveau des divers fosses sont résumées dans le tableau N°:V.2.

Tableau N°V.2: Résultats analytiques des Analyses précédemment faites au niveau des différents sols.

N° profils	profondeurs Cm	Granulométries %			texture	Matières organiques				Réserves minérales				PH	CE mmhos/cm	Classe des sols
		A	Lf + Lg	Sf + Sg		Mo %	C ‰	N ‰	C/N	Caco ₃ Totale %	Caco ₃ Actif %	P ₂ O ₅ Totale P %	P ₂ O ₅ Assimilé (ppm)			
117	0-30	23	42	31	T.E	1.96	11.4	1.09	10	24.8	12.7	1.59	2.84	8	1.40	Sols à sesquioxyde de fer
	30-50	28	65	26	T.E	1.53	8.9	1.05	8	23.2	12.6	1.27	2.42	8	1.70	
	50-80	16	28	53.1	T.E	0.68	4	0.44	9	21.2	11.13	0.78	1.56	8	1.87	
	80-120	19	55	13	T.E	0.65	3.8	0.14	9	22.4	10.88	0.71	1.74	8	2.87	
22	0-20	29	28	11	L.A	1.89	11	1.24	9	19.53	12.27	1.65	125.95	8	3.66	Sols calcimagnésiques carbonaté
	20-50	37	12	10	L.A	1.87	10.9	1.12	10	17.43	13.52	1.58	43.51	8	1.38	
	50-90	34	25	7	L.A	1.70	9.9	0.99	10	19.53	13.88	1.49	27.48	8	1.19	
	90-120	50	22	6	A	1.25	7.3	0.79	9	17.43	13.64	1.9	22.90	8	1.59	
71	0-20	44	38	16	A	3.12	18.1	1.77	10	13	10.66	1.56	54.96	8	1.85	Sols iso humiques marron encroûtés
	20-55	49	30	19	A	2.18	12.7	1.13	11	23	11.16	1.28	27.48	8	0.93	

Tableau N°V.3 : Signification des différentes abréviations pour décrire la texture

Abréviation	Signification
A	Argile
L.A	Limon argileux
T.E	Texture équilibrée

Analyse des résultats résumés dans le tableau N°V.2:

1. la profondeur des sols peut poser problème, et elle peut être considérée comme un facteur limitant dans le choix des cultures à mettre en place. Nous remarquons que cette profondeur n'est pas importante dans la classe des sols iso humiques marron encroûtés, ceci est dû à l'existence de croûtes ou d'encroûtements calcaire.
2. nous remarquons une prédominance des textures fines au niveau des différents profils malgré cela, nous avons une perméabilité moyenne, ce qui est dû à l'existence d'une structure grumeleuse, et à l'abondance des débris calcaire ainsi qu'à l'existence d'une fraction appréciable en matière organique surtout au niveau des sols iso humiques où elle atteint les 3.12%.
3. le rapport C/N est un indicateur de la vitesse de décomposition de la matière organique : un rapport voisin de 10 indique une bonne décomposition et un maintien de la structure du sol ce qui correspond à notre cas, alors qu'un rapport supérieur à 12 indique que la matière organique se décompose rapidement.
4. la conductivité électrique CE : elle est faible car elle ne dépasse pas les 4mmhos/cm sauf au niveau de quelque les 6mmhos/cm (profil n°122). A ce niveau une restriction aux cultures sensibles aux sel s'impose même si un lessivage local peut résoudre ce problème en dissolvant les sels pour les évacuer au dessous au la zone racinaire.
5. la richesse de ces sols en carbonate de calcium (CaCO_3), à l'état actif surtout au niveau des sols calcimagnésique carbonatés entraîne :
 - une évolution de ces sols vers les milieux basique, évolution qui est confirmée par les mesures du PH faites sur les différents profils (PH=8).
 - Une perte de l'azote par drainage sous de nitrate de calcium suite à une diminution de la vitesse de déminéralisation de ce dernier.

- Une action insolubilisant envers certains éléments fondamentaux tels que le phosphore et certains oligoéléments tels que le fer, le manganèse ...etc.
- Une diminution des ions K^+ et Mg^{++} dans le complexe absorbant ce qui implique l'apparition d'un phénomène de carence.

Afin de résoudre le problème lié au calcaire actif, il sera nécessaire de maintenir une teneur en humus appréciable, et de faire des apports fréquents et répétés en engrais.

En prenant en considération tous les résultats obtenus après étude des différents profils, il a été établi une classification des sols de périmètre en fonction des normes préconisées par la F.A.O. selon cette classification on distingue 5 catégories de sol allant de I à V, suivant les contraintes à leur niveaux parmi ces contraintes nous citer :

- La profondeur du sol.
- Le taux de calcaire actif.
- La porosité.
- La perméabilité.
- la salinité.
- La texture et la structure.

Au niveau du périmètre de Hennaya, les principales que l'on retrouve sont liées à la profondeur du sol qui est très variable du fait de la présence d'une croûte ou d'encroûtement calcaire et à la texture fine à très fine qui prédomine. Quatre classes de sols ont ainsi pu être mise en évidence (de la classe II à V) ces classes de sols ont un potentiel agronomique décroissant, et sont de moins en moins apte à l'agriculture.

Vue la médiocrité des sols de la classe V. ceux-ci ont tous bonnement été exclus de l'étude d'aménagement du périmètre. Les résultats sont résumés dans le tableau N°V.4 ci-dessous. (Voire carte en Annexe n°2)

Tableau N° V.4: résultats de la classification des sols du périmètre de Hannaya établis en fonction des norme de la F.A.O

Classe de sols	Aptitudes culturales	Propriétés physico-chimiques	Contraintes	recommandations	superficie
II	Bon à moyen pour toutes les cultures : arbustives, céréalières, fourragères et maraîchères	<ul style="list-style-type: none"> • Profondeur de sol variant entre 80cm et 120cm. • la texture et limoneuse fine, limon argileux, sablo limoneuse ou limon sableuse. • $CE < 2$ mmhos/cm. • Calcaire actif compris entre 5 et 7% 	Texture fine. Texture grossière.	Labour Amendement organique et minéral. Irrigation par aspersion préconisée	95.53
III	Moyenne aptitude aux cultures, et peu apte aux cultures arbustives et industrielles	<ul style="list-style-type: none"> • Profondeur de sol variant entre 60cm et 80cm. • Texture limoneuse très fine, argilo limoneuse, argilo sableuse, et sablo limoneuse avec un pourcentage de sable plus important. • $CE < 4$ mmhos/cm 	Texture fine. Calcaire actif.	Labour Amendement organique et minéral. Drainage de surface rigole, brise vents, empierrage	295.98
IV	Faible aptitude aux cultures céréalières, fourragères et maraîchères et inapte a l'arboriculture	<ul style="list-style-type: none"> • Profondeur de sol limité (<60cm). • Texture argileuse et sableuse. • Calcaire actif >12%. • Charge caillouteuse >50%. • CE varie entre 4et6 mmhos/cm. 	croûte et d'encroûtement. Texture argileuse et sableuse. Salinité Calcaire actif. Charge caillouteuse	Labour profond. Dessalage Amendement organique et minéral. Drainage de surface rigole, brise vents, empierrage	495

Conclusion :

Le périmètre de Hennaya est caractéristique par trois classes de sols différentes. Ces classes de sols sont : les sols calcimagnésiques carbonatés les sols iso humiques marron encroûtés et les sols à sesquioxyde de fer qu'on reconnaît grâce à la couleur rouge ocre.

Pour mieux apprécier les caractéristique de ces sols, nous avons sélection et étudié une fosse d'observation au niveau de chaque classe de sols, ce qui nous a permis d'aboutir aux conclusions suivantes :

- Les profondeur des sols ne sont très par importantes, surtout au niveau des sols calcimagnésique carbonatés et des sols iso humique marron encroûtés a cause de l'existante de croûte ou d'encroûtement calcaire en profondeur.
- Une perméabilité moyenne est observée au niveau de tout le périmètre malgré la prédominance des textures fines, ce qui peut s'expliquer par la structure grumeleuse, et des pourcentages en matière organique assez importants notamment au niveau des sols iso humique marron encroûtes ou elle atteint 3.12%.
- Une vitesse de décomposition de la matière organique qui est asses bonne.
- Une CE faible dans l'ensembles du périmètre sauf au niveau de quelques endroits ou elle atteint les 4mmhos/cm

Le problème lié l'excès en calcaire actif qui peut engendrer l'apparition de symptômes de carence au niveau des cultures, et qui peut être résolu par un maintien d'une teneur en humus appréciable avec des apports fréquents en engrais.

CHAPITRE VI

Etude agro socio-économique.

Chapitre VI : Etude agro socio-économique

Cette étude a été établie dans le but d'analyser les paramètres socio-économiques, qui influencent actuellement la production agricole végétale, depuis la mise en place de la culture jusqu'à la récolte, et à l'écoulement du produit sur le marché.

Cette étude nécessite une enquête sur le terrain aux côtés des services spécialisés telles que les administrations locales, les délégations agricoles, les domaines socialistes agricoles (D.S.A), mais aussi auprès des agriculteurs.

Cette enquête a été établie par l'agence nationale du développement du territoire dans le but de définir la répartition des cultures, la disponibilité de la main d'œuvre et son âge, mais aussi les problèmes rencontrés par les agriculteurs.

VI.1. Population:

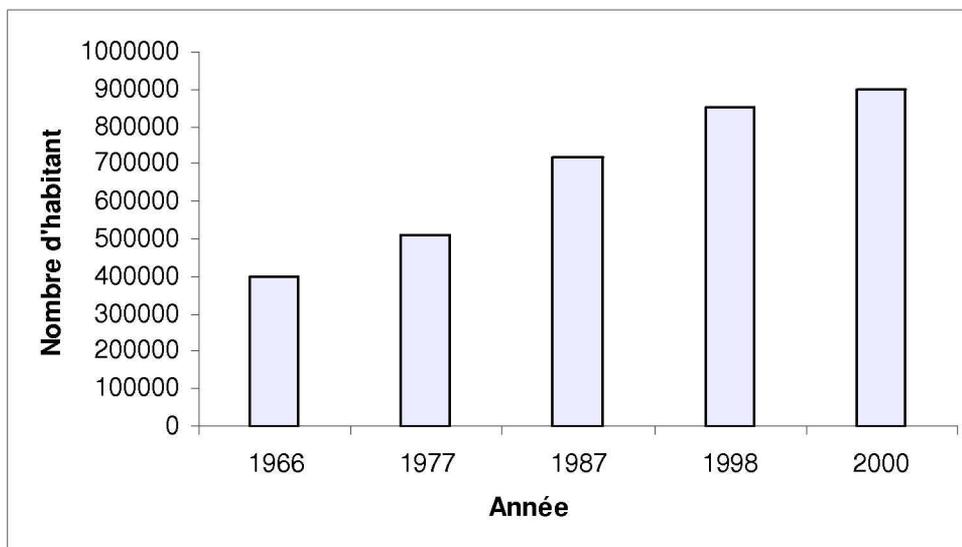
En se référant aux résultats du recensement de la population établis en 1998, il s'est avéré que la population de la wilaya de Tlemcen était de l'ordre de 842053 habitants. Cette population a augmenté pour atteindre au 31/12/2000 869427 habitants répartis sur une surface de 9017.69 Km² comme indiqué dans le tableau N°VI.1 ci-dessous.

Tableau N°VI.1: Répartition de la population par zone au niveau de la Wilaya de Tlemcen

Zone géographique	Population en 1998		Superficie en Km ²		Densité
	Total	%	Total	%	Hab/Km ²
La partie Nord	180380	21	1464.53	16	123
A zone centrale	337592	40	2726.94	30	124
La zone de Tlemcen	221421	26	426.11	5	520
Les monts de Tlemcen	77108	9	1470.61	16	52
La zone steppique	25701	3	2929.50	32	9
Total Wilaya	842202	100	9017.69	100	93

Source: plan d'aménagement de la wilaya de Tlemcen, établi par l'agence nationale d'aménagement du territoire.

L'étude des données publiées dans l'actualisation du plan d'aménagement de la wilaya de Tlemcen, établie par l'agence nationale d'aménagement du territoire en l'an 2000, met en évidence une tendance stable d'accroissement de la population, qui en 1998 était estimée à plus de 2.11 fois à celle de 1966 (voir figure N°VI.1).

Figure N°VI.1: Evolution démographique de la Wilaya de Tlemcen sur la période allant 1966 à 2000

VI.1.1. Analyse de la répartition par age:

L'analyse établie en 1998 met en évidence une tendance négative pour le groupe, qui se traduit par le changement de la structure de la population, ce changement est dû à une régression de la natalité qui est estimée à 3.8% et un taux de mortalité infantile de 8% ce qui est encore important malgré les efforts entrepris en matière de santé publique et d'aménagement des conditions de vie.

Cette analyse met aussi évidence l'importance de la tranche d'âge des 15-24 ans qui représente 22% de la population à l'inverse de la tranche des 0-9ans où l'on remarque un rétrécissement significatif.

Par ailleurs la population active des (19-59 ans) selon les définitions de l'office nationale des statistiques (O.N.S) représente 49% de la population totale. Ce qui voudrait dire qu'un effort considérable doit être entrepris en matière de création d'emploi.

VI.2. L'emploi:

La population active au niveau de la wilaya est estimée à 262683 habitants, elle est répartie par secteur d'active comme suit:

Tableau N° VI.2: Répartition e l'emploi par secteur activité au niveau de la Wilaya de Tlemcen.

Secteurs d'activité	Nombre d'habitation	Proportion %
Agriculture	37132	22
Industrie	15317	9
B.T.P.H	17830	11
Service et administration	97299	58
Nombre d'habitants actifs	167578	63.79
Nombre d'habitants en chômage	95105	36.21

Source (O.N.S. 1998)

A la lumière de ces résultats nous pouvons dire la secteur de l'agriculture emploie moins de la population active.

Dans le but d'améliorer ce taux, par le création d'emploi ruraux plusieurs programmes de développement agricole ont été initiés à travers toute la Wilaya de Tlemcen, telle que en valeur des terres en irrigué.

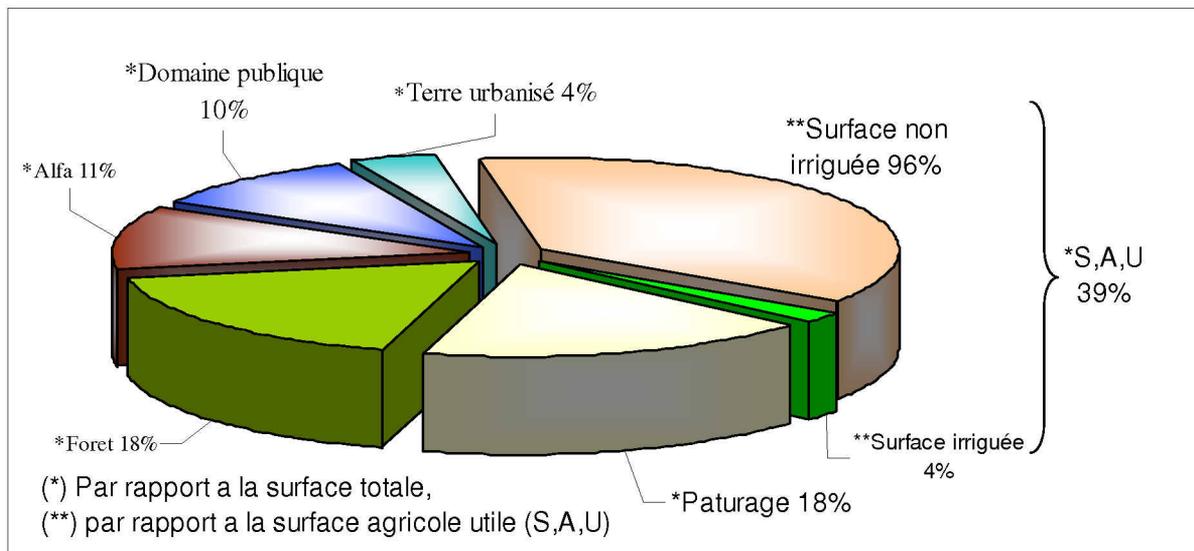
VI.3. Répartition générale des terres: (voir figure N° VI.2 ci dessous)

La Wilaya de Tlemcen s'étend, sur une superficie totale de 901769 ha. La superficie agricole utile (S.A.U) es estimée a 352920 ha, soit 39% de la superficie totale, et la superficie irriguée est actuellement estimée à 14178 ha ce qui nous fait 4% de la surface agricole utile (SAU).

Les terres réservées au pâturage s'étendent sur une superficie de 166558 ha soit 18% de la surface totale.

Les terres forestières constituées par les forets, maquis, broussailles et alfa représentent 29% de la superficie totale, soit une 253531 ha.

Les terres improductives qui sont constituées de terrains urbanisés, d'infrastructures routières, et de sols rocheux non affectés à l'agriculture sont estimées à 128760 ha, soit 14% de la surface totale.

