

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
-ARBAOUI ABDELLAH-**

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**OPTION : Conception des systèmes d'irrigation et
drainage**

THEME :

**ETUDE DU PERIMETRE D'IRRIGATION DE BAGHAI A
PARTIR DE LA STEP DE KHENCHELA**

Présenté par :

M^r : ZAHAF Abdelghani

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M ^r AZIB Makhlouf	Professeur	Président
M ^r BENKACI ALI Tarek	M.C.B	Examinatrice
M ^{me} MAZOUZI Sabra	M.A.A	Examineur
M ^r BOUZIANE Omar	M.A.B	Examineur
M ^r RASSOUL Abdelaziz	M.C.A	Promoteur

Septembre 2017

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
-ARBAOUI ABDELLAH-**

DEPARTEMENT D'IRRIGATION ET DRAINAGE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**OPTION : Conception des systèmes d'irrigation et
drainage**

THEME :

**ETUDE DU PERIMETRE D'IRRIGATION DE BAGHAI A
PARTIR DE LA STEP DE KHENCHELA**

Présenté par :

M^r : ZAHAF Abdelghani

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M ^r AZIB Makhlouf	Professeur	Président
M ^r BENKACI ALI Tarek	M.C.B	Examinatrice
M ^{me} MAZOUZI Sabra	M.A.A	Examineur
M ^r BOUZIANE Omar	M.A.B	Examineur
M ^r RASSOUL Abdelaziz	M.C.A	Promoteur

Septembre 2017

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mon père

Pour tous les sacrifices et son soutien moral et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.

A mes frères et sœurs ;

A tous mes amis et spécialement mes amis et frères en ALLAH ;

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, je leurs dédie ce modeste travail .

Zahaf.Abdelghani

REMERCIEMENTS

Je remercie avant tout dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la santé, et m'a accordé son soutien durant les périodes les plus difficiles ;

A l'issu de ce projet de fin d'études, Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à toute personne qui m'a aidé de près au de loin tout au long de mes études.

Je remercie également mon père, ma famille de m'avoir donné le courage tout le temps

Ma reconnaissance va plus particulièrement à :

*Mon promoteur M^{RE} **RASSOUL Abdelaziz** pour sa contribution à l'élaboration de ce mémoire.*

L'ensemble des enseignants qui m'ont suivi durant mon cycle d'étude.

Je tiens à remercier aussi :

** Les membres de jury pour avoir accepté d'évaluer mon travail*

** mes amis Hocine, Lamine, Nacer, et Abouamama qui m'ont beaucoup aidé dans mon MFE.*

ملخص

إن مشكلة نقص المياه المخصصة للسقي مسجلة في كثير من بلدان العالم وخاصة في الجزائر، وهذا راجع إلى نقص الموارد المائية من جهة ومن جهة أخرى ضعف الاستغلال الأمثل لهذه الموارد إن وجدت. من هنا نستخلص ضرورة السعي لإيجاد موارد مائية أخرى بغية تغطية هذا النقص المسجل. نظرا لنقص المياه المخصصة للسقي في المحيط الزراعي بغاي لولاية خنشلة، فإن هذه الدراسة تهدف إلى تزويد الموارد المائية لهذا المحيط، وذلك باستعمال المياه المعالجة الناتجة من محطة التطهير لبلدية خنشلة ولاية خنشلة. لتحقيق هذا الهدف قمنا باقتراح مخطط ينتهي بتوزيع هذه المياه المعالجة من محطة التطهير المذكورة سلفا في محيط الدراسة.

Résumé

Le manque d'eau destinée à l'irrigation est un problème très connu dans le monde, aussi bien en Algérie, et cela revient au non disponibilité des ressources en eau d'une part, et d'autre part à la gestion non souhaitée de ces ressources si elles existent.

Dans ce contexte, le recours à d'autres sources d'eau est une pratique très souhaitée pour combler ce manque.

Vu le déficit d'eau enregistré au niveau du périmètre de Baghai, la présente étude a pour but, le renforcement de la ressource en eau de ce périmètre en utilisant les eaux usées épurées de la STEP de Khenchela.

Pour atteindre ces objectifs, un schéma d'aménagement a été proposé pour distribuer l'eau usée épurée de la STEP de Khenchela au niveau du réseau du périmètre

Abstract

Lack of water for irrigation is a well-known problem in the world, and Algeria is no exception. This amounts to non-availability of water resources and the undesired management of these resources if they exist. In this context, the use of alternative water sources is a practice highly desired to overcome this lack. Given the deficit of water recorded at the perimeter of Khenchela, this study aims at increasing the water resource of the perimeter using the treated wastewater from the purification station of Khenchela. For this, a development plan has been proposed to distribute the wastewater purified from the purification station of Khenchela to the head of the network perimeter.

Sommaire

INTRODUCTION GENERAL	1
Chapitre I : Présentation générale de la zone d'étude	
INTRODUCTION.....	4
I.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE.....	4
I.1.1. Localisation géographique de la wilaya de Khenchela	4
I.1.2. Localisation géographique de la commune de Khenchela	4
I.1.3. La position de la zone d'étude (périmètre de BAGHAI).....	5
I.2 LA SITUATION ADMINISTRATIVE	6
I.3 RELIEF	7
I.4 LA GEOLOGIE	7
I.4.1 Le Miocène	7
I.4.2 Le Quaternaire	7
I.5 HYDROGEOLOGIE	8
I.7 CARACTERISTIQUES HYDRO CLIMATIQUES :	9
I.7.1 Pluviométrie	9
I.7.2 Température	11
I.7.3 Humidité relative de l'air	11
I.7.4 Régime des vents	12
I.7.5 Siroco	12
Chapitre II : Etude Agro-pédologique	
INTRODUCTION.....	14
II.1 CLASSIFICATION DES SOLS	14
Caractéristique des unités cartographique.....	14
II.2 Aptitudes culturales des sols en irrigué.....	23
II.2.1 Etude des facteurs limitant	23
II.2.2 Choix des aptitudes culturales	24
CONCLUSION	26

Chapitre III : Analyse physico-chimiques des eaux épurées de la station de Khenchela

INTRODUCTION.....	28
III.1 Présentation de la station d'épuration de Khenchela	28
III.2 Qualité des eaux réutilisées :.....	30
III.2.1 Nature des eaux usées	31
III.2.2 Résultats des analyses physico-chimiques et interprétations.....	33

Chapitre VI : Etude Hydrologique

INTRODUCTION :.....	41
IV.1 ANALUSE DES DONNEES.....	41
V.1.1. Test d'homogénéité de la série pluviométrique	41
IV.1.2.Etude de l'échantillon	44
IV.1.3.Choix de loi adéquate.....	44
IV.1.4. Ajustement de la série pluviométrique	46
IV.1.5.Test de validité d'un ajustement	50
IV.2 Détermination de l'année de calcul.....	52
Conclusion.....	52

Chapitre V : Etude des Besoins des Cultures

Introduction	53
V.1.Les besoins en eau d'une culture.....	53
V.1.1. Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC).....	53
V.1.2.Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence.....	53
V.1.3. Méthode de PENMAN ET MONTEITH modifiée.....	54
V.1.4. La pluie efficace	55
V.1.5. Efficience de l'irrigation	56
V.2. CHOIX D'ASSOLEMENTS	57
V.2.1 DEVELOPPEMENT PROJETE MODEL A.....	58
V.2.2 DEVELOPPEMENT PROJETE MODEL B.....	58
V.2.3 DEVELOPPEMENT PROJETE MODEL C.....	59

V.2.4 DEVELOPPEMENT PROJETE MODEL D.....	60
V.2.5 DEVELOPPEMENT PROJETE MODEL E	61
V.2.6 DEVELOPPEMENT PROJETE MODEL F	62
V.3. Détermine les Besoins en eau des cultures	63
Conclusion.....	67

Chapitre VI : Dimensionnement du réseau D'irrigation

Introduction	69
VI.1. Tracé du réseau	69
VI.2. Calcul hydraulique de réseau de distribution.....	70
VI.2.1. Modalités de dessertes	70
VI.2.2. <i>Calcul des débits des canalisations</i>	71
VI.2.3. Optimisation des canalisations.....	71
VI.3. SCHEMA DIRECTEUR D'IRRIGATION.....	73
VI.3.1. RESERVOIR DE STOCKAGE	73
VI.3.2. RESEAU DE DISTRIBUTION	73
VI.4. CHOIX DU MODE D'IRRIGATION.....	75
VI.4.1. Les différentes techniques d'arrosages	75
VI.4.2. Choix des techniques d'irrigation	77
VI.5. PROPOSITION D'EQUIPEMENT A LA PARCELLE.....	78
VI.5.1. Equipement de la parcelle le cas de l'irrigation par aspersion.....	79
VI.5.2. Equipement de la parcelle cas de l'irrigation goutte-à-goutte	86
Conclusion.....	108
Conclusion Generale	109