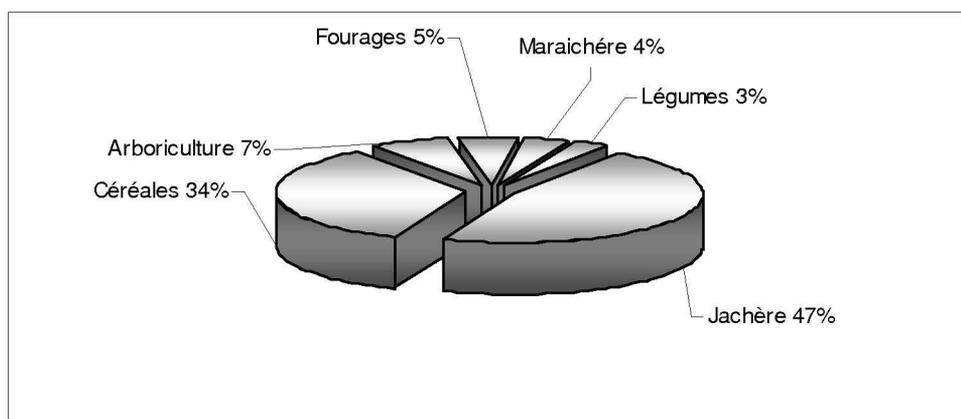
Figure N°VI.2: Répartition générale des terres au niveau de la Wilaya de Tlemcen

VI.4. Répartition de la production agricole végétale:(voir figure N°VI.3 ci dessous)

Le système de culture dominant à travers la Wilaya de Tlemcen, est l'association céréales jachère qui occupe 81% de la SAU. Les cultures céréalières occupent une superficie de 118581ha soit, 34%de la SAU. Les cultures fourragères et légumes secs restent très peu développées. Elles représentent respectivement 5% et 3% de la SAU. Les terres en jachère occupant la grande part de l'assolement pratique avec 47% de la SAU, traduisant ainsi un système de culture en extensif, en effet, l'aridité da climat, ne permet pas une intensification des cultures céréalières d'où la dominance de la jachère, les cultures maraîchères, sont pratiquées sur une superficie de 165872 ha, soit 4% de la SAU. Ce potentiel maraîcher, est localisé essentiellement au niveau des périmètres et aires irriguées tel que le périmètre de Maghnia etc.....

L'arboriculture occupe une superficie de 26379 ha, soit 7% de la SAU moitié de cette superficie, soit 17146 ha est représentés par des espèces rustiques, tels que l'olivier, l'amandier et le figuier. Ces sols sont généralement des sols profonds avec des matières organiques assez élevées. Ces zones s'adaptent à toute culture en sec ou irriguée. Les plaines littorales sont également favorables aux cultures des primeurs en particulier les légumineuses et divers arbres fruitiers.

Figure N° VI.3:Répartition de production agricole terres au niveau de la Wilaya de Tlemcen.



VI.5. Etude de la ressource en eau :

La région de Tlemcen ou se situe notre périmètre est caractérisée par un climat semi aride, la zone souffre de l'insuffisance des pluies, à toutes ces contraintes climatique s'ajoute la croissance démographique et les transformations économique et sociales qui sont à l'origine d'une demande en eau sans cesse croissante. Parallèlement, le recours à l'irrigation est devenu une nécessité, étant donné l'importance du déficit hydrique climatique et l'intensification. Ainsi, pour satisfaire l'ensemble des besoins en eau du périmètre, et afin de réserver les eaux d bonne qualité à l'alimentation en eau potable, on est contraint d'utiliser des eaux de qualité marginale en agriculture. Dans ce contexte, l'utilisation des eaux usées traitées est devenue une nécessité absolue qui doit faire partie intégrante de toute stratégie de mobilisation de ressources en eau disponibles.

L'alimentation de notre périmètre se fera à partir d'une station d'épuration qui est projetée au niveau de la Wilaya de Tlemcen.

Nous allons voir dans ce chapitre les qualités des eaux usées traitées à partir la station d'épuration de la Wilaya de Tlemcen.

VI.5.1. Les analyses physico-chimique de l'eau brut et épurée par la Step de**Tlemcen :**

- Les analyses physico chimique de l'eau suivant laboratoire de la STEP sont présentées dans le tableau VI.3

Tableau VI.3: analyse physico-chimique de l'eau suivant laboratoire de la STEP

paramètre	Février 2008		Mars 2008		Avril 2008		Mai 2008	
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie
couleur	Marron foncé	Jaune claire	Marron foncé	Jaune claire	Marron foncé	Jaune claire	Marron foncé	Jaune claire
Odeur	désagréable	sans	désagréable	sans	désagréable	sans	désagréable	sans
T°(air) C°	23	23	23	23	24	24	23	23
T°(eau) C°	23	22	23	22	23	22	23	22
PH	7,9	7,96	7,86	7,94	7,84	7,88	7,86	7,94
O ₂ dissoudre mg/l	0,4	4,5	0,3	4,3	0,3	4,2	0,3	4,3
Matière décantables mg/l	10	00	12	00	15	00	12	00
Mes mg/l	750	10	947	08	1080	10	947	08
Turbidité FTU	720	27	809	27	1000	30	809	27
Po ₄ ⁻³ mg/l	25,75	9,4	24,75	10,21	31,75	13,5	24,75	10,21
So ₄ ⁻² mg/l	130	60	120	80	150	100	120	80
NH ₄ ⁺ mg/l	118,68	3,97	104,75	3,88	88,04	3,98	104,75	3,88
N-No ₃ mg/l	27,5(NO ₃ ⁻ =121)	1 (NO ₃ ⁻ =4,4)	31,25	1,8	30 (NO ₃ ⁻ =132)	1,9(NO ₃ ⁻ =8,36)	31,25	1,8
DBO ₅ mg/l	802	25	807	25	800	24	807	25
DCO mg/l	1336	63	1330	60	1340	64	1337	63
Conductivité µs/cm	1103	769	1149	777	1010	773	1149	777
Fe mg/l	0,8	0,02	0,25	0,01	0,25	0,01	0,25	0,01

Source station d'épuration de Tlemcen

- Les analyses physico chimique de l'eau suivant laboratoire de l'ANRH d'ORAN sont présentées dans le tableau VI.4

Tableau VI.4: analyse physico-chimique de l'eau suivant laboratoire de l'ANRH d'ORAN

LABO ORAN		
RESULTATS DES ANALYSES FONDAMENTALE (Mg/l)		
paramètre	Entrée	Sortie
T° (aire)	23	23
T° (eau)	23	22
PH	7.46	7.77
Ca	92	80
Mg	51	49
Na	255	184
K	33	29
Cl	157	164
So₄	285	184
No₃	6	4
Conductivité	1480	1150
RESULTATS DES ANALYSES COMPLEMENTAIRES (Mg/l)		
paramètre	Entrée	Sortie
NO₂	0.2	0.65
NH₄	45	3.3
phosphates	35.1	5.57
Mes	814	6
Turbidité en NTU	783	3
RESULTATS DES ANALYSES DE POLLUTION (Mg/l)		
paramètre	Entrée	Sortie
Azote	56.7	3.85
Phosphore	37.93	6.4
O₂ dessous en%	5.3	78.9
DCO	333	39
DBO₅	154	6.6

Source: laboratoire de l'ANRH d'ORAN

VI.5.2. Interprétation des résultats:

D'après les résultats obtenus on constate que :

La température et le PH de l'eau épurée correspondent aux normes de rejet;

La conductivité qui est de 1150 μ s/Cm est assez bonne et elle nous renseigne sur la minéralisation de l'eau épurée ;

Les valeurs de DCO et DBO5 et MES répondent largement aux normes de rejets (DCO <60mg/l, DBO5<30mg/l, MES<10mg/l) ;

VI.5.3. Normes et qualité des eaux :

TableauxVI.5 : grille standards d'appréciation globale de la qualité des eaux

	Classe 1A	Classe 1B	Classe 2	Classe 3
Conductivité à 0C(μ s/Cm)	<400	400 à 750	750 à 1500	<1500
Température (0C)	<20	20 à 22	22 à 25	300
PH	6.5 à8.5	6.5 à 8.5	6 à 9	25 à 30
MES	<30	<30	<30	5.5 à 9.5
O2 dissous	>7	5 à 7	3 à 5	30 à 70
O2 Dissous en % de saturation	<90%	70 à90 %	50 à 70	-
DBO5	<3	3 à 5	5 à 10	-
Oxydabilité	<3	3 à 5	5 à 8	--
DCO	<20	20 à 25	25 à 40	40 à 80
NH4 (mg/l)	<0.1	0.1 à 0.5	<0.5	2 à 8
NO3 (mg/l)	-	-	<44	44 à 100
N total (mg/l)	<1	1 à 2	2 à 3	-
Fe (mg/l)	<0.5	0.5 à 1	1 à 1.5	-
Mn (mg/l)	<0.1	0.1 à0.25	0.25 à 0.50	-
Cu (mg/l)	<0.02	0.02 à 0.05	0.05 à 1	>1
As (mg/l)	<0.01	<0.01	0.01 à 0.05	>0.05
Cd (mg/l)	<0.001	<0.001	<0.001	>0.001
Cr (mg/l)	<0.05	<0.05	<0.5	>0.05
Cn (mg/l)	<0.05	<0.05	<0.5	>0.05
Pb (mg/l)	<0.05	<0.05	<0.5	>0.05
Se (mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01	>0.01
Hg (mg/l)	<0.005	<0.005	<0.005	>0.0005
Zn (mg/l)	<0.2	<0.2	0.2 à 0.5	>0.5
Coliformes (Num.100ml)	<0.5	50 à 500	5000 à 50000	-
Esch.coliforme (Num.100ml)	<0.20	20 à 2000	2000 à 20000	-
Streptocoque Fécaux (Num.100ml)	<0.20	20 à 1000	1000 à 10000	-

Classe 1A :

Eau d'excellente qualité considérée comme exemple de pollution et apte à satisfaire tous les usages possibles même les plus exigeants

Classe 1B :

Eau de bonne qualité quoique la qualité soit légèrement moins excellent que celle de la classe précédente. Elle peut néanmoins satisfaire tous les usages et ne requiert qu'un traitement simple pour l'approvisionnement en eau potable d'un réseau d'adduction urbain.

Classe 2 :

Eau de qualité passable, suffisant pour l'irrigation et les usages industriels

Classe 3 :

Eau de qualité médiocre tout juste apte au refroidissement d'installation thermique et à la navigation. L'usage est toréable pour l'irrigation des cultures, mais l'utilisation est impossible pour l'élevage, la baignade et à fortiori les réseaux d'adduction d'eau potable.

VI.5.4. Qualité de l'eau pure par la station de Tlemcen :

D'après nos résultants, on constate que l'eau épurée, par la station d'épuration de Tlemcen, est d'une qualité assez bonne car les valeurs d'analyse que nous avons trouvé répondant aux normes de rejets de la station.

En s'appuyant sur les résultats des analyse physico-chimique et bactériologique, et à l'aide du tableaux (VI.5) on peut dire que l'eau épurée être identifiée comme étant une de classe 2.

Donc l'eau épurée de la station de Tlemcen est de qualité suffisant pour l'irrigation

VI.6. Classification des eaux pour l'irrigation :**VI.6.1. Classification mondiale (F.A.O) :**

La classification donnée en fonction de la concentration des sels

1 g/l	bonne irrigation
1 – 3 g/l	faiblement salée
3 – 5 g/l	moyennement salée
5 – 10 g/l	fortement salée
> 10 g/l	extrêmement salée

VI.6.2. Classification Russe :

Elle distingue trois classes qui sont basées sur la concentration des sels

- 0.2-0.5g/l l'eau est de meilleure qualité
- 1.0-2.0g/ l'eau comportant des risques de salinité

- 3.0-7.0g/l l'eau ne peut être utilisée pour l'irrigation qu'avec un lessivage et un drainage

VI.6.3. Classification Américaine :

La classification est basée sur deux paramètres C.E à 25°C et S.A.R

* Pour la conductivité électrique C.E.

- C1 : C.E < 0,250 mmhos/cm (< 0.2g/l): l'eau à faible salinité, elle ne posera aucun problème sur la plus part des sols et des cultures.
- C2 : 0,250 < C.E < 0,75 mmhos/cm (0.2-0.5g/l): l'eau à salinité moyenne
- C3 : 0,750 < C.E < 2,250 mmhos/cm (0.5-1.5g/l): l'eau à forte salinité, et dit inutilisable sur un sol faiblement drainé, elle n'est autorisée que sur un sol bien drainée et sur des cultures tolérantes.
- C4 : 2,250 < C.E < 5.00 mmhos/cm (1.5-3g/l): l'eau à très forte salinité et inutilisable pour les conditions normales; elle n'est autorisée que si on pratique un lessivage intense et sur des cultures très tolérantes.
- C5 : C.E > 5.0 mmhos/cm (> 3g/l): l'eau est inutilisable sauf sur sable drainé et pour les palmiers et dattiers.

* Pour coefficient d'adsorption du sodium S.A.R

S.A.R est calculé par la formule suivante :

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

Avec : Na⁺, Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ en meq / l

Elle distingue quatre classes:

- S1 - S.A.R < 10 : L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.
- S2 - 10 < S.A.R < 18 : Les eaux contenant une quantité moyenne de sodium, peuvent présenter quelques difficultés dans les sols à texture fine, à moins qu'il n'y ait du gypse dans le sol .ces eaux peuvent être utilisées sur des sols à texture grossière ou sur des sols organiques qui absorbent bien l'eau .
- S3 - 18 < S.A.R < 26: Les eaux contenant une quantité de sel élevée, peuvent provoquer des difficultés dans la plupart des sols et ne peuvent être

employées qu'avec des précautions spéciales : bon drainage, lessivage important et addition de matières organiques .S'il y a une forte quantité de gypse dans le sol, il peut ne pas surgir de difficultés pendant quelques temps. S'il n'y a pas de gypse, il faut ajouter un amendement chimique exerçant le même effet.

- S4 - S.A.R>26: Les eaux contenant une quantité très élevée de sodium, sont généralement impropres à l'irrigation, sauf pour un degré de salinité moyen ou faible, lorsque l'usage de gypse ou amendements analogues permettent l'utilisation.

Détermination du S.A.R

$$S.A.R = \frac{8}{\sqrt{\frac{4+4}{2}}} = 4$$

VI.7. Interprétation des résultats des analyses :

D'après les résultats qu'on a, on peut dire que :

1. Notre eau qui a une C.E = 1,15 mmhos / cm fait partie de la classe C3, elle ne convient qu'à des sols bien drainés.
2. Notre eau a un S.A.R = 4; c'est-à-dire appartient à la classe S1. ce sont des eaux faiblement alcalines et peuvent être utilisées du point de vue alcalin pour tous les sols avec peu de danger de donner un taux de Na échangeable qui est nocif pour les sols et pour les plantes.

Conclusion:

La Wilaya de Tlemcen dispose d'un potentiel en sol agricole appréciable représentant 39% de sa surface totale qui se traduit par un ratio 0.41 ha/habitant.

La diversité des sols et du climat constitue des potentialités pour le développement d'une série de cultures assez variées et ça qui malgré la tendance à l'aridité qui limite sérieusement la pratique des cultures en irriguées au niveau des périmètres et aires d'irrigation.

Actuellement la surface irriguée est estimée à 14178 ha, soit 4% de S.A.U alors que le potentiel en sol irrigable de la Wilaya est plus important, il est estimé à 29000 ha. Afin de valoriser rationnellement ce potentiel, il sera nécessaire de mobiliser plus de ressources en eau et d'utiliser des techniques d'irrigation moderne (aspersion, goutte à goutte). Ceci aura aussi pour but d'augmenter le nombre d'employés dans le secteur agricole qui n'excède pas actuellement de $\frac{1}{4}$ de la population active.

Aussi le manque d'eau pour l'irrigation des terres agricoles au niveau de la Wilaya de Tlemcen a obligé les responsables à utiliser les eaux épurées de la station d'épuration de la Wilaya afin de fournir des quantités supplémentaires d'eau à caractérisation physico-chimique, bactériologique bonne, qui peuvent être utilisées dans le domaine agricole en toute sécurité.

CHAPITRE VII

Besoins en eau du périmètre.

Chapitre VII : Besoins en eau du périmètre

Afin d'avoir de bons rendements il sera impératif d'assurer de bonnes conditions hydrique aux cultures, pour cela il sera à utiliser pour le dimensionnement de réseau d'irrigation.