Liste des tableaux

Tableau I.1: Paramètres des stations climatiques.....	9
Tableau I.2 : Répartition pluviométrique mensuelle de la Station d'Ain Mimoune (Période 1969-2010) .	10
Tableau I.3 : Moyennes mensuelles des températures (°C)	11
Tableau I.4 : Humidité relative Station Foum El Gueiss (Période 1991-2004)	11
Tableau I.5 : Moyennes mensuelles des vents	12
Tableau I.6 : Moyennes mensuelles du siroco	12
Tableau II.2: Résultats des analyses physico-chimiques de profil 25	16
Tableau II.3: Résultats des analyses physico-chimiques de profil 21	18
Tableau II.4: Résultats des analyses physico-chimiques de profil 1	20
Tableau II.5: Résultats des analyses physico-chimiques de profil 5	22
Tableau III.1 : Le volume d'eau épurée année 2014.	30
Tableau III.2 : Capacité de traitement au futur	30
Tableau III.3 : Résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques avant et après traitement (année 2014)	32
Tableau III.4 : Standards pour l'agressivité selon l'EN206-1 : 2000	36
Tableau III.5 Classification des résultats des analyses par l'ANRH, concernant l'agressivité	37
Tableau III.6 : Barème de qualité pour l'eau d'irrigation.....	37
Tableau III.7 : Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigation.....	38
Tableau IV.1 : Pluies Annuelles Et Mensuelles A La Station Pluviométrique YABOUS	42
Tableau IV.2 : détaille du procédé de Test d'homogénéité pour la station YABOUS (070604)	43
Tableau IV.3 : Données de l'échantillon d'étude.	45
Tableau IV.4 : le résultant d'ajustement par loi normale(Gauss)	47
Tableau IV.5 : le résultant d'ajustement par loi log- normale	48
Tableau IV.6 : le résultant d'ajustement par loi Gumbel	49
Tableau IV.7 : la précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcul.	52
Tableau V.1 : Répartition mensuelle de l'évapotranspiration potentielle par Penman modifié de la région de Khenchela	55
Tableau.V.2 : Les précipitations efficaces dans la zone d'étude.	56
Tableau.V.3 : Types des Modèles d'assolement	57

Tableau.V.4 : Surfaces d'assolements unitaires	57
Tableau V.5 : Culture projetée de l'assolement 1	58
Tableau V.6 : Culture projetée de l'assolement 2	59
Tableau V.7 : Culture projetée de l'assolement 3	59
Tableau V.8 : Culture projetée de l'assolement 4	60
Tableau V.9 : Culture projetée de l'assolement 5	61
Tableau V.10 : Culture projetée de l'assolement 6	62
Tableau V.11 : Superficie assolé	62
Tableau V.12 : Détermination des besoins en eau des cultures (mm)	63
Tableau V.13 : Besoins nets en eau des cultures (m ³)	64
Tableau V.14 : Besoins bruts en eau des cultures en (m ³) efficience =0,9 (système d'irrigation goutte à goutte)	65
Tableau V.15 : Besoins bruts en eau des cultures en (m ³) efficience =0,75 (système aspersion)	65
Tableau V.16 : Besoins bruts en eau des cultures en (m ³) efficience =0.66 (système gravitaire)	66
Tableau V.17 : Besoins nets mensuel en eau pour un hectare en (m ³)	66
Tableau V.18 : Disponibilité du stockage en fonction de la production de la STEP et les besoins bruts en eaux maximales	67
Tableau VI.1. Les longueurs des conduites de distribution	74
Tableau VI.2 : Dimensionnement des rampes	96
Tableau VI.3 : Dimensionnement de la porte rampe.	96
Tableau VI.4 : Cout d'investissement.	97

Liste Des Figures

Figure I.1 : localisation géographique de la wilaya de Khenchela	4
Figure I.2 .Localisation géographique de la commune de Khenchela	5
Figure I.3 : Localisation du périmètre de Baghai.....	5
Figure I.4 : Découpage administratif de la Wilaya Khenchela.....	6
Figure I.5 : Extrait de la carte géologique de la wilaya de Khenchela.....	8
Figure I.6 Localisation des stations pluviométriques utilisée à partir de la carte hydro climatique de l'ANRH.....	10
Figure I.7 Histogramme de la répartition pluviométrique mensuelle	10
Figure I.8 Histogramme des températures moyennes mensuelles	11
Figure III.1 Situation de la STEP de Khenchela sur photo satellite	29
Figure IV.2 : L'allure des points sur du papier à probabilité (d'ajustement par loi Normale)	47
Figure IV.3 : L'allure des points sur du papier à probabilité (d'ajustement par loi log-normale) ...	48
Figure IV.4 : L'allure des points sur du papier à probabilité (d'ajustement par loi de Gumbel)	49
Figure V.1 Calcul de l'ETP en utilisant CROPWAT	55
Figure V.2 : Parcelle représentative d'un type d'assolement modèle A.....	58
Figure V.3 : Parcelle représentative d'un type d'assolement modèle B.....	58
Figure V.4 : Parcelle représentative d'un type d'assolement modèle C.....	59
Figure V.5 : Parcelle représentative d'un type d'assolement modèle D.....	60
Figure V.6 : Parcelle représentative d'un type d'assolement modèle E	61
Figure V.7 : Parcelle représentative d'un type d'assolement modèle F	62
Figure VI.1 : Schéma du modèle type 10 ha d'aspersion.	79
Figure VI.2 : Filtre à sable.	87
Figure VI.3 : Filtres à tamis.	88
Figure VI.4 : Injecteur d'engrais.	88
Figure VI.5 : Schéma du montage en dérivation des goutteurs sur la rampe.	89
Figure VI.6 : Schéma de la parcelle type de 1ha de goutte-à-goutte.	96
Figure VI.7 : Schéma de la parcelle type de 3ha de goutte-à-goutte.	98
Figure VI.8 : Schéma de la parcelle type de 5ha de goutte-à-goutte.	100
Figure VI.9 : Schéma de la parcelle type de 10ha de goutte-à-goutte.	102
Figure VI.10 : Schéma de la parcelle type de 15 ha de goutte-à-goutte.	105

Introduction générale

L'importance de l'irrigation dans le monde est définie par N.D.GULHATI (un indien) : « **l'irrigation dans beaucoup de pays est un art ancien aussi vieux que la civilisation, mais pour le monde entier c'est une science moderne ; la science de la survie** ».

Depuis toujours, l'irrigation est pratiquée dans toutes les zones de culture où la répartition naturelle des pluies n'est pas assez régulière pour assurer une production agricole satisfaisante, c'est pourquoi, l'agriculteur resté sédentaire dans certaines régions. Ainsi que notre pays souffre depuis quelques années d'un déficit hydrique important et sans cesse croissant, avec l'augmentation de la demande en eau potable et industrielle et les ressources en eau qui diminuent avec la sécheresse accentuée.

Face à la rareté et la mauvaise répartition de l'eau dans les régions arides et semi –arides, la réutilisation des eaux usées apparaît comme la solution la plus adaptée. Elle permet, d'une part, de fournir des quantités d'eau supplémentaires, d'autre part, d'assurer l'équilibre du cycle naturel de l'eau et la protection de l'environnement. La réutilisation des eaux usées en agriculture apporte en outre des bénéfices additionnels résultant, dans certains cas, de l'augmentation du rendement des cultures et de l'amélioration de l'efficacité des systèmes d'irrigation. L'objectif de cette synthèse est de faire le point sur les différents travaux de recherches effectués sur l'amélioration de la qualité des eaux recyclées et de l'efficacité des systèmes d'irrigation localisée permettant de valoriser au mieux les eaux usées.

La réutilisation des eaux usées est principalement pratiquée pour l'irrigation de terres agricoles. Toutefois de nombreux pays se servent de leurs eaux usées à diverses autres fins : pour la recharge de la nappe, à des fins industrielles, pour la production aquacole, à des fins récréatives, etc.

Si elle est effectuée de façon inappropriée, la réutilisation des eaux usées peut avoir des effets négatifs sur l'environnement et par conséquent menacer la santé humaine et animale. C'est la raison pour laquelle l'OMS et la FAO ont élaborés des recommandations Relatives à la qualité sanitaire des eaux usées pouvant être réutilisées pour l'irrigation agricole.

Suivant leur degré de pollution et le type de réutilisation que l'on désire en faire, les eaux usées vont devoir subir des traitements plus ou moins poussés.

Le présent travail a pour but de renforcer la ressource en eau du périmètre de BAGHAI, en irriguant ce périmètre à partir des eaux usées épurées de la STEP de Khenchela.

Pour atteindre ce but, ce travail se compose de deux volets

Le premier volet est la partie théorique avec quatre chapitre, consiste à :

- ✓ Présenté la zone d'étude en vue général avec une analyse des ressources en eau et en sol
- ✓ Etude agro-pédologie de la zone d'étude
- ✓ Caractérisation des eaux usées et leur composition physico-chimique à l'entrée de la STEP de Khenchela

Le deuxième volet c'est la partie de calculs avec trois chapitres comporte :

- ✓ Une étude hydrologique qui a pour but de déterminer de l'année de calcul
- ✓ Une étude des besoins en eaux des cultures à projetées dans le périmètre

On fin par le dimensionnement du réseau de distribution des eaux épurées qui va du bassin de stockage jusqu'aux différentes parcelles des périmètres, ce dimensionnement se fera de tel sorte que le réseau puisse satisfaire les demande en eau en termes de pression et de débit.

Chapitre I :
Présentation générale
de la zone d'étude

INTRODUCTION

Le périmètre d'étude est situé à la commune de Khenchela (wilaya de Khenchela).

I.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

I.1.1. Localisation géographique de la wilaya de Khenchela

La wilaya de **Khenchela** est située au Nord-Est algérien dans la région des Aurès, elle occupe une position géographique entre la chaîne steppique et les hauts plateaux, ce qui lui donne un caractère forestier agro-pastoral et saharien. Elle est entourée par les wilayas d'**Oum El Bouaghi** au Nord, **Batna** et **Biskra** à l'Ouest, **El Oued** au Sud et **Tébessa** à l'Est, elle occupe une superficie estimée à 971 000 hectares.

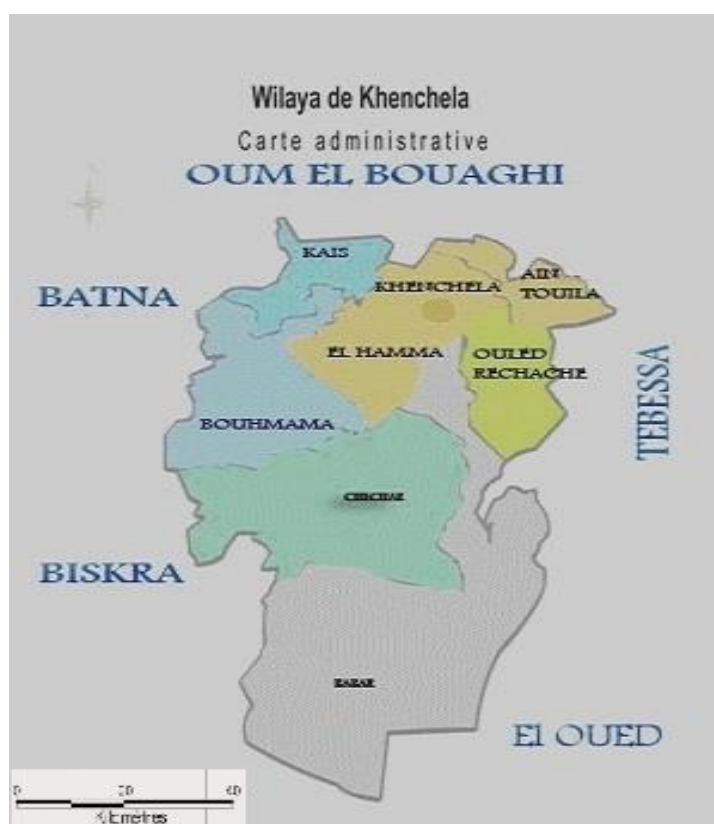


Figure I-1 : localisation géographique de la wilaya de Khenchela

I.1.2. Localisation géographique de la commune de Khenchela

La commune de Khenchela est le chef-lieu de la wilaya de Khenchela, elle se trouve à 1122 mètres d'altitude moyenne, avec une superficie de 32 km², Elle est limitée par :

- Au nord Est : Baghai
- Au Sud et Sud Est : Ensigna
- A l'Ouest : El Hamma.



Figure I.2. Localisation géographique de la commune de Khenchela

I.1.3. La position de la zone d'étude (périmètre de BAGHAI)

Le périmètre de Baghai se trouve dans le Nord Est de la commune de Khenchela, la superficie de ce périmètre se trouve le long de Oued Baghai, et elle est plus de 600 ha.

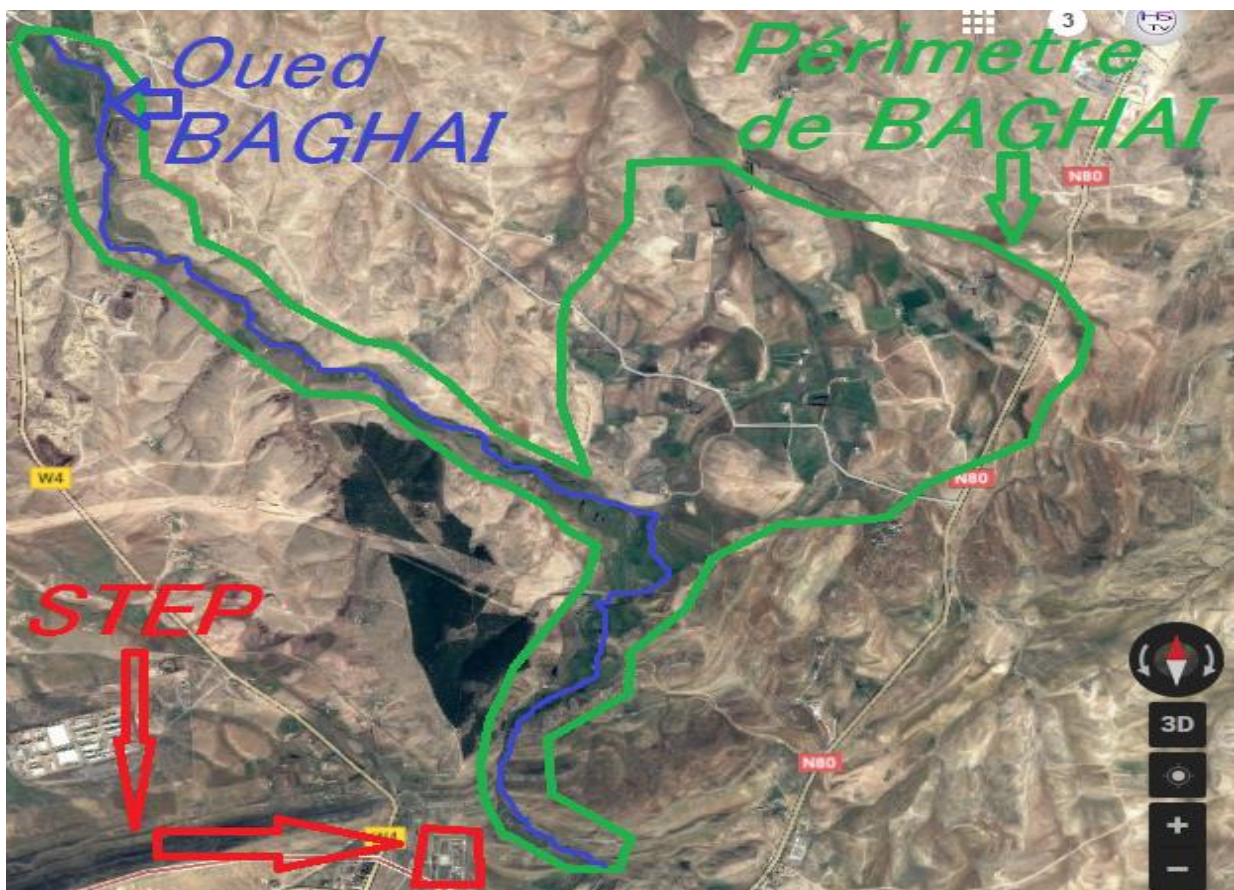


Figure I.3: Localisation du périmètre de Baghai(google earth 07/06/2017 16 :20)

I.2 LA SITUATION ADMINISTRATIVE

La Wilaya de Khenchela est issue de la refonte territoriale de 1984. Elle était rattachée entre 1977 et 1984 à trois Wilayas différentes :

- Oum El Bouaghi pour l'ex daïra de Khenchela ;
- Tebessa pour la daïra de Chechar ;
- Batna pour la daïra de Kais.

Actuellement le territoire de la wilaya est composé de 21 communes regroupées en huit (08) Daïras (dont 05 Daïras créés en 1990). S'étend sur une superficie de 9715 Km².

La population totale de la wilaya est estimée à 414.550 habitants (en 2011).