VII.1. Données principales :

VII.1.1. Récapitulatif des données climatiques :

Les données climatiques que nous aurons à utiliser dans cette partie du projet sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau N°VII.1 : Récapitulatif des principales des données climatiques.

mois	Température °C	Humidité %	Vitesse du vent km/jours	Isolation heures	Pluie de fréquence 80% mm
Septembre	22,63	63.88	177	8.9	21
Octobre	18,47	67.66	127	10.7	33.2
Novembre	14,39	69.96	136	8.8	60.92
Décembre	11,04	73.51	101	35.7	57.1
Janvier	10,18	73.0	125	6.	55.16
Février	11,27	71.52	164	6.6	68.26
Mars	12,71	96.80	229	7.3	73.49
Avril	14,61	67.58	223	8.2	62.19
Mai	17,68	66.44	168	9.4	44.12
Juin	21,25	62.0	143	10.4	7.17
Juillet	24,86	60.61	171	11.1	2.73
Août	25,55	60.17	158	10.3	5.15
Année	17.05	67.18	160	8.6	490.56

VII.1.2. Répartition des ressources en sol :

La classification des parcelles du périmètre se fera sur la base de la superficie qu'occupe chacune d'elle, les résultats de cette classification sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°VII.2 : Répartitions des parcelles du périmètre en fonction de leur surface.

Numéro de la classe	Classe de superficie (ha)	nombre	Surface totale de la classe (ha)
1 ^{er}	0 à 2	48	44.92
2 ^{ème}	2 à 5	21	64.23
3 ^{ème}	5 à 10	14	109.66
4 ^{ème}	10 à 30	14	282.82
5 ^{ème}	>30	12	447.58

VII.2. Choix des cultures :

Pour faire ce choix nous nous sommes basés sur l'aptitude culturale des sols, sur les contraintes climatiques existantes au niveau du périmètre, mais surtout sur les risques sanitaires liés au potentiel de transmission des microorganismes pathogènes en fonction du type de culture mise en place, car faut-il le rappeler, l'irrigation du périmètre se fera à partir d'une ressource en eau non conventionnelle, à savoir par la réutilisation des eaux usées épurées de la ville Tlemcen.

L'irrigation avec les eaux usées qui répond aux directives de qualité de l'O.M.S pour un usage sans restriction (<1000 coliformes fécaux par 100ml et <1 œuf de nématode pour litre) peut être employé pour l'irrigation tous les cultures, sans autres mesures sanitaires de protection supplémentaires. Par contre si les directives de qualité de l'OMS ne sont pas entièrement satisfaites, il sera nécessaire d'opérer à une sélection des cultures en fonction du degré de protection sanitaire requis et du risque et lié au potentiel de transmission des microorganismes pathogènes pour chaque culture mise en place.

VII.2.1. Classification des cultures en fonction du degré de protection sanitaire requis :

Ces cultures peuvent être groupées en trois grandes catégories, en fonction du degré de protection sanitaire requis (selon la FAO).

Catégorie A: protection nécessaire pour des ouvriers:

- Cultures industrielles non destinées à la consommation humaine (coton)
- Cultures normalement traitées par chaleur ou le séchage avant consommation humaine (graines, graines oléagineuses, betterave à sucre).
- Légumes et fruits cultivés exclusivement pour mettre en conserves ou autre procédé qui détruit efficacement les pathogènes.
- Fourrages séchés au soleil et moissonnés avant consommation par les animaux.
- Parc irrigué en zone clôturée sans accès au public (pépinières, forêts, et ceinture de verdure).

Catégorie B: des mesures complémentaires peuvent être nécessaires:

- Terre de pâture fourrage vert
- Plantes pour la consommation humaine qui n'entrent pas en contact direct avec l'eau usée, à condition que rien ne soit ramassé sur le sol et que l'irrigation par aspersion ne soit pas employée (culture arbustives, vignes, etc..)
- Plantes pour la consommation humaine, consommées seulement après cuisson (pommes de terre, aubergine, betteraves)
- Plantes pour la consommation humaine, dont la peau ne pas mangée (melons, pastèque, citron, bananes, noix, arachides).
- Cultures irriguées par aspersion.

Catégorie C: le traitement des eaux usées jusqu'à la qualité "sans restriction" des directives de l'OMS est essentiel.

- Les plantes souvent consommées crus et développées en contact étroit avec les eaux usées (légumes frais tels que la laitue ou les carottes, ou les fruits irrigués par aspersion).
- Irrigation des parcs avec accès public (parcs, pelouses, cours de golf).

VII.2.2. Classification des cultures en fonction du potentiel de transmission en microorganismes pathogènes:

Les cultures irriguées avec l'eau usée traitée (indépendamment de la méthode d'irrigation et de la qualité de l'eau usée utilisée), ayant un potentiel de transmission en microorganismes pathogènes décroissant; sont classées de la façon suivante:

1. les légumes consommés crus.
2. les légumes consommés cuits.
3. les plantes ornementales.
4. les arbres produisant des fruits consommés sans épluchage.
5. les arbres produisant des fruits consommés après épluchage
6. les raisins de table.
7. les pelouses en zone d'agrément d'accès public limité.
8. les fourrages verts.
9. les arbres produisant des noix ou autres semblables.
10. les cultures industrielles

Partant du principe que nous avons une eau de type A, l'assolement élaboré sera le suivant:

Tableau N°VII.3: Récapitulatif des principales cultures projetées au niveau du périmètre.

culture	Mois											
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Maraîchage plein champ												
Chou vert	■											■
Oignon sec							■					
Poivron/piment	■								■			
P de terre arr. saison	■											■
pastèque	■								■			
Melon	■								■			
Tomate	■								■			
Céréale												
Blé dur			■									
Cultures fourragères												
Luzerne	■											
Sorgho	■								■			
Cultures arboricoles												
Agrumes	■											
Poirier/pommier	■											
Pêcher / prunier	■											
Vigne de table	■											

Remarque:

Une rotation annuelle des cultures sera préconisée, dans le but de diversifier la production agricole, de réduire les risques encourus lors de la mise en place d'une seule culture, mais aussi dans le but de protéger les sols et d'éviter qu'il soit trop sollicité par la mise en place d'une même culture plusieurs années de suite.

VII.3. Calcul des besoins en eau du périmètre:

Les besoins en eau du périmètre comprennent:

1. les besoins nets en eau d'irrigation : c'est la quantité d'eau qui sera nécessaire pour assurer de bonne condition hydrique pour chaque culture.
2. les volumes d'eau perdus au niveau du réseau d'alimentation du périmètre, ou par la non uniformité de la répartition de l'eau lors des irrigations, ce volume doit être quantifié et additionné aux besoins nets pour définir les besoins bruts périmètre.
3. le volume d'eau nécessaire pour lessiver les sols contenus dans le sol.

VII.3.1. Calcul des besoins nets en eaux d'irrigation. (Bn)

On définit les besoins nets en eaux d'irrigation, noté Bn, comme étant le volume d'eau qui devra être apporté par irrigation en complément à la pluviométrie et éventuellement à d'autres ressources telle que la réserve en eau initiale dans le sol. Dans le but de compenser les pertes dues à l'évapotranspiration de la culture (ETS), dite également évapotranspiration réelle (ETR).

Le calcul des besoins nets en eaux d'irrigation se fait par la formel ci-dessous.

$$\mathbf{Bn = ETR - Pe - R\ initialie.}$$

Avec:

Bn: Besoins nets en eau d'irrigation, en mm ou m³/ha.

ETR: évapotranspiration réel, ou dite de culture (ETC), en mm ou m³/ha.

R_{initiale}: réserve initiale en eau dans le sol en mm ou m³/ha. Négligeable en début de cycle.

Pe: la pluie efficace est la fraction de pluie qui contribue à l'alimentation de la plante.

VII.3.1.1. Calcul de l'évapotranspiration réel:

L'ETR peut être calculé suivant approches différentes, soit par une approche expérimentale, soit par une approche théorique.

1. Approche expérimentale:

En ce qui concerne les méthodes de détermination directe des besoins en eau des cultures à la parcelle on citer:

- La méthode du bilan hydrique: cette méthode permet de déterminer l'évapotranspiration réelle (ETR) de la culture, en mesurant la variation du stock d'eau dans la zone racinaire, suite à d'éventuels apports ou pertes. Le problème qui se pose avec cette méthode c'est la difficulté de quantifier certains paramètres tels que les volumes d'eaux perdus par percolation en dessous de la zone racinaire.

- La méthode microclimatique: cette méthode est basée sur le bilan énergétique de la surface du couvert végétal. La mise en œuvre d'une telle méthode nécessite l'utilisation d'équipements à l'aide de cases lysimétriques. C'est un bac exposé en plein air qui contient un sol couvert d'un type de végétation, ou laissé nu, dont on évalue et pèse régulièrement pour connaître le volume d'eau contenu dans le sol.

2. Approche théorique:

Pour calculer l'évapotranspiration réelle ETR cette approche se base sur l'application de la formule ci-dessous.

$$ETR = k_c * ET_0$$

Avec:

ETR: évapotranspiration réelle ou de culture (mm /jour).

K_c : coefficient cultural qui est lié à l'espèce végétale et à son état de croissance et de développement.

ET₀: évapotranspiration de référence (mm/jour).

Dans le cadre de ce projet nous optons pour l'approche théorique, car l'approche expérimentale nécessite de gros investissements, et un suivi journalier par un personnel qualifié.

A. Calcul de l'évapotranspiration de référence ET₀:

L'évapotranspiration de référence ET₀ est définie par la consommation d'un couvert étendu de gazon, régulièrement coupé et conduit dans les meilleures conditions de fertilisation et d'alimentation hydrique. Devant la difficulté de respecter ces conditions "standards" différentes formules ont été développées reliant l'évapotranspiration (ET₀) aux facteurs climatiques. On dénombre ainsi une multitude de formules avec des degrés d'empirisme variable: Penman, Blaney Criddle, Turc...Etc.

La formule de Penman Monteith se distingue parmi ces différentes formules par son origine théorique dérivée du bilan des flux énergétiques à la surface du couvert

végétal. Dans un souci de normalisation. La F.A.O à travers son groupe d'experts, opérant dans différents contextes climatique, a adaptée la formule de Penman Monteith aux conditions d'un couvert de gazon et propose ainsi la formule dérivée ci-dessous, comme la nouvelle définition de l'évapotranspiration de référence.

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta R_n * \frac{900}{T + 273} * U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$

Avec :

ET₀: évapotranspiration de référence journalière (mm/jour)

R_n: rayonnement net.

T: température moyenne journalière (°C).

U₂: vitesse moyenne journalière du vent mesuré à 2 mètres (m/s).

e_a : pression de vapeur d'eau à la saturation à la température T (kpa).

e_d : pression de vapeur moyenne journalière (kpa).

Δ : Pente de la courbe de pression saturante à la température T (kpa/°C).

γ : constante psychrométrique (kpa/°C).

Le calcul de l'évapotranspiration de référence ETO à été calculé à l'aide du logiciel Cropwat 5.7 établi par la F.A.O, les résultats obtenus sont résumés dans le tableau N°VII.4:

Tableau N°VII.4: Evapotranspiration de référence au niveau
Du périmètre de Hennaya.

Mois	Température °c	Humidité %	Vitesse du vent Km/jour	Insolation heurs	Radiation Mj/m2	ETO mm/jour
septembre	22.6	64	177	8.9	10.7	4.1
Octobre	18.5	68	127	10.7	8.3	2.8
Novembre	14.4	70	136	8.8	4.6	4.7
Décembre	11.0	74	101	5.7	2.9	1.0
Janvier	10.2	73	125	6.3	3.4	1.20
Février	11.3	72	164	6.6	5.5	1.8
Mars	12.7	70	229	7.3	8.5	2.6
Avril	14.6	68	223	8.2	11.4	3.4
Mai	17.7	66	168	9.4	13.7	4.1
Juin	21.3	62	143	10.4	15.0	4.9
Juillet	24.9	61	171	11.1	15.6	5.7
Aoûte	25.6	60	158	10.3	13.9	5.2
Année	17.1	67	160	8.6	9.4	1177

B. Coefficient cultural kc :

Rappelons que c'est le coefficient de proportion entre l'évapotranspiration de la culture (ETR) et celle de l'évapotranspiration de référence ETO. il incorpore les effets de la culture et de son taux l'évapotranspiration ne dépend que du pouvoir évaporant du milieu environnant, par contre les autres culture vont avoir des condition liées soit à leur age soit à leur nature soit aux deux à la fois.

VII.3.1.2. Calcul de la pluie efficace Pe:

Pour l'estimation de la pluie efficace Pe nous avons le modèle proposé par le service de conservation du sol américain (USDA, 1969). Ce model sur l'application des deux formules ci-dessous:

$$Pe = P_{Total} * (1 - 0.2 * P_{Total} / 125). \quad \text{Pour } P_{Total} < 250 \text{mm}$$

$$Pe = 125 + 0.1 * P_{Total} \quad \text{Pour } P_{Total} > 250 \text{mm}$$

Le calcul a été fait grâce du logiciel Cropwat 5.7 élaboré par la F.A.O, les résultats sont résumés dans la tableau N° VII.5.

Tableau N°VII.5: Pluie efficaces Pe(mm) au niveau du périmètre

Mois	ET0 mm/jour	P80% mm/mois	P efficace mm/mois
Septembre	4.1	21.02	20,3
Octobre	2.8	33.2	31,4
Novembre	1.7	60.92	55,0
Décembre	1.0	57.1	51,9
Janvier	1.2	55.16	50,3
Février	1.8	68.26	60,8
Mars	2.6	73.49	64,9
Avril	3.4	62.19	56,0
Mai	4.1	44.12	41,0
Juin	4.9	7.17	7,1
Juillet	5.7	2.73	2,7
Août	5.2	5.14	5,1
Total	1177	490.5,	446.5
Précipitation efficace selon méthode USDA-SCS			

Les résultats de calcul des besoins en eau d'irrigation pour chaque culture sont résumés dans les tableaux ci-dessous, pour plus de précision se référer à l'annexe1.

VII.4. Le calcul des besoins bruts en eau d'irrigation:

Le calcul des besoins bruts en eau d'irrigation va nécessiter la prise en considération des pertes subies lors de l'acheminement de l'eau. L'estimation exacte de ces pertes est une opération qui est très difficile car plusieurs paramètres entrent en jeu. C'est pour cette raison que nous avons décidé d'estimer ces pertes à 25% des besoins nets en eau d'irrigation pour chaque culture. Ce qui nous fait une efficacité de 75% du volume total destiné pour chaque culture. Les résumés dans le tableau N°VII.7 ci-dessous.

Tableau N°VII.6:Récapitulatif des besoins nets en eaux d'irrigation pour chaque culture (besoins unitaire).

culture	mois												Besoins nets en mm/ha
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	
Chou vert	89.9	51.2	0	0								105.4	247.1
Oignon sec							1	17.8	71.3	128.2	150.2	64.5	433.4
Piment	23	0							54.7	118.2	165.5	142.6	504
Poivron	103.5	17.1							11.1	88.9	175.5	162.8	558.8
P.D Terre	82.6	64.6	6.3									72.4	225.9
Tomate	64.8								48.5	113.4	169.4	152.4	548.6
Pastèque								0	40.6	138.7	172.7	124.9	476.8
Melon			0	0	0	0		1	52.1	145.3	179.1	120.2	497.6
Blé dur			0	0	0	0	30.4	66.8	79.9				177.2
Luzerne	55.6	33.8	0	0	0	0	0	2	27.3	73.3	105.7	94.4	392.2
Sorgho										113.7	180.6	113.1	407.4
Agrumes	73	35.4	0	0	0	0	0.2	25.2	62.5	110.3	133.5	118.5	558.4
Pommier poirier	95	51	3.1	0	0	0	0	6.1	36.7	90.9	133	138	553.8
Pêcher	115.5	65.8	6.6	0	0	0	2.7	24.9	62.5	118.8	163.2	163.8	723.9
vigne	59.6	11.6						3.3	43.1	97.9	120.8	108.3	444.6
Total	762,5	330,5	16	0	0	0	34,3	147,1	590,3	1337,6	1849,2	1681,2	6748,7

Tableau N°VII.7:Récapitulatif des besoins bruts en eaux pour chaque périmètre.

Culture	Besoins nets en mm	Besoins nets en m³/ha	efficience	Besoins bruts en mm	Besoins bruts en m³/ha	Surfaces ha	Surfaces %	Besoins Totaux m³
Chou vert	246,5	2465	0,75	328,67	3286,67	37	4,06	91205
Oignon sec	433	4330	0,75	577,33	5773,33	30	3,29	129900
Piment	504	5040	0,75	672,0	6720,00	30	3,29	151200
Poivron	558,9	5589	0,75	745,20	7452,00	30	3,29	167670
P.D Terre	225,9	2259	0,75	301,20	3012,00	80	8,78	180720
Tomate	548,5	5485	0,75	731,33	7313,33	20	2,20	109700
Pastèque	476,9	4769	0,75	635,86	6358,67	30	3,29	143070
Melon	497,7	4977	0,75	663,6,00	6636,00	30	3,29	149310
Blé dur	177,1	1771	0,75	236,1,33	2361,33	300	32,93	531300
Luzerne	392,1	3921	0,75	522,80	5228,00	16	1,76	62736
Sorgho	407,4	4074	0,75	543,20	5432,00	72	7,90	293328
Agrumes	558,5	5585	0,75	744,67	7446,67	66	7,24	368610
Pommier poirier	553,8	5538	0,75	738,40	7384,00	10	1,10	55380
Pêcher	723,8	7238	0,75	965,06	9650,67	10	1,10	72380
vigne	444,6	4446	0,75	592,80	5928,00	150	16,47	666900
Total	6748,7					911		3173409

Conclusion:

Cette étude nous a permis de mettre en évidence un déficit en eau très important au niveau de la région, ce déficit s'étale du mois de Février jusqu'au mois de Novembre.