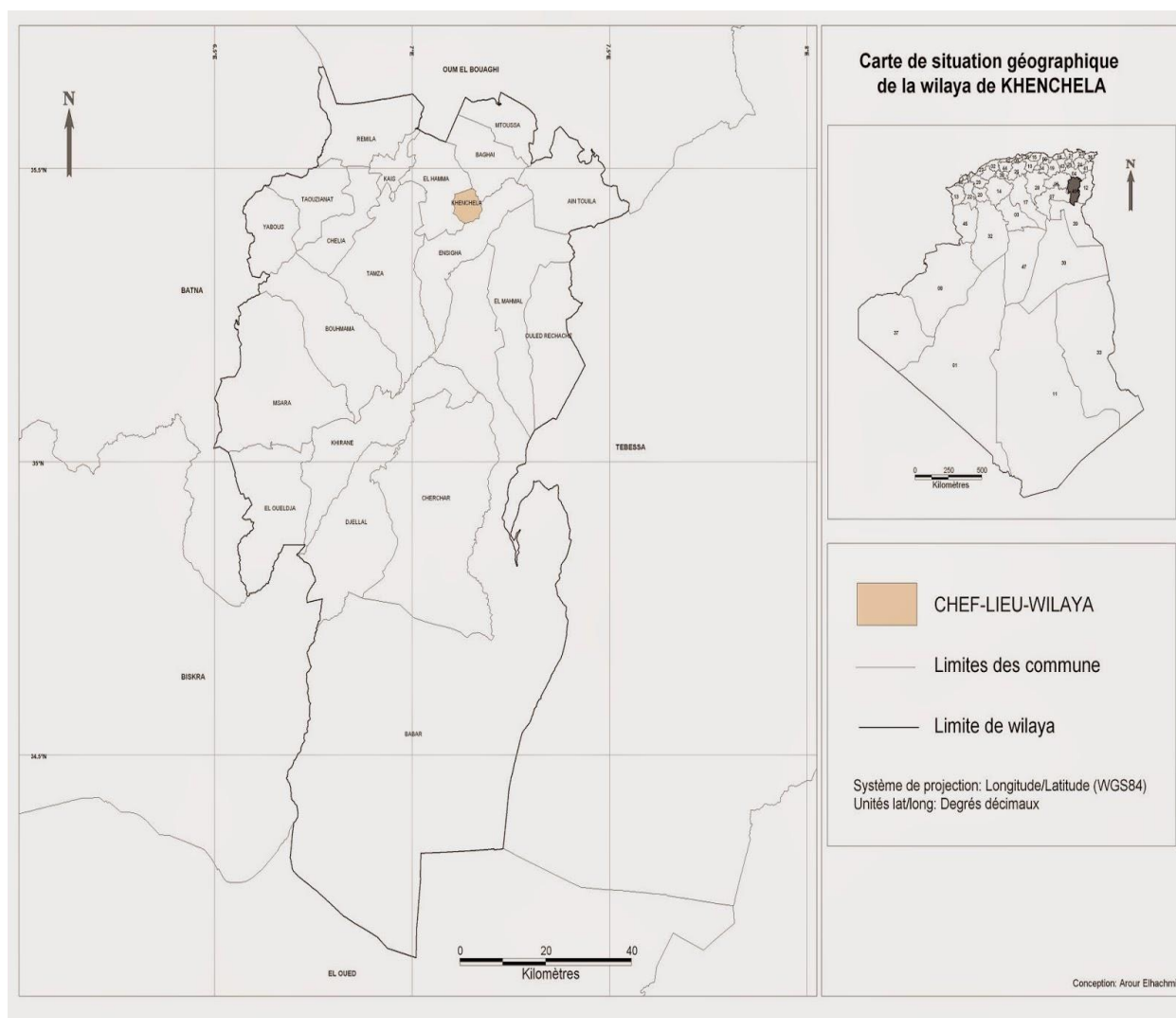


Figure I.4 : Découpage administratif de la Wilaya Khenchela

I.3 RELIEF

Le relief de la wilaya de Khenchela, est composé de quatre (04) grands ensembles géographiques :

- **Les montagnes** : On les rencontre essentiellement dans la zone Ouest de la wilaya (les Aurès) ; dans la zone centrale (les monts des Nememchas) et au Nord - Est (Ain -Touila).
- **Les plateaux** : Ils sont situés au Nord /Est (plateau de O.Rechache) et s'étendent sur les communes de Mahmel et de Ouled Rechache.
- **Les plaines** : Elles sont Situées au Nord et Nord /Ouest de la wilaya, elles comprennent Remila, Bouhmama et M'toussa. Il est à noter que ces deux derniers ensembles sont parfois appelés les hautes plaines.
- **Les parcours steppiques et les dépressions** : Ils sont situés dans la partie méridionale de la wilaya. Ils se caractérisent par des terres sablonneuses et par la présence de chotts. Ces derniers constituent ainsi le point de convergence exutoire des oueds drainant le Sud de la wilaya.

I.4 LA GEOLOGIE

Le périmètre est caractérisé par deux grandes unités géologiques à savoir

I.4.1 Le Miocène

IL est composé de trois unités stratigraphiques qui sont :

- **Le Tortonien supérieur continental** :

Il est constitué d'argiles silteuses beiges et rouges et grés. Ces formations sont visibles dans les ravinelements dans les alentours de Touffana. L'ensemble argilo gréseux épais de 300 à 400m. Le Tortonien gréseux blanc et grossier, cette formation est discordante et peut reposer directement sur le crétacé supérieur, notamment à la terminaison nord de l'anticlinal du Chélia. Elle est composée de grés blancs grossiers. Cette formation a une puissance d'environ 300m.

- **Le Langhien-Serravalien** :

il s'agit de marnes, biomicrites et grés blancs. Cet ensemble est fortement discordant sur le crétacé moyen et supérieur.

- **L'Aquitano-Burdigalien** :

C'est un ensemble constitué d'argiles, d'argiles silteuses rouges et grés.

I.4.2 Le Quaternaire

Le quaternaire couvre une très vaste surface de (60%) de la surface totale de la région avec une épaisseur assez limitée. Cette surface a recueilli tous les produits de l'érosion des reliefs environnants. La sédimentation est en majeure partie argileuse et marneuses, avec une proportion importante de gypse. On y trouve également des intercalations de graviers, sables et poudingues peu épais. On note une croûte calcaire blanche recouvre les différentes formations du Miocène.

Ceci est dû au processus d'érosion intensif qui provoque l'arrachement des formations superficielles et se développe sur des pentes raides et douces entre les chaînes de montagne. En général, il est représenté par des alluvions qui forment deux terrasses inférieures et supérieures :

- **Terrasse supérieure :**

Les alluvions de la terrasse supérieure sont limitées et sont représentées par des terrains argileux et graveleux. Leur épaisseur totale ne dépasse pas les 5 m.

- **Terrasse inférieure :**

Les alluvions de la terrasse moyenne sont représentées en grande partie par des terrains argileux et plus rarement par des galets, des graviers, des limons sableux et argileux. L'épaisseur de ces dépôts est en générale de 5 à 7 m. Dans les dépressions, l'épaisseur de cette formation peu attendre 8 à 10m.

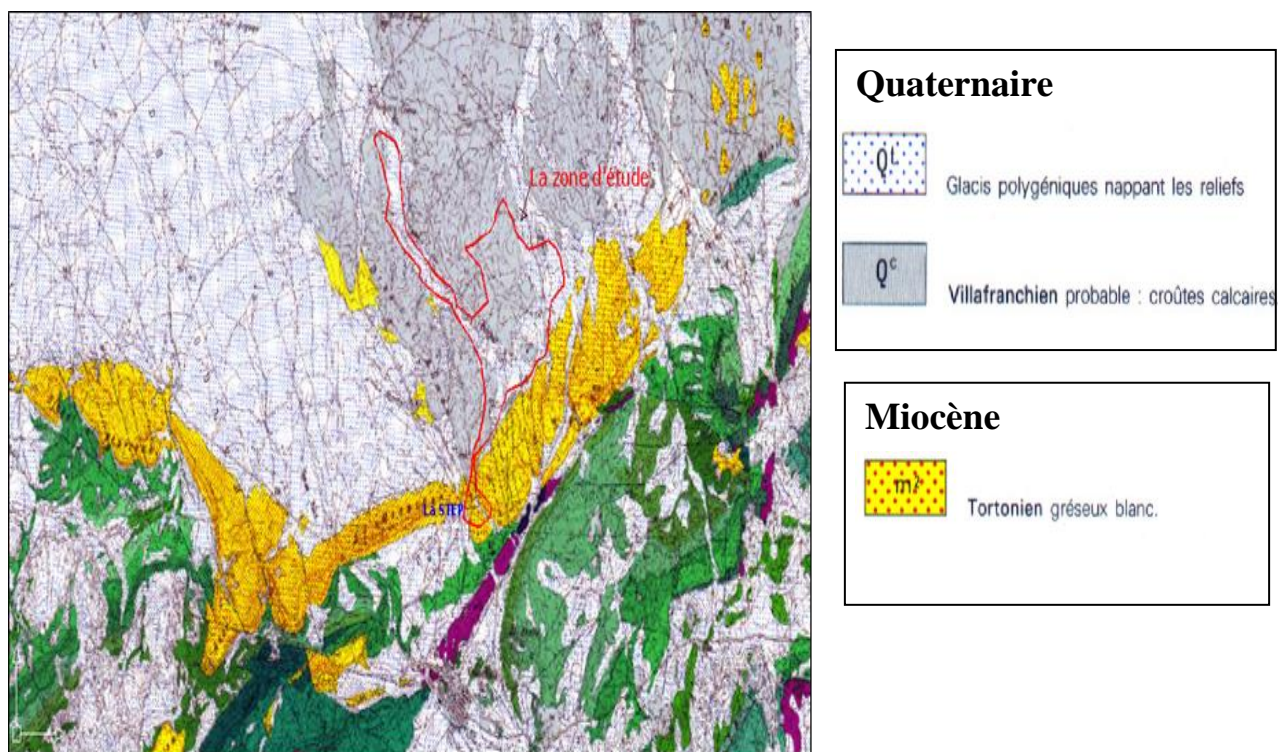


Figure I.5 : Extrait de la carte géologique de la wilaya de Khenchela

I.5 HYDROGEOLOGIE

Conformément à la disposition physico-géographique de l'Algérie le territoire étudié est situé dans la zone des chaînes montagneuses de l'Atlas Saharien, dans sa région la plus haute est compliquée – le massif montagneux-plissé de l'Aurès. Au Nord-Ouest la dépression étroite de Batna-El-Kantara sépare le massif des Aurès des monts de Hodna. Au Nord des montagnes d'Aurès est située la cavité de Timgad dont la partie centrale est occupée par l'écran de Gara El Tarf. Cette cavité passe aux hauts plateaux Constantinois. A l'Est, l'Aurès s'allie au système des montagnes de Nemetcha.

Dans la coupe géologique de la région, on distingue des complexes importants des sédiments :

- Terrigéno-carbonatés (jurassique supérieur – crétacé inférieur) ;

- Carbonatés (crétacé supérieur, paléocène, éocène inférieur) ;
- Gypsifère (éocène moyen) ;
- Molasse (éocène supérieur -oligocène)

Contrairement aux régions de l'Atlas Occidental dans l'Aurès sont largement répandues les formations du crétacé supérieur.

I.7 CARACTERISTIQUES HYDRO CLIMATIQUES :

I.7.1 Pluviométrie

Située dans la zone des hauts plateaux constantinois, Le massif de l'Aurès est bien arrosé puisque certains sommets enregistrent plus de 1000 mm/an. C'est le cas du Djebel Chélia et du Djebel Aidel qui arrivent à 1200 mm/an (M. CHAUMONT et C. PAQUIN, 1971). Cette région favorise ainsi les phénomènes du processus de formation des précipitations sous un climat tributaire de la Méditerranée. Le régime d'écoulement, soumis au caractère très irrégulier, subit directement l'influence continentale, traduisant un ruissellement rapide et violent de type très orageux.

L'hydro climatologie du secteur d'étude s'est basée sur les données climatologiques de plusieurs stations représentatives, proches du secteur d'étude surtout celles :

D'Ain Mimoun (code ANRH 070704, pour la pluviométrie, située à une altitude de 1180m, dont les coordonnées UTM : X=314 130km, Y=3920 523km, à 18km à l'Ouest de son centre de gravité) ;

Et la station de Foum El Gueiss (code ANRH 070701, située à une altitude de 945m, coordonnées Lambert : X=858.85km, Y=237.10km, à 19km au Nord-Ouest de son centre de gravité et à 5.4km de la station d'Ain Mimoun)

Le secteur étudié n'est pas couvert par l'observation hydrométrique (hydrologique) au niveau du réseau hydrographique du bassin de l'oued étudié. Mais il existe un certain nombre de poste hydrométriques contrôlant les quelques bassins versants les plus proches.

Tableau I.1: Paramètres des stations climatiques

Nom de la station	Foum El Gueiss	Ain Mimoun
Code (ANRH)	070701	070704
X	313 136	314 130
Y	3927 651	3920 523
Altitude (m)	945	1180
Appareil de mesure	PV	PV
Période de Fonctionnement	1945-1979	1898-2010

Source : (ONM/ANRH)



Figure I.6 Localisation des stations pluviométriques utilisée à partir de la carte hydro climatique de l'ANRH

Tableau I.2: Répartition pluviométrique mensuelle de la Station d'Ain Mimoune (Période 1969-2010)

Mois	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JIL	AOUT	ANNUEL
P(mm)	40.6	37.6	38.9	42.3	38.3	34.9	52.4	46.9	48.3	23.9	13.9	26.3	444.3
P (%)	9.14	8.46	8.76	9.52	8.62	7.86	11.79	10.56	10.87	5.38	3.13	5.92	100.00

(Source ANRH)

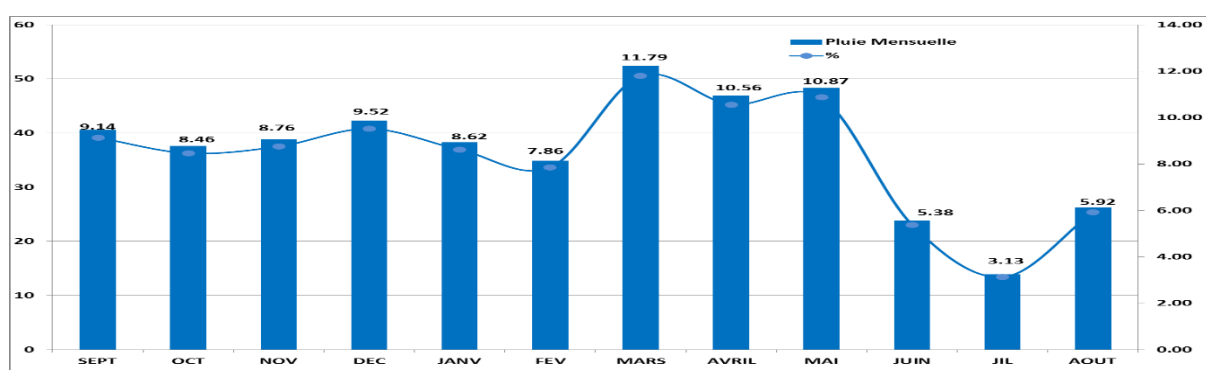


Figure I.7 Histogramme de la répartition pluviométrique mensuelle

La répartition mensuelle des précipitations montre un net contraste pluviométrique entre deux sous saisons humides (octobre à janvier) et (février à mai). Les orages estivaux sont fréquents et constituent une bonne partie des apports liquides où l'évaporation reste le facteur le plus important en cette période.

I.7.2 Température

A la station de **Foum El Gueiss** (Khenchela), les observations recueillies sur une période de 30 années (1975-2005) montrent que la température moyenne annuelle atteint les **16.6°C**. Le mois de Décembre est le plus froid avec une température atteignant les **6.33°C**. Au cours des mois de juillet et août, les températures dépassent **26°C**.

Tableau I.3 : Moyennes mensuelles des températures (°C)

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	An
T min (°C)	17.7	11.7	6.29	3.56	0.5	2.66	5.57	6.37	11.7	16.3	18.4	18.8	10.0
T max (°C)	28.92	25.85	21.61	9.1	13.01	14.65	18.7	22.19	26.63	31.86	35.95	35.10	23.6
T moy (°C)	21.85	18.64	13.95	6.33	6.8	8.65	12.13	14.28	19.21	24.11	27.21	26.29	16.6

(Source ONM)

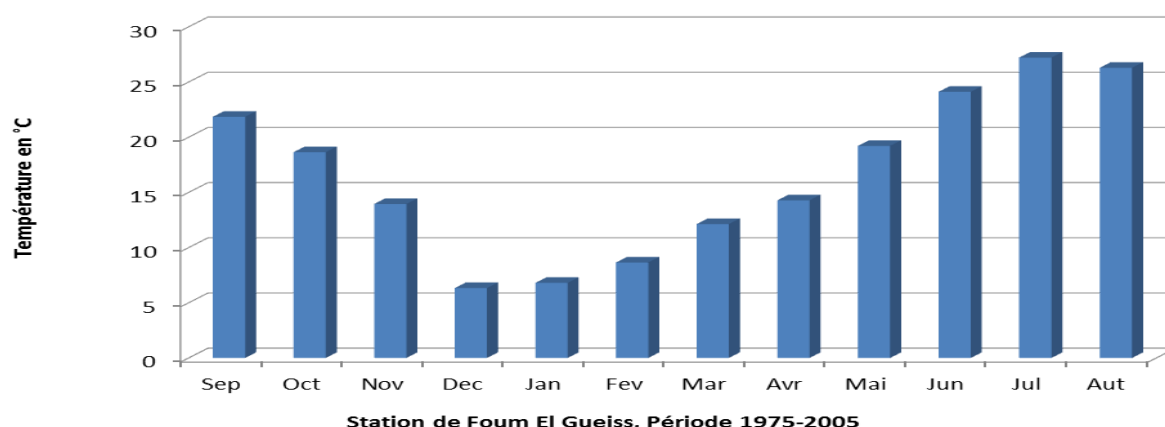


Figure I.8 Histogramme des températures moyennes mensuelles

I.7.3 Humidité relative de l'air

Elle exprime le rapport en pourcentage de la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air (Pa) à la pression de la vapeur saturante (Pr) dans les mêmes conditions de mesure de température lue au thermomètre sec et de pression

Au cours de l'année l'humidité relative de l'air connaît d'énormes fluctuations passant de 40 % à plus de 80 %.