- L'existence d'un tel manque d'eau rend le recours à l'irrigation comme une nécessité à laquelle il faudra faire appel d'une manière récurrents, dans le but de compenser ce déficit et d'assurer les besoins en eaux du périmètre que sont évaluées à 3173409m^3 .

CHAPITRE III

Station d'épuration de Tlemcen

Chapitre VIII : Dimensionnement du réseau de distribution

Ce chapitre est consacré au dimensionnement du réseau de distribution d'eau qui va du bassin de stockage jusqu'aux différentes parcelles du périmètre, ce dimensionnement se fera de telle sorte que le réseau puisse satisfaire les demandes en eau en termes de pressions et de débits.

VIII.1. Description et schéma d'aménagement du réseau de distribution:

L'alimentation de notre périmètre se fera à l'aide d'une conduite d'adduction gravitaire qui va de la future STEP de Tlemcen située à une altitude de 524m jusqu'au bassin de stockage situé plus en aval qui alimentera le périmètre situé à une altitude variant entre 390m et 320m.

VIII.2. Etude du tracé et condition de pose de la conduite:

VIII.2.1. Etude du tracé de la conduite principale:

Lors du tracé de la conduite nous avons fait en sorte que le réseau soit le plus direct possible afin d'avoir de longs alignement raccordés par des courbes très ouvertes.

Le tracé devra aussi emprunter dans mesure du possible l'accotement des routes et chemins pour faciliter l'approvisionnement des chantiers de pose ainsi que les éventuelles réparations

Concernant le profil du tracé, il a été élaboré de telle sorte que l'air dissous dans l'eau à l'origine, et qui se reforme en cours de route en petite quantité par suite à des variations de températures et de pressions et qui au bout d'un certain temps, arrive à former des volumes importants puissent être évacués au moyen de ventouses disposées au niveau des emplacements hauts où l'air s'accumule, à condition que ces points hauts comportent des montées lentes et des descentes rapides.

Il est à noter que les tracés comportant des profils horizontaux ont été soigneusement évités, quitte à avoir des surprofondeurs.

VIII.2.2. Condition de pose de la conduite:

La conduite devra être posée à une profondeur minimale de 80cm à partir de sa génératrice supérieure, sur un lit de sable d'une épaisseur de 10cm, puis elle doit être recouverte d'une couche d'épaisseur, égale au diamètre de la conduite auquel on ajoute 20cm en terre tamisée et en fin remblayer le reste avec les matériaux d'excavation.

VIII.3. Mode de fonctionnement de réseau:

Les réseaux d'irrigation peuvent fonctionner en deux modes de distribution différents qui sont:

- a) Mode de distribution d'eau à la demande: c'est un mode de distribution très souple car il confère aux irrigants la totale liberté de pouvoir exploiter le volume d'eau qu'il ont souscrit au moment qu'il juge opportun, ce que engendre des appels de débits totalement aléatoires, et nous conduit à l'élaboration d'un réseau de dimension plus important.
- b) Mode de distribution au tour de rôle: contrairement au premier. Ce mode de distribution est rigide dans le sens où les agriculteurs n'ont le droit d'irriguer que pendant un tour d'eau, dont la durée est proportionnelle à la superficie à irriguer. Le problème qui se pose dans ce cas, est due au respect du tour d'arrosage, qui peut engendrer des conflits entre les agriculteurs. Pour apporter une solution adéquate à ce problème, il sera impératif de concevoir un organisme de contrôle, de régulation et de partage équitable de l'eau.

Dans notre cas, nous avons opté pour le mode de distribution à la demande qui est plus souple car il confère aux irrigants la liberté de pouvoir moduler leur irrigation dans le temps en fonction des besoins réels des plantes et des conditions climatique auxquelles ils seront confrontés.

VIII.4. Calcul du réseau :

VIII.4.1. Les débits :

Lors de l'élaboration de notre réseau, nous avons pris comme principe de dimensionnement la loi de débit, car dans un réseau de distribution à la demande, les débits sont répartis en fonction des caractéristiques de la parcelle à desservir, et de telle sorte qu'ils puissent être exploités par l'irrigant au moment opportun.

Cette loi de débit se traduit par un ensemble de fonctions telles que décrites ci-dessous.

$$Q = q_0 * S \quad \text{Si} \quad S \leq S_0$$

$$Q = q * S \quad \text{Si} \quad S_0 < S < S_1 \quad \text{avec:} \quad q = \left(\frac{S_1 - S}{S_1 - S_0} * (q_0 - q_1) \right) + q_1$$

$$Q = q_1 * S \quad \text{Si} \quad S \geq S_1$$

Avec:

S: surface desservie par la borne (ha)

S_0 : surface moyenne des ilots type. ($S_0 = 16.3$ ha)

S_1 : surface alimentée par la plus grande branche ($S_1 = 106$ ha)

q_0 : débit spécifique de la culture la plus exigeant le mois de pointe " Tomate " (l/s/ha)

q_1 : débit spécifique moyen du périmètre pendant le mois de pointe (l/ s/ ha) .

* calcul du débit spécifique q :

Le débit spécifique représente le débit qui devra être véhiculé par le système d'irrigation pour satisfaire les besoins en eau des cultures durant le mois de pointe pendant un nombre fixe d'heures par jour et pour une surface d'un hectare. Ce débit est donné par la relation suivante :

$$q = \frac{B}{T * t * E * 3.6}$$

Avec :

B : besoins nets en eau des cultures (m^3/ha).

T : durée de l'irrigation en jours ($T = 31$).

t : durée de l'irrigation en heures par jour ($t = 21$).

E : valeurs de l'efficience des irrigations ($E = 0.75$).

Après calcul nous avons obtenu :

- le débit spécifique de la culture la plus exigeante (débit de pointe): $q_0 = 0.92$ L/s/ha.
- Le débit moyen pour le mois de pointe du périmètre : $q_1 = 0.6$ 3L /s / ha.

Ainsi la loi qui nous permettra le calcul des débits (Q (L / s)) au niveau des différentes parcelles du périmètre sera :

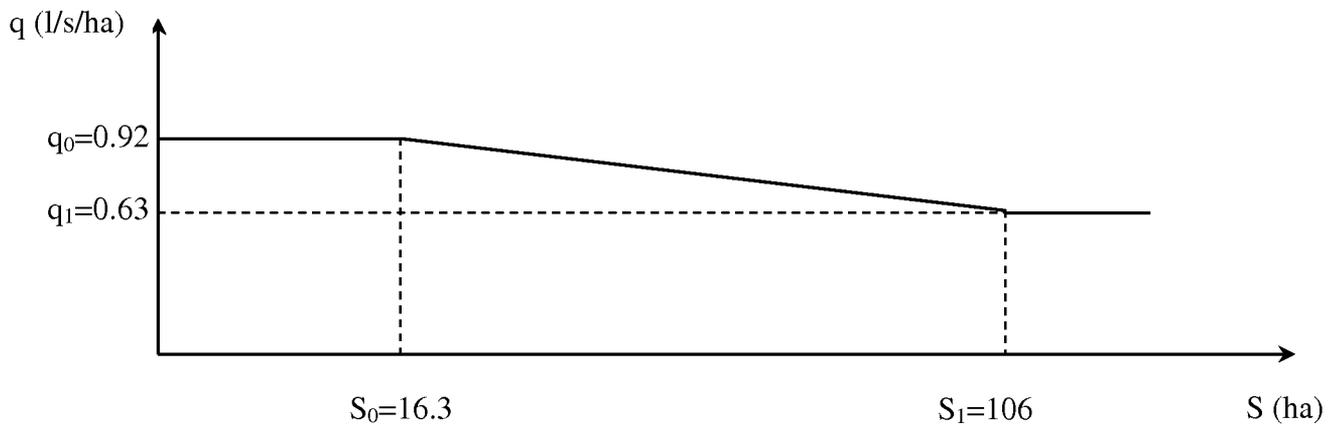
$$Q = 0.9 * S \quad \text{Si } S \leq 16.3$$

$$Q = q * S \quad \text{Si } 16.3 < S < 106 \quad \text{avec: } q = \left(\frac{106 - S}{106 - 16.3} * (0.9 - 0.6) \right) + 0.6$$

$$Q = 0.6 * S \quad \text{Si } S \geq 106$$

Voir la représentation graphique de cette loi (figure N°vIII.1).

Figure VIII.3: Représentation graphique de la loi de débit.



VIII.4.2. Capacité de stockage du bassin :

Le bassin de stockage est dimensionné de telle sorte qu'il puisse emmagasiner l'excédent en eau après irrigation du périmètre pendant une journée. Ce qui nous fait un volume total V égale à :

- ❖ Débit journalier moyen issu de la STEP 51 840 m³.
- ❖ Débit de pointe journalier consommé le mois de juillet 41 323m³.
- ❖ Excédent journalier 10 517 m³.
- ❖ Le volume du bassin sera donc égale à 10 600m³.

Ce volume va nous permettre ainsi de diminuer les temps d'irrigation pendant les périodes de pointes de 5 heures.

VIII.4.3. Altitude du bassin de stockage:

L'emplacement du bassin a été choisi de telle sorte que ce dernier puisse assurer une pression suffisante, au niveau du réseau de distribution. Pour cela l'altitude du bassin de stockage ou plus précisément celle de son radier doit se situer à un niveau supérieur à la plus haute cote piézométrique exigée sur le réseau. Dans notre cas l'altitude du réservoir a été fixée à 470m ce qui nous permet d'assurer une pression convenable au niveau de la majorité des bornes d'irrigation.

VIII.4.4. Pression au niveau des bornes d'irrigation:

La pression qu'on doit avoir au niveau de chaque borne doit être égale à la pression de fonctionnement d'un asperseur simple qui est de l'ordre de 3.5 bars à laquelle on ajoute les pertes de charge enregistrées au niveau des bornes et des équipements de surface qui sont estimées respectivement à 1 bars et 5 bars, on aura ainsi besoin d'une pression en amont de la borne qui avoisine les 6 bars.

VIII.4.5. Vitesses admises:

La vitesse admissible des écoulement d'eau à l'intérieur des conduites doit varier dans une plage allant de 0.5 à 0.2 m/s, ces valeur ne sont en réalité pas impératives, mais elles sont forment recommandées, car des vitesses faibles ($v < 0.5\text{m/s}$) peuvent favoriser la formation⁰ de dépôts dans les conduites, alors que des vitesses plus importantes ($v > 2\text{m/s}$) peuvent engendre des difficultés d'exploitation.

VIII.4.6. Choix du matériau de la conduite:

Da nature des conduites d'addiction est choisie en fonction des contraintes d'utilisation (principalement la pression) et de leur disposition sur le marché national. C'est ainsi que nous avons opté pour:

- Des conduites en béton précontraint pour les diamètres de plus de 400 mm (classe 10).
- Des conduites en P.E.H.D pour les diamètres inférieurs à 400 mm.

VIII.4.7. Pertes de charge:

Les pertes de charges sont calculées par la formule de LECHAPT et CLAMON telle que décrite si dessous :

Pour les conduites en béton précontraint: $J = 1.54 * Q^{1.96} * D^{-5.19}$

Pour les conduites PEHD: $J = 1.32 * Q^{1.89} * D^{-5.01}$

Les résultats de calcul de Dimensionnement du réseau d'irrigation sont résumés dans les tableaux ci-dessous

Tableau N°VIII.1 : Récapitulatif des débits au niveau des bornes

Branche	N° Borne	Surface	Débit	Branche	N° Borne	Surface	Débit
A	1	15.07	13.56	Q	43	5.77	5.19
	2	6.35	5.72		44	5.17	4.65
B	3	21.9	19.30		45	1.46	1.31
	4	10.94	9.85		46	9.05	8.15
	5	7.27	6.54		47	0.96	0.86
	6	8.63	7.77		48	6.02	5.42
C	7	17.01	15.27	R	49	16.6	14.92
D	8	3.15	2.84		50	16.6	14.92
E	9	3.02	2.72	S	51	5.06	4.55
F	9'	17.48	15.66		52	2.82	2.54
	10	15.7	14.13		53	4.73	4.26
	11	17.6	15.76	U	54	6.7	6.03
	12	19.6	17.42		54'	2.57	2.31
	13	11.55	10.40		55	2.36	2.12
	14	14.33	12.90	T	56	9.35	8.42
	15	9.59	8.63	V	57	5.88	5.29
	16	13.5	12.15		58	8.37	7.53
17	8.06	7.25	60		5.24	4.72	
G	18	10.89	9.80		61	22.48	19.77
H	19	1.2	1.08		62	8.12	7.31
	20	11.85	10.67	X	63	12.3	11.07
	21	15.48	13.93	Y	64	21.65	19.49
	22	1.17	1.05		65	7.56	6.80
I	23	4.32	3.89		66	12.11	10.90
J	24	10.56	9.50	W	67	17.62	15.78
	25	7.5	6.75		68	31.6	26.82
	25'	9.24	8.32		69	7.7	6.93
	26	3.35	3.02		Z	70	10.7
	27	5.58	5.02	71		34.6	
	28	6.6	5.94	72		8.22	7.40
	29	1.6	1.44	73		9.45	8.51
K	30	15.83	14.25	74		31.62	26.84
L	31	5.44	4.90	75		10.87	9.78
	32	2.99	2.69	AA		76	16.4
	33	4.43	3.99	BB	77	8.25	7.43
	34	3.16	2.84	CC	78	15.7	14.13
	35	4.7	4.23	DD	79	4.91	4.42
	36	2.52	2.27	EE	80	15.6	14.04
	37	6.51	5.86		81	16.3	14.67
M	38	4.26	3.83		82	20.95	18.53
N	39'	13.5	12.15	FF	83	23.46	20.55
	39	13.47	12.12	GG	84	10	9.00
O	40	3.08	2.77	HH	85	10.77	9.69
	40'	8.5	7.65				
	41	4.43	3.99				
P	42	4.59	4.13				

Dimensionnement du réseau d'irrigation.

Tableau N°VIII.2 : Conduite principale.

Branche	Branche sous Branche	Tronçon	superficie desservie		Débit spécifique	Débit Q (l/s)	vitesse proposée	Diamètre	Diamètre normalisé	vitesse	longueur	pertes de charge		cote piézométrique		cote T,N		charge	
			parcelle	cumulée								linéaire	totale	amont	avale	amont	avale	amont	avale
1		S-B		911.17	0.60	546.7	1.9	605.43	600	1.93	1173.9	6.68	7.84	524	516.16	524	470	0	46.16
A	CM	B-A		911.17	0.60	546.7	1.9	605.43	600	1.93	4658.9	6.68	31.13	470	438.87	470	377.1	0	61.77
B		A-B	21.42	889.75	0.60	533.85	1.9	598.271	600	1.89	280	6.38	1.79	438.87	437.08	377.1	378.3	61.77	58.78
C		B-C	48.74	841.01	0.60	504.61	1.9	581.654	600	1.79	461	5.71	2.63	437.08	434.45	378.3	386.6	58.78	47.85
D		C-D	17.01	824	0.60	494.4	1.9	575.742	600	1.75	194	5.49	1.06	434.45	433.39	386.6	383.62	47.85	49.77
E		D-E	3.15	820.85	0.60	492.51	1.9	574.64	600	1.74	95	5.45	0.52	433.39	432.87	383.62	380	49.77	52.87
F		E-F	3.02	817.83	0.60	490.7	1.9	573.582	600	1.74	72	5.41	0.39	432.87	432.48	380	381.5	52.87	50.98
G		F-G	127.41	690.42	0.60	414.25	1.9	527.012	600	1.47	474	3.88	1.84	432.48	430.64	381.5	379.8	50.98	50.84
H		G-H	10.89	679.53	0.60	407.72	1.9	522.839	600	1.44	412	3.76	1.55	430.64	429.09	379.8	385	50.84	44.09
I		H-I	29.7	649.83	0.60	389.9	1.9	511.286	600	1.38	213	3.44	0.73	429.09	428.36	385	378.43	44.09	49.93
J		I-J	4.32	645.51	0.60	387.31	1.9	509.584	500	1.97	108	8.76	0.95	428.36	427.41	378.43	375.51	49.93	51.90
K		J-K	44.43	601.08	0.60	360.65	1.9	491.734	500	1.84	49	7.62	0.37	427.41	427.04	375.51	374.27	51.90	52.77
L		K-L	15.83	585.25	0.60	351.15	1.9	485.216	500	1.79	445	7.23	3.22	427.04	423.82	374.27	365.14	52.77	58.68
M		L-M	29.75	555.5	0.60	333.3	1.9	472.722	500	1.70	42	6.53	0.27	423.82	423.55	365.14	365.4	58.68	58.15
N		M-N	4.26	551.24	0.60	330.74	1.9	470.906	500	1.69	208	6.43	1.34	423.55	422.21	365.4	364.4	58.15	57.81
O		N-O	26.97	524.27	0.60	314.56	1.9	459.242	500	1.60	10	5.83	0.06	422.21	422.15	364.4	360.95	57.81	61.20