Tableau I.4 : Humidité relative Station Foum El Gueiss (Période 1991-2004)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	An
H_{moy}(%)	64.1	64.8	63.4	58.1	47.6	45.9	43.8	43.8	49.2	63.2	61.6	66.6	55.9

Les valeurs les plus élevées sont enregistrées durant la période hivernale, correspondant aux mois de décembre, janvier et février. La sécheresse de l'aire s'établit en été ; en particulier au cours des mois de juillet et août.

I.7.4 Régime des vents

Le vent est un des éléments les plus caractéristiques du climat, la possibilité de procéder à un projet d'aménagement quelconque, particulièrement dans l'édifice des ouvrages d'art, lui confère un intérêt important en matière de connaissance des vitesses maxima dont la région est soumise.

Les potentialités d'évapotranspiration sont également liées aux mouvements de l'air qui conditionnent les variations du bilan hydrique à l'échelle des valeurs moyennes mensuelles et annuelles.

Tableau I.5: Moyennes mensuelles des vents

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	AN.
Vmoy (m/s)	2.75	1.70	1.21	1.36	1.85	1.02	2.20	1.23	1.83	1.83	1.69	1.83	1.71

Source ANRH

Selon les données de la station de Foum El Gueiss, on peut extraire les remarques suivantes:

- **Les vents Sud- Ouest :** Sont sec et chaud (sirocco) survient fréquemment au mois de juillet, et parfois même assez tôt au printemps causant des dommages sur la végétation avec une vitesse moyenne de 1.71 m/s.
- **Les vents Nord-Ouest :** Sont fréquents au cours de l'Automne, de l'hiver et une partie de printemps, avec une vitesse qui peut atteindre jusqu'à 7.5 m/s.

I.7.5 Siroco

Est un vent sec et chaud provoquant une augmentation notable de la température et une chute brutale de l'humidité atmosphérique. Il peut s'observer à toutes les époques de l'année cependant son maximum de fréquence se situe en juillet et son minimum en décembre et janvier. S'il survient assez tôt au printemps à la reprise de la végétation et surtout après une période de sécheresse assez marquée. Il cause de grand ravage à la végétation d'une façon générale.

Tableau I.6 : Moyennes mensuelles du siroco

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	An
N.Jours	1.0	1.0	4.0	7.0	6.0	8.0	10.0	8.0	6.0	3.0	2.0	1.0	57.0

Source ONM

Conclusion

Dans ce chapitre nous avons essayé de représenter notre zone d'étude, de point de vue géologie, topographie, climat.

Ces différentes informations représentent les premières données de base pour l'élaboration de notre travail qui consiste à faire le dimensionnement de réseau d'irrigation de périmètre.

Chapitre II :
Etude
Agro-pédologique

INTRODUCTION

Le sol désigne l'ensemble hétérogène des matériaux issus de l'évolution d'un substrat minéral sous l'action combinée de facteurs climatiques (température, précipitation) et de l'activité biologique (racines de végétaux, animaux fouisseurs, accumulation de matière organique en décomposition, micro-organismes) (Gobat et al, 1998).

Avec le climat, le sol constitue le milieu dans lequel la plante se développe. Le sol est le support de la plante, les racines en occupent un volume plus ou moins important et y fixent la plante. Il est également son réservoir alimentaire ; les racines y puisent l'eau et les sels minéraux indispensables.

L'étude pédologique du périmètre a pour objectifs :

-D'apprécier les potentialités des terres vis-à-vis de l'irrigation ; en mettant l'accent sur une hiérarchie d'aptitude des différentes zones et sur l'existence de contraintes éventuelle pour l'aménagement.

-De fournir à l'ingénieur d'irrigation les données fondamentales caractérisant les relations entre le sol et l'eau ; à savoir dose d'irrigation et vitesse d'infiltration, qui conditionnent la conduite et l'organisation des arrosages.

II.1 CLASSIFICATION DES SOLS

La classification des sols est celle en usage de la CPCS, 1969 qui est une classification française basé essentiellement sur les caractéristiques morphogénétiques. Cette classification est opté même par l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique « **A.N.R.H** ».

Pour des études d'échelle 1/20.000^{ème}, la classification des sols comprend, en plus des unités majeures (Classe ; la sous classe ; groupe et le sous-groupe) ; les unités mineures représentées par la famille ; série ; et type à l'intérieure de chaque sous-groupe.

Si à travers les unités majeures en arrive à fixer la filiation génétique d'un sol, la physionomie d'un sol est décrite par les unités mineures (ou niveau inférieure).

-La famille indique la nature du matériau sous-jacents ou sol proprement dit.

-La série indique la profondeur du sol au-dessus de ce matériau.

-Le type intervient avec la texture de l'horizon supérieur. .

Caractéristique des unités cartographique

Ces caractéristiques des unités cartographiques sont fournies par les observations sur terrain, complétées par les résultats d'analyses. Le triangle textural utilisé pour la détermination granulométrique est celui en usage à l'ANRH -2^{ème} approximation- triangle rectangle. Les analyses physiques concernant la densité réelle, apparente, et le potentiel capillaire ont été effectuées au laboratoire.

Sur la base de la classification française, on rencontre dans les collines des sols minéraux bruts et peu évolués, et sur des grés calcaires et calcaires des sols bruns.

Les sols de l'aire d'étude sont répartis en deux classes de sol :

- ✓ Les sols peu évolués (alluvial)
 - Modal : 514,51ha
 - Vertique : 9,10 ha
- ✓ Les sols calcimagnésiques.
 - Modal : 272,48 ha
 - Sur encroûtement calcaire : 87,38 ha

Exemple d'un profil : **Profil N° : 25**

- **Date de description** : 04.01.2015
- **Situation** : En aval de la station d'épuration de Khenchela
X = 332 222 **Y= 3925 888**
- **Topographie** : Pente 2%
- **Géomorphologie** : alluvions
- **Végétation /Culture** : céréales
- **Aspect de la surface du sol** : Faible charge caillouteuse en surface

Classification

- **Classe** : sols peu évolués
- **Sous classe** : d'origine non climatique
- **Groupe** : d'apport alluvial
- **Sous-groupe** : modal
- **Famille** : alluvions récentes calcaires
- **Série** : Profond
- **Type** : argileux- limoneux

Description :

0 – 25 cm : Ap, frais, brun clair, argilo-limoneuse, structure polyédrique grossière, peu poreux, existence des racines et des fines radicules, matière organique décelable, bonne activité biologique, vive effervescence à HCl⁺ généralisé, transition nette.

25 – 42 cm : frais, brun clair, argilo-limoneux, structure polyédrique sub-angulaire, dur, compact, peu poreux, faibles racines et fines radicelles, matière organique décelable, existence des nodules calcaire, effervescence à HCl⁺ généralisé, transition nette.