Chapitre VIII

Dimensionnement du réseau de distribution

P	O-P	16.01	508.26	0.60	304.96	1.9	452.175	500	1.55	122	5.48	0.67	422.15	421.48	360.95	358.7	61.20	62.78
Q	P-Q	4.59	503.67	0.60	302.2	1.9	450.129	500	1.54	168	5.39	0.90	421.48	420.58	358.7	355.92	62.78	64.66
R	Q-R-	28.44	475.23	0.60	285.14	1.9	437.236	400	2.27	4	15.30	0.06	420.58	420.52	355.92	359.2	64.66	61.32
S	R-S	33.2	442.03	0.60	265.22	1.9	421.687	400	2.11	230	13.28	3.05	420.52	417.46	359.2	352.12	61.32	65.34
T	S-T	12.61	429.42	0.60	257.65	1.9	415.628	400	2.05	253	12.54	3.17	417.46	414.29	352.12	348.12	65.34	66.17
U	T-U	9.35	420.07	0.60	252.04	1.9	411.079	400	2.01	6	12.01	0.07	414.29	414.22	348.12	348.02	66.17	66.20
V	U-V	11.63	408.44	0.60	245.06	1.9	405.348	400	1.95	146	11.37	1.66	414.22	412.56	348.02	345.85	66.20	66.71
W	V-W	50.09	358.35	0.60	215.01	1.9	379.68	400	1.71	346	8.80	3.04	412.56	409.51	345.85	340.81	66.71	68.70
X	W-X	56.92	301.43	0.60	180.86	1.9	348.223	400	1.44	5	6.27	0.03	409.51	409.48	340.81	340.72	68.70	68.76
Y	X-Y	12.32	289.11	0.60	173.47	1.9	341.032	355	1.75	349	10.73	3.75	409.48	405.74	340.72	336.15	68.76	69.59
Z	Y-Z	41.32	247.79	0.60	148.67	1.9	315.723	315	1.91	316	11.74	3.71	405.74	402.03	336.15	332.08	69.59	69.95
AA	Z-AA	105.45	142.34	0.60	85.404	1.9	239.292	250	1.74	135	13.10	1.77	402.03	400.26	332.08	330.35	69.95	69.91
BB	AA-BB	16.4	125.94	0.60	75.564	1.9	225.085	225	1.90	414	17.63	7.30	400.26	392.96	330.35	328.73	69.91	64.23
CC	BB-CC	8.25	117.69	0.60	70.614	1.9	217.587	250	1.44	12	9.15	0.11	392.96	392.85	328.73	327.1	64.23	65.75
DD	CC-DD	15.7	101.99	0.613	62.562	1.9	204.806	200	1.99	40	22.26	0.89	392.85	391.96	327.1	326.8	65.75	65.16
EE	DD-EE	4.91	97.08	0.630	61.144	1.9	202.472	200	1.95	306	21.31	6.52	391.96	385.44	326.8	323.87	65.16	61.57
FF	EE-FF	52.85	44.23	0.807	35.675	1.9	154.658	200	1.14	219	7.70	1.69	385.44	383.75	323.87	323.56	61.57	60.19
GG	FF-GG	23.46	20.77	0.885	18.382	1.9	111.017	110	1.94	310	43.95	13.62	383.75	370.13	323.56	321.56	60.19	48.57
HH	GG-HH	10	10.77	0.900	9.693	1.9	80.6153	110	1.02	8	13.11	0.10	370.13	370.03	321.56	321.99	48.57	48.04

S : Station d'épuration. B : Bassin de stockage. CM : Conduite Maître.

Tableau N°VIII.3 : Dimensionnement des branches.

Branche	Branche sous Branche	Trançon	superficie desservie		Débit spécifique	Débit Q(l/s)	vitesse proposé	Diamètre	Diamètre normalisé	vitesse	longueur	pertes de charge		cote piézométrique		cote T,N		charge	
			parcelle	cumulée								linéaire	totale	amont	avale	amont	avale	amont	avale
A		CM-B1		21.42	0.8829	18.91	1.1	147.99	160	0.94	344	7.09	2.4406	438.9	436.4	377.1	370	61.77	66.43
		B1-B2	15.07	6.35	0.9	5.715	1.1	81.354	75	1.29	292.82	32.91	9.6356	436.4	426.8	370	360	66.43	66.79
B		CM-B3	-	48.74	0.7915	38.58	1.1	211.37	200	1.23	337	8.92	3.0076	437.1	434.1	378.3	367.5	58.78	66.58
		B3-B5	21.9	15.9	0.9	14.31	1.1	128.73	125	1.17	292	14.43	4.213	434.1	429.9	367.5	361.4	66.58	68.46
		B5-B6	7.27	8.63	0.9	7.767	1.1	94.841	110	0.82	74	8.63	0.6383	429.9	429.2	361.4	360.8	68.46	68.42
	B1	B3-B4	10.94	10.94	0.9	9.846	1.1	106.78	110	1.04	200	13.50	2.7008	434.1	431.4	367.5	367.8	66.58	63.58
C		CM-B7	17.01	17.01	0.8976	15.27	1.1	132.97	125	1.24	223.95	16.31	3.6525	434.5	430.8	386.6	377.4	47.85	53.4
D		CM-B8	3.15	3.15	0.9	2.835	1.1	57.299	63	0.91	250.8	20.95	5.2545	433.4	428.1	383.6	373.8	49.77	54.33
E		CM-B9	3.02	3.02	0.9	2.718	1.1	56.104	63	0.87	175	19.35	3.3857	432.9	429.5	380	376.7	52.87	52.78
F		CM-F1	-	127.41	0.6	76.45	1.1	297.54	315	0.98	256	3.34	0.8547	432.5	431.6	381.5	378.5	50.98	53.13
		F1-F2	17.48	109.93	0.6	65.96	1.1	276.38	250	1.34	34	8.04	0.2734	431.6	431.4	378.5	376.1	53.13	55.25
		F2-F3	15.7	94.23	0.6394	60.25	1.1	264.14	250	1.23	475	6.78	3.2186	431.4	428.1	376.1	362	55.25	66.12
		F3-F4	17.6	76.63	0.6982	53.51	1.1	248.92	225	1.35	34	9.18	0.3121	428.1	427.8	362.1	361.6	66.03	66.22
		F4-F5	19.6	57.03	0.7638	43.56	1.1	224.6	200	1.39	361	11.23	4.0529	427.8	423.8	361.1	360	66.76	63.77
		F5-B13	21.56	35.47	0.8359	29.65	1.1	185.3	200	0.94	12.5	5.43	0.0678	423.8	423.7	360	360	63.77	63.7
		B13-F7	11.55	23.92	0.8745	20.92	1.1	155.64	160	1.04	262	8.58	2.2492	423.7	421.5	360	356	63.7	65.45
		F7-B15	14.33	9.59	0.9	8.631	1.1	99.977	90	1.36	148	28.77	4.2583	421.5	417.2	356	354	65.45	63.19
	F1	F1-B9'	17.48	17.48	0.8961	15.66	1.1	134.68	125	1.28	304	17.11	5.2029	431.6	426.4	378.5	367.8	53.13	58.62
	F2	F2-B10	15.7	15.7	0.9	14.13	1.1	127.92	125	1.15	232	14.09	3.2682	431.4	428.1	376.1	376.1	55.25	51.98
F3	F3-B11	17.6	17.6	0.8957	15.76	1.1	135.11	125	1.29	6	17.32	0.1039	428.1	428	362.1	362	66.03	66.02	

Chapitre VIII

Dimensionnement du réseau de distribution

F4	F4-B12	19.6	19.6	0.889	17.42	1.1	142.05	125	1.42	6	20.93	0.1256	427.8	427.7	361.6	361.6	66.22	66.1	
	F5	F5-F6	-	21.56	0.8824	19.02	1.1	148.43	160	0.95	340	7.18	2.4396	423.8	421.3	360	358	63.77	63.33
		F6-B7	13.5	8.06	0.9	7.254	1.1	91.655	90	1.14	247	20.72	5.1169	421.3	416.2	358	355.9	63.33	60.36
	F6	F6-B16	13.5	13.5	0.9	12.15	1.1	118.62	125	0.99	26	10.59	0.2753	421.3	421.1	358	359.2	63.33	61.85
	F7	F7-B14	14.33	14.33	0.9	12.9	1.1	122.21	125	1.05	31	11.85	0.3675	416.2	415.8	356	356	60.21	59.84
G	18	CM-B16	10.89	10.89	0.9	9.801	1.1	106.54	110	1.03	36	13.39	0.4819	430.6	430.2	379.8	381	50.84	49.18
H		CM-H1/H2	-	29.7	0.8552	25.4	1.1	171.51	160	1.26	10.5	12.39	0.1301	429.1	429	385	385.1	44.09	43.86
		H1/H2-B21	14.22	15.48	0.9	13.93	1.1	127.02	125	1.14	159	13.72	2.1809	429	426.8	385.1	380.5	43.86	46.27
	H1	H1-B22	1.17	2.34	0.9	2.106	1.1	49.385	63	0.68	464	11.95	5.5428	429	423.4	385.1	390	43.86	33.42
	H2	H2-B19		13.05	0.9	11.75	1.1	116.63	125	0.96	17	9.93	0.1689	426.8	426.6	385.1	386.1	41.68	40.54
		B19-B20	1.2	11.85	0.9	10.67	1.1	111.13	125	0.87	282	8.28	2.3343	426.6	424.3	386.1	391.1	40.54	33.21
I		CM-B23	4.32	4.32	0.9	3.888	1.1	67.101	63	1.25	89	38.06	3.3873	428.4	425	378.4	378.6	49.93	46.34
J		CM-J1		44.43	0.8059	35.81	1.1	203.64	200	1.14	127	7.75	0.9845	427.4	426.4	375.5	375.8	51.9	50.66
		J1-J2	10.56	33.78	0.8415	28.43	1.1	181.44	200	0.91	372	5.01	1.8643	426.4	424.6	375.8	376.5	50.66	48.06
		J2-J3	16.74	17.13	0.8972	15.37	1.1	133.41	125	1.25	102	16.51	1.6844	424.6	422.9	376.5	376.7	48.06	46.18
		J3-J4	3.35	13.78	0.9	12.4	1.1	119.84	125	1.01	157	11.01	1.7284	422.9	421.2	376.7	375.4	46.18	45.78
		J4-B29	12.18	1.6	0.9	1.44	1.1	40.837	50	0.73	92	18.54	1.7054	421.2	419.4	375.4	377.4	45.78	42.03
	J1	J1-B24	10.56	10.56	0.9	9.504	1.1	104.91	110	1	283	12.63	3.5746	426.4	422.9	375.8	370	50.66	52.85
	J2	J2-B25'	-	16.74	0.8985	15.04	1.1	131.98	125	1.23	295	15.85	4.6768	424.6	419.9	376.5	371	48.06	48.91
		B25'-B25	9.24	7.5	0.9	6.75	1.1	88.414	90	1.06	71.5	18.08	1.2927	419.9	418.6	376.5	370	43.39	48.59
	J3	J3-B26	3.35	3.35	0.9	3.015	1.1	59.09	63	0.97	15	23.54	0.353	422.9	422.5	376.7	376.4	46.18	46.18
	J4	J4-B27		12.18	0.9	10.96	1.1	112.67	110	1.15	142	16.54	2.349	421.2	418.8	275.4	372.3	145.8	46.5
B27-B28		5.58	12.18	0.9	10.96	1.1	112.67	110	1.15	105	16.54	1.7369	418.8	417.1	372.3	370	46.5	47.06	
K		CM-B30	15.83	15.83	0.9	14.25	1.1	128.45	125	1.16	195	14.31	2.7901	427	424.2	374.3	375.1	52.77	49.2
L		CM-B31/L1	-	29.75	0.855	25.44	1.1	171.63	160	1.27	154	12.42	1.9133	423.8	421.9	365.1	366.6	58.68	55.35
		B31-L2	8.43	21.32	0.8832	18.83	1.1	147.67	160	0.94	166	7.04	1.1682	421.9	420.7	366.6	365.7	55.35	55.09

Chapitre VIII

Dimensionnement du réseau de distribution

		L2-L3	4.43	16.89	0.898	15.17	1.1	132.53	125	1.24	104	16.11	1.675	420.7	419.1	365.7	366	55.09	53.1
		L3-L4	3.16	13.73	0.9	12.36	1.1	119.63	125	1.01	83	10.93	0.9075	419.1	418.2	366	366.2	53.1	52
		L4-L5	4.7	9.03	0.9	8.127	1.1	97.014	90	1.28	82	25.68	2.1057	418.2	416.1	366.2	365.8	52	50.25
		L5-B37	2.52	6.51	0.9	5.859	1.1	82.372	75	1.33	302	34.49	10.416	416.1	405.6	365.8	363.3	50.25	42.36
	L1	L1-B32	2.99	2.99	0.9	2.691	1.1	55.825	50	1.37	179	60.43	10.817	421.9	411.1	366.6	361.9	55.35	49.15
	L2	L2-B33	4.43	4.43	0.9	3.987	1.1	67.95	63	1.28	201.5	39.91	8.0422	420.7	412.7	365.7	362.2	55.09	50.55
	L3	L3-B34	3.16	3.16	0.9	2.844	1.1	57.39	63	0.91	45	21.08	0.9485	419.1	418.1	366	365.2	53.1	52.94
	L4	L4-B35	4.7	4.7	0.9	4.23	1.1	69.99	75	0.96	85	18.63	1.5839	418.2	416.6	366.2	364.6	52	51.98
	L5	L5-B36	2.52	2.52	0.9	2.268	1.1	51.25	50	1.16	12	43.74	0.5249	416.1	415.5	365.8	365.6	50.25	49.97
	M		CM-B38	4.26	4.26	0.9	3.834	1.1	66.634	63	1.23	202	37.07	7.4874	423.5	416.1	365.4	364.9	58.15
N		CM-B39	-	26.97	0.8643	23.31	1.1	164.3	160	1.16	148	10.53	1.5591	422.2	420.7	361	360.4	61.26	60.29
		B39-B39'	13.5	13.5	0.9	12.15	1.1	118.62	125	0.99	244	10.59	2.584	420.7	418.1	360.4	361.7	60.29	56.37
O		CM-O1	-	16.01	0.901	14.42	1.1	129.25	125	1.18	295	14.65	4.3209	422.2	417.8	360.8	358.3	61.35	59.58
		O1-B40	7.51	8.5	0.9	7.65	1.1	94.124	90	1.2	100	22.91	2.2905	417.8	415.5	358.3	360	59.58	55.54
	O1	O1-B42	4.43	4.43	0.9	3.987	1.1	67.95	75	0.9	216	16.66	3.5991	417.8	414.2	360	359.8	57.83	54.47
P		CM-B42	4.59	4.59	0.9	4.131	1.1	69.167	63	1.33	12	42.68	0.5122	421.5	421	360.7	358.9	60.78	62.07
Q		CM-B43	-	28.44	0.8594	24.44	1.1	168.24	160	1.22	119	11.52	1.371	420.6	419.2	355.9	356.1	64.66	63.1
		B43-B44	5.77	22.67	0.8787	19.92	1.1	151.88	125	1.62	250	26.96	6.7399	419.2	412.5	356.1	356.7	63.1	55.8
		B44-Q1/B45	5.17	17.5	0.896	15.68	1.1	134.75	125	1.28	169	17.15	2.8982	412.5	409.6	356.7	352.3	55.8	57.3
		B45-B47	10.52	6.98	0.9	6.282	1.1	85.294	90	0.99	48	15.78	0.7576	409.6	408.8	352.3	356.5	57.3	52.36
		B47-B48	0.96	6.02	0.9	5.418	1.1	79.212	75	1.23	131	29.75	3.8971	408.8	404.9	356.5	356.5	52.36	48.43
	Q1	Q1-B46	9.06	9.06	0.9	8.154	1.1	97.175	90	1.28	216	25.84	5.5817	409.6	404	352.3	354.5	57.3	49.49
R		CM-B49	-	33.2	0.8435	28	1.1	180.08	160	1.39	145	14.90	2.1604	420.5	418.4	359.2	355.8	61.32	62.56
		B49-B50	16.6	16.6	0.899	14.92	1.1	131.46	125	1.22	476	15.62	7.4348	418.4	410.9	355.8	349.5	62.56	61.43
S		CM-B51	-	12.61	0.9	11.35	1.1	114.64	110	1.19	118	17.66	2.0842	417.5	415.4	352.1	353.2	65.34	62.23
		B51-B52	5.06	7.55	0.9	6.795	1.1	88.708	90	1.07	111	18.31	2.0323	415.4	413.3	353.2	352.1	62.23	61.22