42 – 130 cm : humide, brun clair, argilo-limoneux, structure polyédrique grossière développée, dur, compact, matière organique non décelable, présence d'une couche d'accumulation de sables et sédiments, des concrétions blanchâtre et des nodules de calcaire. Effervescence à HCl⁺

Tableau II.1: Résultats des analyses physico-chimiques de profil 25

Profondeur (cm)	0- 25	25 - 42	42 - 130
Argile %	28	45	46
Limon fin%	35	31	31
Limon grossier%	17	11	10
Sable grossier%	12	11	10
Sable fin%	8	2	3
Calcaire total %	10	22	32
Calcaire actif %	8	10	12
Densité réelle	2,40	2,60	
Ph	7,40	7,60	7,80
C.E mmhos/cm	0,30	0,40	0,60
Perméabilité K Hénin	12		
pF 4,2	18	16	
pF 3,0	23	19	
pF 2,5	26	22	
Matière organique	2	1,10	0,60
P₂O₅ Assimilable	16	18	27
Azote (N)	0,80	0,50	0,30
CEC	20	21	20
Na⁺	0,20	0,30	0,60
K⁺	0,10	0,20	0,50

- ✓ **Le sous-groupe à caractères vertiques présentent un taux d'argile plus élevé variant entre 35 – 40 %. Il y a apparition des faciès luisants très lisses au niveau de l'horizon sous-jacent (second horizon) dont la superficie est de 9,10 ha**

Exemple d'un profil : **Profil N° :21**

- **Date de description** : 04.01.2015
- **Situation** : Tranchée sur puits situé sur la terrasse alluviale d'Oued Baghai, situé au pied d'une colline

X = 331 055

Y= 3929 303

- **Topographie** : Pente très faible
- **Géomorphologie** : alluvions
- **Végétation /Culture** : céréales
- **Aspect de la surface du sol** : terrain labouré et présence des galets roulé provenant du versant et une charge de calcaire très faible.

Classification

- **Classe** : sols peu évolués
- **Sous classe** : d'origine non climatique
- **Groupe** : d'apport alluvial
- **Sous-groupe** : modal à caractère vertique
- **Famille** : alluvions récentes calcaires- conglomératique
- **Série** : Profond
- **Type** : argileux- limoneux

Description :

0 – 14 cm : AP, frais, brun clair, argilo-limoneuse, structure polyédrique grossière, peu poreux, existence des racines et des fines radicelles, matière organique décelable, bonne activité biologique, vive effervescence à Hcl⁺ généralisé, transition nette.

14 – 30 cm : frais, brun clair, argilo-limoneux, polyédrique grossière à tendances prismatiques, dur, compact, peu poreux, faibles racines et fines radicelles, existence d'une mince couche de dépôt de sable et limon fin, effervescence à Hcl⁺ généralisé, transition nette.

30- 120cm : humide, brun clair, argilo-limoneux, structure polyédrique grossière développée, dur, compact, matière organique non décelable, tâches ocres, rouilles peu nombreuses avec des concrétions blanchâtres de calcaire, présence de fentes retrait et des faces luisante, effervescence à Hcl⁺ généralisé, transition nette.

> **110 cm** : alluvions avec une couche d'argile rouge avec des fentes de retrait.

Tableau II.2: Résultats des analyses physico-chimiques de profil 21

Profondeur (cm)	0- 14	14 - 30	30 - 120
Argile %	42	43	46
Limon fin%	31	28	29
Limon grossier%	10	12	8
Sable grossier%	10	13	12
Sable fin%	7	4	5
Calcaire total %	16	18	24
Calcaire actif %	7	8	10,8
Densité réelle	2,40	2,60	
Ph	7,60	7,70	7,70
C.E mmhos/cm	0,90	1,10	1,4
Perméabilité K Hénin	10		
pF 4,2	20	19	
pF 3,0	24	20	
pF 2,5	28	25	
Matière organique	2,10	1,20	0,80
P₂O₅ Assimilable	20	22	26
Azote (N)	0,80	1,10	1,20
CEC	20	21	21
Na⁺	0,40	0,60	0,90
K⁺	0,20	0,40	0,60

Le groupe Bruns calcaires contient deux sous-groupes :

✓ **sous-groupe modal avec une superficie de 272.48 ha**

Exemple d'un profil : **Profil N° : 01**

- **Date de description** : 30.12.2014
- **Situation** : Sur une colline
X = 334 120 **Y= 3928 164**
- **Topographie** : pente moyenne 3%.
- **Géomorphologie** : glacis polygéniques
- **Végétation** : jachère
- **Aspect de surface** : charge caillouteuse 2%

Classification

- **Classe** : Sols calcimagnésiques
- **Sous classe** : carbonatés
- **Groupe** : sols bruns calcaires
- **Sous groupe** : modal
- **Famille** : Colluvions calcaires de texture équilibrée.
- **Série** : limono-argileux moyennement profond
- **Type** : limono-argileux.

Description :

0 - 40 cm : Ap, frais, brun clair, texture équilibrée à limono-argileux, structure massive à polyédrique moyenne peu développée, compacte, peu poreux, existence de racines et fines radicelles, matière organique décelable, Hcl⁺, transition nette.

40 - 80 cm : Frais à sec, brun foncé, texture équilibrée, polyédrique grossière, compacte, dur, peu poreux, peu de racines et fines radicelles, matière organique décelable, faible activité biologique, existence des tâches blanchâtres de calcaires, existence d'une faible couche graviers + calcaires de différents diamètres, Hcl⁺, transition nette.

80 -120 cm : Frais, brun foncé, polyédrique moyenne, assez développée, structure prismatique à massive, peu poreux, peu de racines et des fines radicelles, existence des tâches blanchâtre avec quelques gravillons effervescence à Hcl⁺⁺.

> 120 cm : Roche mère croûte calcaire

Tableau II.3: Résultats des analyses physico-chimiques de profil 1

Profondeur (cm)	0 - 40	40 – 80	80 -120
Argile %	32	36	32
Limon fin%	37	35	35
Limon grossier%	12	9	11
Sable grossier%	13	15	16
Sable fin%	6	5	8
Calcaire total %	35	41	42
Calcaire actif %	13	13,2	13,5
Densité réelle	2,42	2,62	
Ph	7,6	7,67	7,6
C.E mmhos/cm	0,66	0,75	0,86
Perméabilité K Hénin	11,01		
Matière organique	2.1	1.20	0,60
P₂O₅ Assimilable	120	39	10
Azote (N)	1,57	0,94	0,65
CEC	16	20	19
Na⁺	0,55	0,6	1,20
K⁺	1,89	1,63	1,80

✓ sous-groupe à encroûtement calcaire avec une superficie de 87.38 ha

Exemple d'un profil : **Profil N° : 05**

Date de description : 30.12.2014

- **Situation** : bas d'un glacis

X = 334 518

Y= 3930 316

- **Topographie** : pente moyenne 1%.

- **Géomorphologie** : glacis de colline

- **Végétation** : céréales

- **Aspect de surface** : faible charge caillouteuse en surface 5 % composé de débris et rognons de croûtes

Classification

- **Classe** : Sols calcimagnésiques

- **Sous classe** : carbonatés

- **Groupe** : sols bruns calcaires

- **Sous-groupe** : sur encroûtement

- **Famille** : Colluvions calcaires.

- **Série** : moyennement profond.

- **Type** : recouvrement - limono-argileux.

Description :

0 - 10cm : Ap, frais, brun claire, charge caillouteuse a 5%, texture équilibré, structure massive, à polyédrique moyenne, peu compacte, existences des racines et fines radicele des céréales, matière organique décelable, bonne activité biologique, effervescence à Hcl⁺, transition nette.

10 - 45cm : Frais, brun claire, texture limono-sableuse, structure grumeleuse fine, peu friable, consistant poreux, présence d'une charge caillouteuse de 10%, présence des racines et des fines radicelles, matière organique décelable, bonne activité biologique, effervescence Hcl⁺⁺, transition nette.

45 - 80cm : Croute démantelée avec un passage de l'horizon sus jacent, présence d'une pellicule rubanée de quelques centimètres, présence des fines racelles, matière organique non décelable, HCl⁺⁺.

> **80 cm** : Croute et encroutement calcaire.