Chapitre VIII

Dimensionnement du réseau de distribution

		B52-B53	2.82	4.73	0.9	4.257	1.1	70.214	75	0.96	148	18.86	2.7912	413.3	410.6	352.1	352.9	61.22	57.62
T		CM-B56	9.35	9.35	0.9	8.415	1.1	98.718	90	1.32	32	27.43	0.8776	414.3	413.4	348.1	347.9	66.17	65.56
U		CM-B54	-	11.63	0.9	10.47	1.1	110.1	110	1.1	23	15.16	0.3486	414.2	413.9	348	348	66.2	65.85
		B54-54'	6.7	4.93	0.9	4.437	1.1	71.683	75	1	315	20.39	6.4243	413.9	407.4	348	348.3	65.85	59.11
		B54'-B55	2.57	2.36	0.9	2.124	1.1	49.596	50	1.08	179	38.64	6.9169	407.4	400.5	348.3	348.6	59.11	51.95
V		CM-B57/V1	-	50.09	0.787	39.42	1.1	213.66	200	1.26	215	9.30	1.9988	412.6	410.6	345.9	346.4	66.71	64.17
		B57-V2	14.25	35.84	0.8346	29.91	1.1	186.13	200	0.95	312	5.52	1.7217	410.6	408.8	346.4	346.8	64.17	62.07
		V2-B60	8.12	27.72	0.8618	23.89	1.1	166.33	160	1.19	178	11.03	1.9641	408.8	406.9	346.8	345	62.07	61.92
		B60-B61	5.24	22.48	0.8793	19.77	1.1	151.3	160	0.98	320	7.71	2.4685	406.9	404.4	345	342.5	61.92	61.93
	V1	V1-B58	8.37	8.37	0.9	7.533	1.1	93.401	90	1.18	200	22.25	4.4496	410.6	406.1	346.4	343.8	64.17	62.36
	V2	V2-B62	8.12	8.12	0.9	7.308	1.1	91.996	90	1.15	129	21.01	2.7101	408.8	406.1	346.8	347	62.07	59.09
W		CM-B67	-	56.92	0.7641	43.5	1.1	224.43	200	1.39	162	11.20	1.8138	409.5	407.7	340.8	340	68.7	67.7
		B67-B68	17.62	39.3	0.8231	32.35	1.1	193.55	200	1.03	275	6.40	1.7593	407.7	405.9	340	339	67.7	66.94
		B68-B69	31.6	7.7	0.9	6.93	1.1	89.585	90	1.09	289	19.00	5.4916	405.9	400.4	339	338.2	66.94	62.25
X		CM-B63	12.3	12.3	0.9	11.07	1.1	113.23	125	0.9	30	8.88	0.2664	409.5	409.2	340.7	341.1	68.76	68.12
Y		CM-B64	-	41.32	0.8163	33.73	1.1	197.64	200	1.07	258	6.92	1.7865	405.7	404	336.2	336.1	69.59	67.85
		B64-B65	21.65	19.67	0.8887	17.48	1.1	142.28	125	1.43	284	21.06	5.9819	404	398	336.1	332.1	67.85	65.87
		B65-B66	7.56	12.11	0.9	10.9	1.1	112.35	110	1.15	263	16.36	4.3034	398	393.7	332	334.5	65.96	59.14
Z		CM-B70	-	105.46	0.6018	63.47	1.1	271.11	250	1.29	25	7.48	0.1869	402	401.8	332.1	332.1	69.95	69.78
		B70-B71	10.7	94.76	0.6376	60.42	1.1	264.52	250	1.23	489	6.81	3.3313	401.8	398.5	332.1	331.9	69.78	66.64
		B71-B72	34.6	60.16	0.7533	45.32	1.1	229.09	250	0.92	626	3.96	2.4765	398.5	396	331.7	328.1	66.84	67.94
		B72-B73	8.22	51.94	0.7808	40.55	1.1	216.72	200	1.29	212	9.81	2.0795	396	394	328.1	327.1	67.94	66.89
		B73-Z1	9.45	42.49	0.8124	34.52	1.1	199.94	200	1.1	242	7.23	1.7505	394	392.2	327.1	322.7	66.89	69.46
		Z1-B75	31.62	31.62	0.8488	26.84	1.1	176.3	160	1.34	770	13.75	10.587	392.2	381.6	322.7	312.2	69.46	69.45
	Z1	Z1-B74	31.62	10.87	0.9	9.783	1.1	106.44	160	0.49	214	2.04	0.4369	392.2	391.8	322.7	325.2	69.46	66.61
AA		CM-B76	16.4	16.4	0.8997	14.75	1.1	130.72	125	1.2	312	15.29	4.7696	400.3	395.5	330.4	331.6	69.91	63.88

Chapitre VIII

Dimensionnement du réseau de distribution

BB	CM-B77	8.25	8.25	0.9	7.425	1.1	92.729	90	1.17	6	21.65	0.1299	393	392.8	328.7	328.8	64.23	64.08
CC	CM-B78	15.7	15.7	0.9	14.13	1.1	127.92	125	1.15	595	14.09	8.3819	392.9	384.5	327.1	322.5	65.75	61.95
DD	CM-B79	4.91	4.91	0.9	4.419	1.1	71.537	75	1	6	20.24	0.1214	392	391.8	326.8	326.7	65.16	65.14
EE	CM-B80	-	52.85	0.7778	41.1	1.1	218.18	180	1.62	217	17.06	3.7014	385.4	381.7	323.9	312.1	61.57	69.68
	B80-B81	15.6	37.25	0.8299	30.92	1.1	189.21	180	1.22	804	9.96	8.0045	381.7	373.7	312.1	315	69.68	58.77
	B81-B82	16.3	20.95	0.8844	18.53	1.1	146.49	160	0.92	313	6.83	2.1366	373.7	371.6	315	314.9	58.77	56.68
FF	CM-B83	23.46	23.46	0.8761	20.55	1.1	154.28	160	1.02	6	8.30	0.0498	383.8	383.7	323.6	323.4	60.19	60.3
GG	CM-B84	10	10	0.9	9	1.1	102.09	110	0.95	6	11.40	0.0684	370.1	370.1	321.7	321.6	48.46	48.42
HH	CM-B85	10.77	10.77	0.9	9.693	1.1	105.95	90	1.52	35	35.83	1.254	370	368.8	322	322	48.04	46.79

VIII.5. Equipement mis en place au niveau du réseau:

Chaque îlot sera desservi par une borne d'irrigation à une, deux, trois ou quatre prises (tubulures) et chaque prise sera équipée d'un limiteur de débit, un compteur et éventuellement réducteur de pression. Les diamètres des bornes en fonction des débits sont comme suit:

Tableau N°VIII.4 : choix de diamètre de la borne

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 8$ l/s	D=65 mm
$8 < Q < 20$ l/s	D=100 mm
$20 < Q < 25$ l/s	D=150 mm
$Q > 25$ l/s	D=200 mm

VIII.5.1. Vannes:

Elles sont nécessaires pour l'exploitation des réseaux, puisque permettent d'en isoler une partie pour l'intervention sans arrêter totalement l'irrigation.

Les vannes de section sont installées automatiquement au départ de toutes les branches et des sous branches.

VIII.5.2. Ventouses:

Comme nous l'avons dit précédemment les ventouses sont placées aux points hauts des adductions, voir le tableau ci-après.

Tableau N°VIII.5 : choix des ventouses

Diamètre de la conduite	Diamètre de l'orifice d'évacuation de l'air
$D < 500$ mm	D=80mm
$500 < D < 900$ mm	D=100mm

VIII.5.3. Vidange:

Les vidanges sont placées au niveau des points bas pour permettre l'évacuation gravitaire de l'eau.

VIII.5.4. Compteurs de débit:

Le suivi et le contrôle des consommations en eau des irrigations se feront à l'aide de compteurs totaliseur de volume qui devront être adaptés au comptage des eaux chargées de particules solides en suspension.

VIII.6. Récapitulatif appareillage:**Tableau N°VIII.6 : Récapitulatif appareillage**

	ventouses		Vannes à opercule									Vanne papillon	Bornes d'irrigation
	80	100	63	90	110	125	160	200	250	315	400		
Diamètre	80	100	63	90	110	125	160	200	250	315	400	600	80
Nombre	70	4	44	100	56	13	16	3	6	4	-	2	85

VIII.7. Estimation du projet :

Dans ce chapitre nous allons faire une estimation sommaire du projet pour avoir une idée générale sur le coût de réalisation d'un tel projet.

VIII.7.1. Conduite d'adduction:**Tableau N° VIII.7: Coût de la conduite d'adduction**

Diamètre conduit d'adduction	Longueur m	Matériaux des conduites d'adduction	Prix unitaires DA/ml TTC	Fourniture DA	Coût total après majoration DA
600	8033.10	Béton précontraint classe	2487	19978319	27969647.6
500	1645		2075	3408440	4771816
400	846	PEHD PN10	7429.25	6285145	8799203
315	316		4630.20	1463143	2048400
250	561		2903.68	1628964	2280550
200	565		1870.40	1056776	1479486
160	310		1195.37	370564	518790
110	8		572.89	4583	6416.368
Total	122284.1				3419593

Remarques:

- Coût total de la conduite d'adduction =3419593DA.
- Coût global du projet est estimé après majoration de % à 47484311DA.
- Prix hydro canal pour les conduites en béton précontraint.
- Prix Chiali pour les conduites en PEHD.
- Prix année 2005.

VIII.7.2. Conduite de distribution:**Tableau N°VIII.8:** Coût de la conduite de distribution.

Diamètre conduit de distribution	Longueur m	Matériaux des conduites d'adduction	Prix unitaires DA/ml TTC	Fourniture DA	Coût total après majoration DA
315	256	PEHD PN10	4630.20	11853312	1659463
250	1683		2903.68	4886893	6841650
200	3906.5		1870.40	7306717	10229404
160	2934.45		1195.37	3507753	4910854
125	4946		729.86	3609887	5053842
110	2020		572.89	1157237	1620132
90	2006.82		384.54	771702	1080383
75	1203		312..20	375576	525807
63	990.3		220.32	218182	305456
50	834		138.33	115367	161514
40	92		90.87	8360	11704
Total	20872.07				23143010

Remarques:

- Coût total de la conduite d'adduction =23143010DA.
- Coût global du projet est estimé après majoration de 40% à 32400209DA.
- Prix chiali pour les conduites en PEHD.
- Prix année 2005.

VIII.7.3. Coût du bassin de stockage :**Tableau N°VIII.9:** Coût du bassin de stockage.

Bassin de Stockage	Volume m ³	Coût en DA
	10600	139281000

VIII.7.4. Coût total du projet :

Coût total du projet est estimé à : 21955825.95 DA

Conclusion générale:

Le périmètre de Hennaya est caractérisé par des terrains plats avec une pente régulière de 1.7 % dirigée vers le Nord et une altitude qui varie de 390 et 320 m. Son alimentation se fera par une conduite gravitaire qui va acheminer les eaux usées traitées issues de la future STEP de Tlemcen qui est située plus en amont à une distance d'environ 5 km et une altitude de 524m, vers un bassin de stockage et de transit dont le but sera de compenser les variations journalières des débits d'eau usées traitées, de diminuer la charge hydraulique du fait de la forte dénivellée qui existe entre la périmètre et la STEP mais aussi de permettre la réduction du temps des irrigations pendant les périodes de grandes chaleurs.

L'installation de la STEP de Tlemcen a bien répondu aux attentes des agriculteurs dans le domaine de l'irrigation mais aussi elle assure une eau de bonne qualité qui répond aux normes souhaitées.

Afin d'éviter tout problème qui puisse porter atteinte à la santé publique nous recommandons de faire une surveillance minutieuse de la qualité des eaux usées traitées avant qu'elle ne soit injectée dans le réseau d'irrigation.

Bibliographie

BECHAC.J , BOUTIN.P ,MERCIER.B, BUER.P(1984)- Traitement des eaux usées.

BELBIA Ghali (1996) La reutilisation des eaux usées épurées à des fins agricoles, une dimension important pour l'économie de l'eau.

ECOSSE D. (2001) - Techniques alternatives en vue de subvenir à la pénurie d'eau dans le monde. Mém. D.E.S.S. « Qualité et Gestion de l'Eau », Fac. Sciences, Amiens.

KOLIAI.D 2006/2007 : Cours de la reutilisation des eaux usées épurées 5^{ème} Année

LAZAROVA.V(1998) (CIRSEE - Lyonnaise des Eaux) et « La réutilisation des eaux usées » ; « L'eau, l'industrie, les nuisances »

MECHEBEK .A (1983)- Eaux et sols d'algerie vol3 (l'utilisation des eaux usées traitée dans l'agriculture).

MEKKI Messahel, cours d'irrigation quatrième année

RENE Léonce- Hydraulique agricole

TIERCELIN J.R- Traité d'irrigation

VERMEIREN.L(1983)- L'irrigation localisée : calcul, mise en place, exploitation.

<http://www.fao.org/docrep/V7160F/v7160f01.htm#TopOfPage>

ANNEXES

ANNEXE N°1: Calcul des besoins nets en eau d'irrigation pour chaque culture

ANNEXE N°2: Cartes16

Annexe N°1 : Calcul des besoins nets en eau d'irrigation pour les différentes cultures.

ANNEXE N°1: Calcul des besoins nets en eau d'irrigation pour chaque culture

poivron							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Mai	init	0.4	1.56	14	14.3	0	0
	init	0.4	1.66	16.6	14.5	0.21	2.1
	init	0.4	1.77	19.5	10.5	0.82	9
Juin	déve	0.48	2.25	22.5	5.2	1.73	17.3
	déve	0.64	3.18	31.8	1	3.08	30.8
	déve	0.81	4.18	41.8	1	4.08	40.8
Juillet	déve	0.97	5.32	53.2	1.2	5.2	52
	mi	1.05	6.05	60.5	0.6	5.99	59.9
	mi	1.05	5.87	64.6	1	5.79	63.6
Août	mi	1.05	5.66	56.6	1.1	5.56	55.6
	mi	1.05	5.52	55.2	1.1	5.41	54.1
	mi	1.05	5.1	56.1	3	4.83	53.1
Septembre	mi/arr	1.05	4.66	46.6	5.2	4.15	41.5
	arr	1.02	4.14	41.4	6.9	3.45	34.5
	arr	0.98	3.56	35.6	8.1	2.75	27.5
Octobre	arr	0.94	3.02	24.2	7.1	2.13	17.1
TOTAL				640.3	81.8		558.8

piment							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Mai	init	0.75	2.93	26.3	14.3	1.34	12
	init	0.75	3.12	31.2	14.5	1.67	16.7
	init	0.75	3.32	36.5	10.5	2.36	26
Juin	déve	0.78	3.66	36.6	5.2	3.14	31.4
	déve	0.85	4.18	41.8	1	4.07	40.7
	déve	0.91	4.71	47.1	1	4.61	46.1
Juillet	déve/mi	0.96	5.25	52.5	1.2	5.13	51.3
	mi	0.97	5.6	56	0.6	5.54	55.4
	mi	0.97	5.44	59.8	1	5.35	58.8
Août	mi	0.97	5.24	52.4	1.1	5.14	51.4
	mi/arr	0.94	4.95	49.5	1.1	4.84	48.4
	arr	0.86	4.16	45.8	3	3.89	42.8
Septembre	arr	0.76	3.4	27.2	4.1	2.88	23
TOTAL				562.6	58.6		504

Vigne							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Avril	init	0.5	1.54	15.4	19.8	0	0
	déve	0.52	1.76	17.6	18.9	0	0
	déve	0.56	2.05	20.5	17.2	0.33	3.3
Mai	déve	0.6	2.36	23.6	15.9	0.77	7.7
	déve	0.65	2.69	26.9	14.5	1.24	12.4
	dé/mi	0.69	3.05	33.5	10.5	2.09	23
Juin	mi	0.71	3.32	33.2	5.2	2.8	28
	mi	0.71	3.51	35.1	1	3.41	34.1
	mi	0.71	3.68	36.8	1	3.58	35.8
Juillet	mi	0.71	3.89	38.9	1.2	3.78	37.8
	mi	0.71	4.09	40.9	0.6	4.03	40.3
	mi	0.71	3.97	43.7	1	3.88	42.7
Août	mi	0.71	3.83	38.3	1.1	3.72	37.2
	mi	0.71	3.73	37.3	1.1	3.62	36.2
	mi	0.71	3.45	37.9	3	3.18	34.9
Septembre	mi/arr	0.7	3.12	31.2	5.2	2.61	26.1
	arr	0.66	2.68	26.8	6.9	1.99	19.9
	arr	0.6	2.17	21.7	8.1	1.36	13.6
Octobre	arr	0.53	1.72	17.2	8.9	0.83	8.3
	arr	0.47	1.32	13.2	9.9	0.33	3.3
TOTAL				589.9	151		444.6

Pécher							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Avril	init	0.8	2.47	24.7	19.8	0.48	4.8
	init	0.8	2.71	27.1	18.9	0.81	8.1
	init	0.8	2.91	29.1	17.2	1.2	12
Mai	init	0.8	3.12	31.2	15.9	1.53	15.3
	init	0.8	3.33	33.3	14.5	1.88	18.8
	init	0.8	3.54	38.9	10.5	2.59	28.4
Juin	déve	0.82	3.82	38.2	5.2	3.3	33
	déve	0.85	4.2	42	1	4.1	41
	déve	0.88	4.58	45.8	1	4.48	44.8
Juillet	déve	0.92	5.04	50.4	1.2	4.92	49.2
	déve	0.95	5.48	54.8	0.6	5.42	54.2
	déve	0.99	5.52	60.7	1	5.43	59.8
Août	déve	1.02	5.51	55.1	1.1	5.41	54.1
	déve	1.06	5.56	55.6	1.1	5.44	54.4
	déve	1.09	5.3	58.4	3	5.03	55.3
Septembre	dé/mi	1.11	4.97	49.7	5.2	4.45	44.5
	mi	1.12	4.53	45.3	6.9	3.84	38.4
	mi	1.12	4.07	40.7	8.1	3.26	32.6
Octobre	mi	1.12	3.6	36	8.9	2.71	27.1
	mi	1.12	3.13	31.3	9.9	2.14	21.4
	mi	1.12	2.73	30	12.7	1.57	17.3
Novembre	mi	1.12	2.32	23.2	16.5	0.66	6.6
	mi	1.12	1.91	19.1	19.6	0	0
	mi/arr	1.11	1.65	16.5	18.8	0	0
Décembre	arr	1.09	1.38	13.8	17.6	0	0
	arr	1.06	1.11	11.1	17.2	0	0
	arr	1.03	1.14	12.5	17.1	0	0
Janvier	arr	1	1.17	11.7	16.6	0	0
	arr	0.98	1.19	11.9	16.2	0	0
	arr	0.95	1.33	14.7	17.6	0	0
Février	arr	0.92	1.46	14.6	19.3	0	0
	arr	0.89	1.58	15.8	20.5	0	0
	arr	0.86	1.74	13.9	20.9	0	0
Mars	arr	0.84	1.89	18.9	21.5	0	0
	arr	0.81	2.02	20.2	22.2	0	0
	arr	0.78	2.18	21.8	19.1	0.27	2.7
TOTAL				1117.9	444.4		723.9

Pommier /poirier							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Avril	init	0.6	1.85	18.5	19.8	0	0
	init	0.6	2.03	20.3	18.9	0.14	1.4
	init	0.6	2.18	21.8	17.2	0.47	4.7
Mai	init	0.6	2.34	23.4	15.9	0.75	7.5
	init	0.6	2.5	25	14.5	1.04	10.4
	in/dé	0.6	2.66	29.3	10.5	1.71	18.8
Juin	déve	0.62	2.92	29.2	5.2	2.39	23.9
	déve	0.66	3.27	32.7	1	3.17	31.7
	déve	0.7	3.63	36.3	1	3.53	35.3
Juillet	déve	0.74	4.05	40.5	1.2	3.94	39.4
	déve	0.78	4.48	44.8	0.6	4.42	44.2
	déve	0.82	4.57	50.3	1	4.49	49.4
Août	déve	0.86	4.63	46.3	1.1	4.52	45.2
	déve	0.9	4.72	47.2	1.1	4.6	46
	dé/mi	0.93	4.53	49.8	3	4.25	46.8
Septembre	mi	0.95	4.22	42.2	5.2	3.71	37.1
	mi	0.95	3.85	38.5	6.9	3.15	31.5
	mi	0.95	3.45	34.5	8.1	2.64	26.4
Octobre	mi	0.95	3.05	30.5	8.9	2.17	21.7
	mi	0.95	2.66	26.6	9.9	1.66	16.6
	mi	0.95	2.31	25.4	12.7	1.15	12.7
Novembre	mi	0.95	1.97	19.7	16.5	0.31	3.1
	mi	0.95	1.62	16.2	19.6	0	0
	mi/arr	0.94	1.4	14	18.8	0	0
Décembre	arr	0.92	1.17	11.7	17.6	0	0
	arr	0.9	0.93	9.3	17.2	0	0
	arr	0.87	0.96	10.5	17.1	0	0
Janvier	arr	0.84	0.98	9.8	16.6	0	0
	arr	0.81	0.99	9.9	16.2	0	0
	arr	0.79	1.11	12.2	17.6	0	0
Février	arr	0.76	1.21	12.1	19.3	0	0
	arr	0.73	1.3	13	20.5	0	0
	arr	0.71	1.43	11.4	20.9	0	0
Mars	arr	0.69	1.54	15.4	21.5	0	0
	arr	0.66	1.64	16.4	22.2	0	0
	arr	0.63	1.76	17.6	19.1	0	0
TOTAL				912.2	444.4	553.8	

Melon							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Avril	init	0.5	1.54	15.4	19.8	0	0
	init	0.5	1.69	16.9	18.9	0	0
	init	0.5	1.82	18.2	17.2	0.1	1
Mai	déve	0.57	2.22	22.2	15.9	0.63	6.3
	déve	0.71	2.94	29.4	14.5	1.49	14.9
	déve	0.85	3.76	41.4	10.5	2.81	30.9
Juin	dé/mi	0.99	4.63	46.3	5.2	4.1	41
	mi	1.05	5.19	51.9	1	5.09	50.9
	mi	1.05	5.44	54.4	1	5.34	53.4
Juillet	mi	1.05	5.76	57.6	1.2	5.64	56.4
	mi	1.05	6.05	60.5	0.6	5.99	59.9
	mi/arr	1.04	5.8	63.8	1	5.71	62.8
Août	arr	0.96	5.15	51.5	1.1	5.05	50.5
	arr	0.82	4.32	43.2	1.1	4.21	42.1
	arr	0.69	3.34	30	2.5	3.06	27.6
TOTAL				602.6	111.4	497.6	

pastèque							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Avril	init	0.4	1.25	11.2	17.8	0	0
	init	0.4	1.35	13.5	18.9	0	0
	init	0.4	1.46	14.6	17.2	0	0
Mai	in/dé	0.47	1.83	18.3	15.9	0.24	2.4
	déve	0.61	2.55	25.5	14.5	1.1	11
	déve	0.77	3.42	37.6	10.5	2.47	27.2
Juin	déve	0.93	4.37	43.7	5.2	3.85	38.5
	mi	1.01	4.99	49.9	1	4.89	48.9
	mi	1.01	5.23	52.3	1	5.13	51.3
Juillet	mi	1.01	5.54	55.4	1.2	5.42	54.2
	mi	1.01	5.82	58.2	0.6	5.76	57.6
	mi/arr	1	5.62	61.8	1	5.53	60.9
Août	arr	0.94	5.09	50.9	1.1	4.99	49.9
	arr	0.83	4.39	43.9	1.1	4.28	42.8
	arr	0.72	3.5	35	2.7	3.22	32.2
TOTAL				571.9	109.7		476.8

Tomate							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Mai	Init	0.7	2.73	24.6	14.3	1.14	10.3
	Init	0.7	2.91	29.1	14.5	1.46	14.6
	init	0.7	3.09	34	10.5	2.14	23.6
Juin	déve	0.74	3.45	34.5	5.2	2.93	29.3
	déve	0.81	4.02	40.2	1	3.91	39.1
	Deve	0.89	4.6	46	1	4.5	45
Juillet	Deve	0.96	5.29	52.9	1.2	5.17	51.7
	mi	1	5.77	57.7	0.6	5.71	57.1
	mi	1	5.6	61.6	1	5.51	60.6
Août	mi	1	5.4	54	1.1	5.29	52.9
	mi	1	5.27	52.7	1.1	5.15	51.5
	mi/arr	0.95	4.64	51	3	4.36	48
Septembre	arr	0.84	3.75	37.5	5.2	3.23	32.3
	arr	0.71	2.87	28.7	6.9	2.18	21.8
	arr	0.59	2.14	17.1	6.5	1.33	10.7
TOTAL				621.6	73	548.6	

Pomme de terre							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Août	init	0.55	2.97	17.8	0.6	2.86	17.2
	init	0.55	2.89	28.9	1.1	2.78	27.8
	in/dé	0.57	2.76	30.4	3	2.49	27.4
Septembre	déve	0.68	3.03	30.3	5.2	2.51	25.1
	déve	0.86	3.5	35	6.9	2.81	28.1
	dé/mi	1.03	3.75	37.5	8.1	2.94	29.4
Octobre	mi	1.1	3.56	35.6	8.9	2.67	26.7
	mi	1.1	3.1	31	9.9	2.1	21
	mi	1.1	2.69	29.6	12.7	1.54	16.9
Novembre	mi	1.1	2.29	22.9	16.5	0.63	6.3
	arr	1.03	1.76	17.6	19.6	0	0
	arr	0.88	1.31	13.1	18.8	0	0
Décembre	arr	0.73	0.93	9.3	17.6	0	0
TOTAL				338.9	129	225.9	

Oignon sec							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Mars	init	0.7	1.81	18.1	22.2	0	0
	init	0.7	2	22	21	0.09	1
Avril	init	0.7	2.18	21.8	19.8	0.2	2
	in/dé	0.72	2.42	24.2	18.9	0.53	5.3
	déve	0.76	2.77	27.7	17.2	1.05	10.5
Mai	déve	0.81	3.18	31.8	15.9	1.59	15.9
	déve	0.87	3.62	36.2	14.5	2.17	21.7
	dé/mi	0.91	4.01	44.1	10.5	3.06	33.7
Juin	mi	0.92	4.3	43	5.2	3.78	37.8
	mi	0.92	4.54	45.4	1	4.44	44.4
	mi	0.92	4.76	47.6	1	4.66	46.6
Juillet	mi	0.92	5.04	50.4	1.2	4.92	49.2
	mi/arr	0.89	5.15	51.5	0.6	5.09	50.9
	arr	0.83	4.64	51.1	1	4.56	50.1
Août	arr	0.76	4.08	40.8	1.1	3.97	39.7
	arr	0.7	3.66	25.6	0.8	3.55	24.8
TOTAL				581.2	151.8		433.4

Chou							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Août	init	0.7	3.78	34	1	3.67	33
	init	0.7	3.68	36.8	1.1	3.57	35.7
	déve	0.74	3.61	39.7	3	3.34	36.7
Septembre	déve	0.83	3.7	37	5.2	3.18	31.8
	déve	0.92	3.72	37.2	6.9	3.03	30.3
	dé/mi	0.98	3.58	35.8	8.1	2.77	27.7
Octobre	mi	1	3.24	32.4	8.9	2.35	23.5
	mi	1	2.82	28.2	9.9	1.83	18.3
	arr	0.93	2.28	20.5	10.4	1.12	10.1
TOTAL				301.6	54.5		247.1

Sorgho							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Juin	déve	0.65	3.04	30.4	5.2	2.52	25.2
	déve	0.81	4.01	40.1	1	3.91	39.1
	déve	0.97	5.04	50.4	1	4.94	49.4
Juillet	mi	1.05	5.78	57.8	1.2	5.66	56.6
	mi	1.05	6.07	60.7	0.6	6.01	60.1
	mi	1.05	5.89	64.8	1	5.81	63.9
Août	arr	0.96	5.17	51.7	1.1	5.07	50.7
	arr	0.77	4.06	40.6	1.1	3.94	39.4
	arr	0.58	2.83	25.5	2.5	2.56	23
TOTAL				422.1	14.6		407.4

Blé							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Novembre	init	0.62	1.29	12.9	16.5	0	0
	init	0.62	1.06	10.6	19.6	0	0
	init	0.62	0.92	9.2	18.8	0	0
Décembre	déve	0.65	0.82	8.2	17.6	0	0
	déve	0.7	0.73	7.3	17.2	0	0
	déve	0.76	0.83	9.2	17.1	0	0
Janvier	déve	0.81	0.94	9.4	16.6	0	0
	déve	0.87	1.06	10.6	16.2	0	0
	déve	0.93	1.3	14.3	17.6	0	0
Février	déve	0.98	1.56	15.6	19.3	0	0
	déve	1.04	1.84	18.4	20.5	0	0
	déve	1.08	2.22	17.8	20.9	0	0
Mars	déve	1.13	2.63	26.3	21.5	0.47	4.7
	déve	1.19	3.07	30.7	22.2	0.86	8.6
	mi	1.21	3.46	38.1	21	1.55	17.1
Avril	mi	1.21	3.78	37.8	19.8	1.8	18
	mi	1.21	4.1	41	18.9	2.21	22.1
	mi/arr	1.21	4.39	43.9	17.2	2.67	26.7
Mai	arr	1.12	4.38	43.8	15.9	2.79	27.9
	arr	0.97	4.03	40.3	14.5	2.58	25.8
	arr	0.81	3.58	35.8	9.5	2.62	26.2
TOTAL				481.3	378.5		177.2

Luzerne							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Octobre	init	0.75	2.42	24.2	8.9	1.53	15.3
	init	0.75	2.11	21.1	9.9	1.11	11.1
	init	0.75	1.83	20.2	12.7	0.68	7.4
Novembre	init	0.75	1.56	15.6	16.5	0	0
	init	0.75	1.28	12.8	19.6	0	0
	init	0.75	1.11	11.2	18.8	0	0
Décembre	init	0.75	0.95	9.5	17.6	0	0
	init	0.75	0.78	7.8	17.2	0	0
	init	0.75	0.83	9.1	17.1	0	0
Janvier	déve	0.74	0.86	8.6	16.6	0	0
	déve	0.71	0.87	8.7	16.2	0	0
	déve	0.69	0.97	10.6	17.6	0	0
Février	déve	0.66	1.05	10.5	19.3	0	0
	déve	0.64	1.13	11.3	20.5	0	0
	déve	0.61	1.26	10.1	20.9	0	0
Mars	déve	0.59	1.37	13.7	21.5	0	0
	déve	0.57	1.47	14.7	22.2	0	0
	dé/mi	0.54	1.54	17	21	0	0
Avril	mi	0.53	1.64	16.4	19.8	0	0
	mi	0.53	1.78	17.8	18.9	0	0
	mi	0.53	1.92	19.2	17.2	0.2	2
Mai	mi	0.53	2.06	20.6	15.9	0.47	4.7
	mi	0.53	2.19	21.9	14.5	0.74	7.4
	mi	0.53	2.33	25.6	10.5	1.38	15.2
Juin	mi	0.53	2.47	24.7	5.2	1.95	19.5
	mi	0.53	2.61	26.1	1	2.5	25
	mi/arr	0.58	2.98	29.8	1	2.88	28.8
Juillet	arr	0.62	3.42	34.2	1.2	3.3	33
	arr	0.62	3.59	35.9	0.6	3.53	35.3
	arr	0.62	3.48	38.3	1	3.4	37.4
Août	arr	0.62	3.36	33.6	1.1	3.25	32.5
	arr	0.62	3.28	32.8	1.1	3.16	31.6
	arr	0.62	3.03	33.3	3	2.75	30.3
Septembre	arr	0.62	2.78	27.8	5.2	2.26	22.6
	arr	0.62	2.53	25.3	6.9	1.84	18.4
	arr	0.62	2.27	22.7	8.1	1.46	14.6
TOTAL				722.5	446.3		392.2

Agrumes							
mois	N° décade	Kc	ETR mm/j	ETR mm/déc	Peff mm/déc	Bnets mm/j	Bnets mm/déc
Avril	init	0.8	2.49	24.9	19.8	0.51	5.1
	init	0.8	2.7	27	18.9	0.81	8.1
	init	0.8	2.91	29.1	17.2	1.2	12
Mai	init	0.8	3.12	31.2	15.9	1.53	15.3
	init	0.8	3.33	33.3	14.5	1.88	18.8
	in/dé	0.8	3.54	38.9	10.5	2.58	28.4
Juin	déve	0.8	3.73	37.3	5.2	3.21	32.1
	déve	0.79	3.92	39.2	1	3.82	38.2
	déve	0.79	4.09	40.9	1	4	40
Juillet	déve	0.79	4.32	43.2	1.2	4.2	42
	déve	0.78	4.51	45.1	0.6	4.45	44.5
	déve	0.78	4.36	47.9	1	4.27	47
Août	déve	0.78	4.18	41.8	1.1	4.08	40.8
	déve	0.77	4.06	40.6	1.1	3.95	39.5
	dé/mi	0.77	3.74	41.1	3	3.46	38.1
Septembre	mi	0.77	3.42	34.2	5.2	2.9	29
	mi	0.77	3.11	31.1	6.9	2.42	24.2
	mi	0.77	2.79	27.9	8.1	1.98	19.8
Octobre	mi	0.77	2.48	24.8	8.9	1.59	15.9
	mi	0.77	2.16	21.6	9.9	1.16	11.6
	mi	0.77	1.87	20.6	12.7	0.72	7.9
Novembre	mi	0.77	1.59	15.9	16.5	0	0
	mi	0.77	1.31	13.1	19.6	0	0
	mi/arr	0.77	1.14	11.4	18.8	0	0
Décembre	arr	0.76	0.96	9.6	17.6	0	0
	arr	0.75	0.78	7.8	17.2	0	0
	arr	0.74	0.82	9	17.1	0	0
Janvier	arr	0.74	0.85	8.5	16.6	0	0
	arr	0.73	0.89	8.9	16.2	0	0
	arr	0.72	1.01	11.2	17.6	0	0
Février	arr	0.71	1.14	11.4	19.3	0	0
	arr	0.7	1.25	12.5	20.5	0	0
	arr	0.7	1.43	11.4	20.9	0	0
Mars	arr	0.69	1.6	16	21.5	0	0
	arr	0.68	1.77	17.7	22.2	0	0
	arr	0.68	1.93	19.3	19.1	0.02	0.2
TOTAL				905.7	444.4		558.4

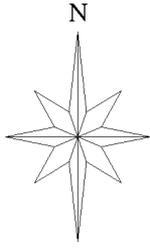
Annexe N°2

Carte Pédologique.

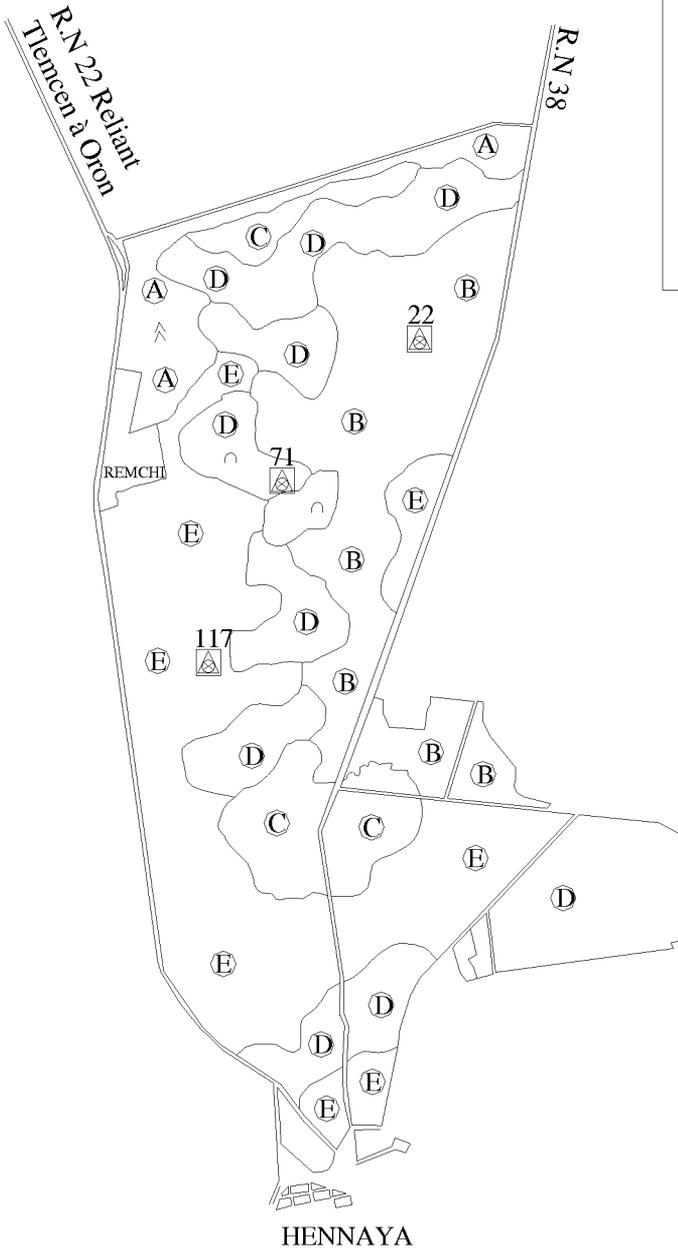
Carte de répartition des sols du périmètre en fonction de la classification culturale des sols.

Carte d'aptitude culturale des sols.

Carte pedologique



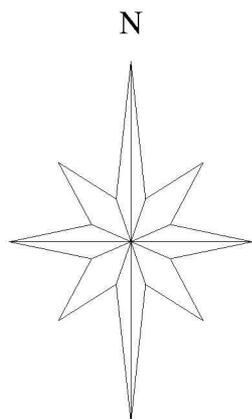
Représentation	Classe	Profondeur	Type
Ⓐ		peu profond	Liomon-argileux à argilo-limoneux
Ⓑ	sol calci-Magnésiques	profond a moyen-t profond	Liomon-argileux argileux
Ⓒ		moyen-t profond	Argileux Argileux-limoneux Limoneux-sableux
Ⓓ	sols iso-humiques	moyen-t profond	Argileux Liomon-argileux
Ⓔ	sols à sdesquioxyde de fer	moyen-t profond	



ROCHES

- ⋈ Roche calcaire dure
- ∩ Roche calcaire tendre
- ⊗ Conglomérat
- ⌘ ROCHE
- 71 Numéro de la fosse d'observation
- ⊠ Fosse d'observation

Répartition des sols du périmètre en fonction de la classification de la FAO



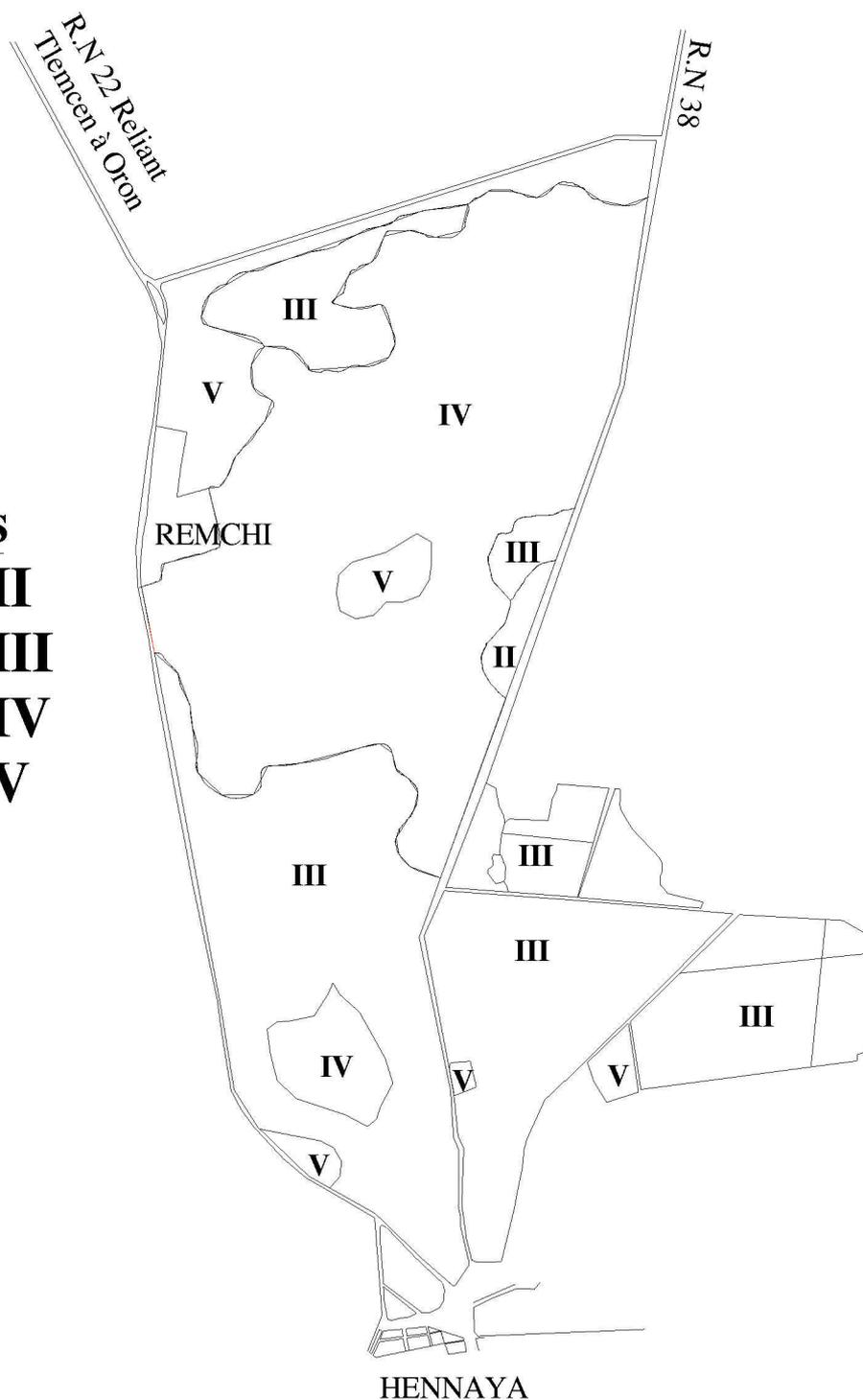
classe de sols

sol de classe **II**

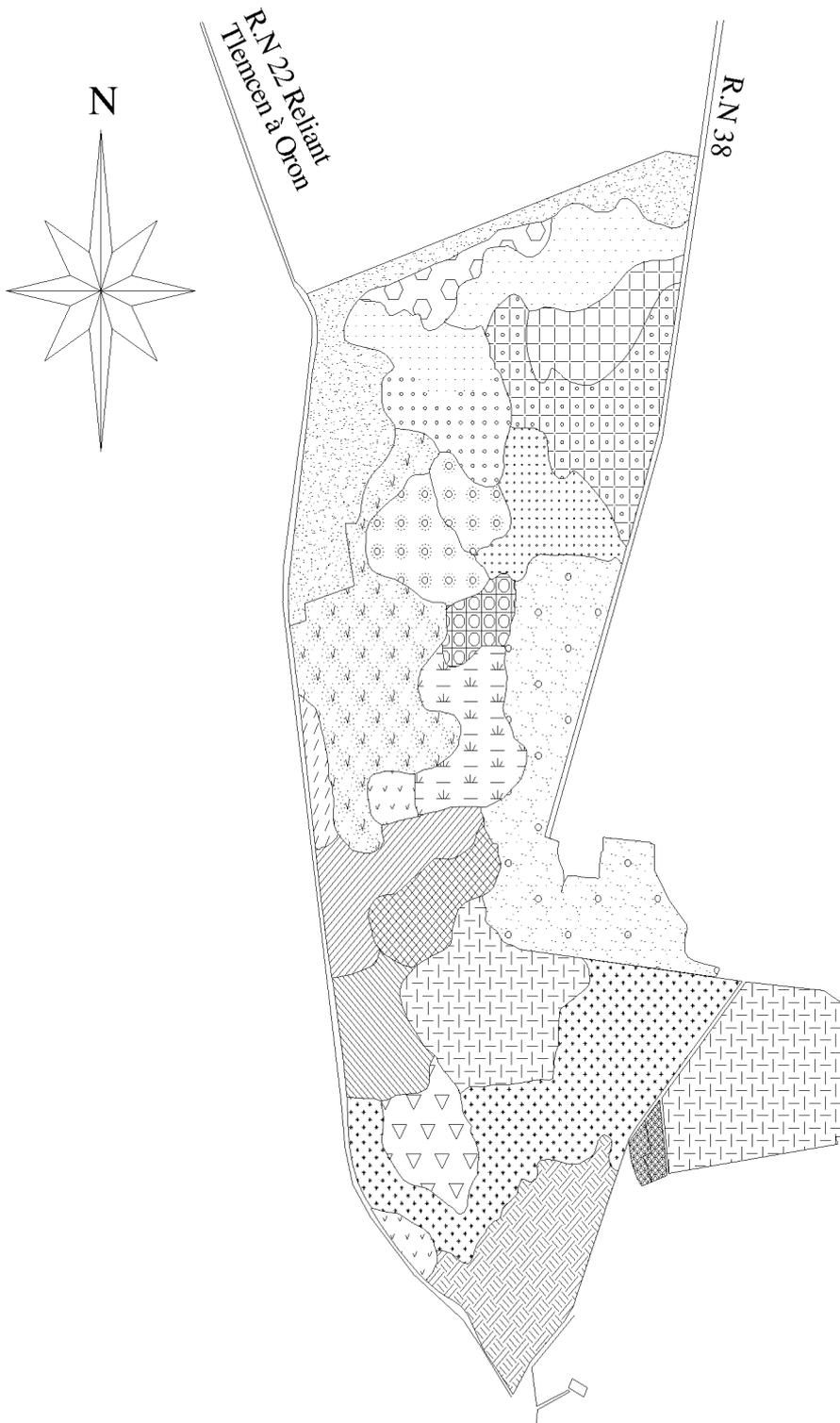
sol de classe **III**

sol de classe **IV**

sol de classe **V**



Carte d'aptitude culturale des sols



-  C11 M31st
-  B34 I12 C11 M25
-  B34 I21t C22 M25
-  B34 I21t C22s M25
-  E. Cr. U
-  B32a I12 C10 M10
-  E. Cr
-  B25a1 I11 C11s M11s
-  B25 I21 C14 M15s
-  B33a1 I12 C11s M15s
-  B34 I21t C11 M15s
-  B33a1 I21 C11s M15s
-  B34a2 I11 M15
-  B33a2 I11 C11 M15
-  B34 I21t C22 M15s
-  B34 I21t C21 M15
-  B33a2 I21t C21 M15
-  B34 I21t C22 M15
-  B26 I21t C13 M15s
-  B33a1 I21 C11 M15s

I. Cultures arboricoles :

B25

Bon : pour prunier, pêcher, pommier doucin et figuier.
Moyen : pour toutes les autres cultures arbustives à l'exception.

B26

Bon : pour pêcher, abricotier, amandiers et olivier.
Moyen : pour agrumes, abricotier, cerisier, pommier et figuier.

B32

Moyen : pour tout les cultures arboricole sauf les agrumes, cerisier, pommier, poirier.

B33

Moyen : pour toutes les cultures arbustives, sauf les agrumes les pêcheurs, abricotier, amandier.

B34

Moyen : pour pêche, amandier, abricotier amandier, olivier, figuier, pommier.

NB :

Lorsque la valeur de CA est comprise entre 7% et 12% l'aptitude est alors suivie de la restriction a 1, exclure les cerisiers, pêche sur franc, abricotier sur pêche franc poirier sur cognassier.

Si CA>12% il faut exclure l'abricotier, le pommier.

II. cultures industrielles :

I11

Bon pour toutes les cultures industrielles possible sous du mat de la région.

I12

Bon pour la betterave à sucre, coton et tournesol.
Moyen pour la tabac et lin.

I21

Aptitudes moyennes pour toutes les cultures industrielles, lorsque l'aptitude est suivie de la lettre (t), Il faut exclure la betterave à sucre et le tournesol à cause de la texture très fine.

I22

Aptitude moyenne pour toutes les cultures industrielles, lorsque l'aptitude est suivie de la lettre (s), Il faut exclure tabac et le lin à cause de la conductivité électrique >4mmhos.

III. CULTURES CERÉALIERES ET FOURRAGERES :

C10

Aptitude bonne pour toutes les cultures céréalières et fourragères.

C11

Idem que précédente sauf qu'elle est moyenne lorsque l'aptitude est suivie de la restriction (s), Il faut exclure le bersim et la vesce avoine (CES>2mmhos/cm).

C13

Aptitude bonne pour fétuque, vesce avoine, ray grass, blé dur, blé tendre et orge.

C14

Bon pour le sorgho, fétuque, ray grass et orge.
Moyen pour la luzerne, maïs, blé dur et betterave. Exclure bersim et vesce avoine.

C21

Aptitude moyenne pour toutes les cultures céréalières et fourragères.

C22

Aptitude moyenne pour fétuque, vesce avoine, ray grass, blé dur et orge.
Exclure luzerne, bersim sorgho ; maïs, blé tendre. Lorsque l'aptitude est suivie de la restriction (s), il faut exclure le vesce avoine (CES>4mmhos/cm)

Cultures maraîchères

M10

Bonne pour toutes les cultures maraîchères sous le climat de la région, sauf pour l'asperge qui n'a qu'une aptitude moyenne.

M11

Aptitude bonne à toutes les cultures

M15

Bon pour : artichaut, oignons, navets, choux-fleurs, épinard, laitue et fraisier.
Moyen pour : tomate, ail, aubergine, pastèque, melon, primeur, poivron, haricots, concombres et les petit pois.
Exclure : pomme de terre, carotte, asperge et primeur.
Lorsque le M15 est suivi de la restriction (s), l'aptitude est moyenne pour l'épinard avec exclusion de l'haricot et du petit pois.

M25

Aptitude moyenne pour : artichaut, choux-fleurs, épinard et fraisier.
Exclure : tomates, oignon, pomme de terre, carotte, navet, laitue, ail, aubergine, pastèque, melon, piment, poivron, haricot, petit pois, aspergé.
Lorsque le M25 est suivi restriction (s), exclure l'épinard et fraisier.

M31

Moyen pour toutes cultures maraîchères excepté l'artichaut, la tomate, aubergine l'asperge. Lorsque le M31 est suivi restriction (s), il faut exclure pomme de terre et carotte à cause de la texture très fine si la restriction (st), il faut exclure l'haricot et le petit pois à cause de la salinité (CES>2mmhos/cm).

REMARQUE

E : Inapte à l'irrigation.

Cr : Croûte superficielle.

U : Zone urbaines.