Tableau II.4: Résultats des analyses physico-chimiques de profil 5

Profondeur (cm)	0-10	10 – 45	45 – 80
Argile %	29	38	44
Limon fin%	33	28	25
Limon grossier%	10	9	9
Sable grossier%	14	16	10
Sable fin%	14	11	12
Calcaire total %	24,34	24,92	38,90
Calcaire actif %	12,25	12,13	13,5
Densité réelle	2,60	2,80	
Ph	8,10	7,80	7,90
C.E mmhos/cm	0,65	0,62	0,60
Perméabilité K Hénin	10,94		
Matière organique	1,56	1,30	1,20
P₂O₅ Assimilable	29	35	32
Azote (N)	1,6	1,24	0,70
CEC	20	19	12,3
Na⁺	0,50	0,60	0,80
K⁺	0,5	0,4	0,5

II.2 Aptitudes culturales des sols en irrigué

II.2.1 Etude des facteurs limitant

Le choix des cultures est lié à l'étude des contraintes, qui sont :

- ✓ les contraintes climatiques,
- ✓ les contraintes hydrogéologiques : les sols du périmètre seront irrigués à partir des eaux de la STEP dont la qualité chimique est acceptable,
- ✓ les contraintes pédologiques : sont liés surtout à la profondeur, la texture, la structure, la et le calcaire actif.

a) Profondeur du sol :

Les sols de la zone étudiée sont caractérisés par des profondeurs variables selon leur situation géomorphologique. Cette variant entre 25 à 50 cm pour les sols calcimagnésiques sur croûte calcaire et sur encroûtement lorsque la profondeur atteindre les 80 cm, et les sols sont souvent limité par des niveaux durs tels que les croûtes ou les dalles calcaires.

b) Texture et structure du sol :

Ces deux importantes propriétés physiques sont déterminantes pour une bonne réussite agricole. Elles sont intimement liées et agissent ensemble. Les sols étudiés présentent :

- une texture moyenne dans la partie amont, au niveau des monticules des collines caractérisés par des sols calcimagnésiques,
- une texture très fine située dans la partie aval et au long d'oued Baghai, caractérisée par des sols à caractères vertiques. Ces types de sols dont les structures élargies sont défavorables à l'enracinement des cultures à mettre en place, de plus elles s'accompagnent d'une très faible porosité et d'une perméabilité faible où les travaux aratoires sont difficiles.

c) Calcaire actif :

Il a une profonde influence sur la morphologie du profil et oriente l'évolution de la matière organique. Certaines cultures sensibles au calcaire actif ne peuvent être envisagées sur les sols à fort pourcentage (7 – 12%). Des valeurs de ce minéral supérieures à 7% peuvent entraîner des chloroses chez certaines cultures arbustives tels que le poirier, le

pécher et réduire le rendement des cultures maraîchères qui lui sont sensibles « navet, haricot et pois ». Il peut également bloquer l'assimilation de certains oligo-éléments tels que le manganèse. Les valeurs minimales de calcaire actif sont égales à 6 – 7%, et maximales égales à 14 – 15%. Les valeurs les plus fréquentes sont de 8 – 13%.

II.2.2 Choix des aptitudes culturales

a) Aptitudes des sols aux cultures maraîchères

M_{11p}- sols de profondeur entre 50 à 80 cm, texture moyenne, conductivité électrique inférieure à 4 mS/cm, charge en éléments grossiers inférieure 30 %, hydromorphie très faible aptitude bonne pour toutes les cultures : Artichaut, tomate, oignon, pomme de terre ; carotte, navet, chou-fleur, chou pommé, épinard, laitue, ail, aubergine, pastèque, melon, piment poivron, haricot, concombre, pois, asperge fraisier et primeurs sauf 19 (asperge)

M₁₅- sols de profondeur supérieure à 50cm, texture fine, conductivité électrique à 2 mS/cm, charge en éléments grossiers inférieure 30 %, hydromorphie très faible aptitude bonne pour Artichaut, oignon, navet, chou-fleur, chou-pommé, épinard, laitue, fraisier

Moyenne pour : tomate, ail, aubergine, pastèque, melon, piment poivron, haricot, concombre et pois.

b) Aptitudes des sols aux cultures céréalières et fourragères

C₁₁ - sols de profondeur supérieure à 50cm, texture moyenne ou fine, conductivité électrique < à 4 mS/cm, charge en éléments grossiers < 30 %, calcaire actif < 25 %, hydromorphie très faible aptitude bonne pour bersim, sorgho, maïs, fétuque, vesce avoine, ray-grass, blé dur, blé tendre et orge .

Moyen pour luzerne.

c) Aptitudes des sols aux cultures industrielles.

I₁₁ - sols de profondeur supérieure à 80cm, texture moyenne ou fine, conductivité électrique < à 2 mS/cm, charge en éléments grossiers < 30 %, calcaire actif < 25 %, hydromorphie très faible aptitude bonne pour betterave sucrière, coton, tournesol, tabac et lin

I₂₁- sols de profondeur supérieure à 50cm, texture moyenne à grossière, conductivité électrique < à 4 mS/cm , charge en éléments grossiers < 30 % , calcaire actif > 25 % , hydromorphie très faible aptitude moyen pour betterave sucrière, coton, tournesol, tabac et lin.

d) Aptitudes des sols aux cultures arbustives

B_{25a} - sols de profondeur supérieure à 80cm, texture fine, conductivité électrique < à 4 mS/cm, charge en éléments grossiers < 30 % , calcaire actif < 12 % , hydromorphie très faible.

Aptitude bonne pour : pêcher sur prunier St Julien, prunier sur prunier St Julien, pommier sur Doucin, et figuier.

Aptitude moyenne : agrumes, abricotier sur prunier myrobolan, prunier sur prunier myrobolan, cerisier sur St Lucie, olivier, pommier sur franc, pommier sur Paradis, poirier sur franc et poirier sur cognassier et figuier.

B_{32ap} - sols de profondeur supérieure à 80cm, texture grossière à moyenne, conductivité électrique < à 4 mS/cm, charge en éléments grossiers < 30 % , calcaire actif 7 % < CA < 12% , hydromorphie très faible

- aptitude bonne pour : pêcher sur amandier, abricotier sur amandier, amandier sur franc, olivier et figuier.
- aptitude moyenne pour : pêcher sur prunier St Julien, prunier sur prunier St Julien, abricotier sur franc, abricotier sur prunier myrobolan, prunier sur prunier myrobolan, pommier Doucin, et pommier sur Paradis.

B_{33aà} - sols de profondeur supérieure à 50cm, texture fine, conductivité électrique < à 4 mS/cm, charge en éléments grossiers < 30 % , calcaire actif 7 % < CA < 25% , hydromorphie très faible

- aptitude moyenne pour : pêcher sur prunier St Julien, prunier sur prunier St Julien, abricotier sur prunier myrobolan, prunier sur prunier myrobolan, pommier Doucin, olivier et figuier.

CONCLUSION

Ce chapitre a été consacré à l'analyse agro-pédologique de la zone d'étude. Les sols appartiennent aux classes qui présentent des potentialités de mise en valeur importante.

De façon générale les sols présentent de bonnes aptitudes culturales à diverses spéculations agricoles les plus cultivées dans la région, ce qui constitue un avantage agronomique et une opportunité socio-économique pour l'aménagement du périmètre.

Chapitre III :
Analyse physico-
chimiques des eaux
épurées
de la station de
Khenchela

INTRODUCTION

La réutilisation des eaux usées épurées recouvre deux notions complémentaires : le traitement puis la réutilisation proprement dite d'eaux usées. Les eaux usées sont les eaux rejetées par les collectivités et les industries et qui sont acheminées par les égouts en station d'épuration afin d'être traitées. Après traitement, on les appelle des eaux usées épurées. Dans le cycle d'assainissement de l'eau « classique », celles-ci sont rejetées dans le milieu naturel.

La demande d'eau réutilisée peut être permanente ou temporaire. Elle dépend essentiellement du type de climat (existence ou non de période bien individualisée de déficit en eau du sol).

La demande d'eau du point de vue qualitative et quantitative est conditionnée par :

- Le climat (ensoleillements, précipitations, températures et vents).
- Le sol (perméabilité, qualité, salinité, disposition pour le colmatage).
- Adaptation des cultures.
- Méthodes de cultures
- Prescriptions sanitaires (pour éviter les risques de toxicité chimique et bactériologique des consommateurs du personnel d'exploitation et du voisinage immédiat dans l'air et dans le sol ou dans la nappe souterraine).
- Qualité de l'eau à utiliser.

III.1 Présentation de la station d'épuration de Khenchela

La station d'épuration de Khenchela est située dans la zone nord Est du Chef-lieu de la wilaya de Khenchela, à l'altitude de 1020-1045 m au-dessus de la mer avec la pente vers la vallée d'Oued Baghai à environ 2.5 km.

Le site est retenu en prenant en considération la disposition optimale de la station d'épuration de même que la disposition des collecteurs Sud-Est et Nord-Est.

Actuellement les eaux usées de la ville de Khenchela sont transportées par deux collecteurs à écoulement gravitaire D=1250 mm et D=1500 mm.

Le collecteur Nord-Est fonctionne à $\approx 70\%$ de sa capacité et celui Sud-Est à $\approx 30\%$.

La station d'épuration de Khenchela a pour but l'amélioration des conditions écologiques de la wilaya de Khenchela de même que des eaux de l'Oued Baghai.

Elle est limitée par :

- Oued Baghai à l'Est.
- La route vers Baghai à l'Ouest
- Khenchela ville au Sud.

Elle est implantée sur un site limité par deux oueds (oued Baghai et oued El Monchar).

Les points représentatifs du site ont pour coordonnées UTM Fus32 en mètre sont les suivants :

X1 : 331 936	Y1 : 3925 870	Z1 : 1023m
X2 : 332 132	Y2 : 3925 853	Z2 : 1018m
X3 : 332 101	Y3 : 3925 482	Z3 : 1034m
X4 : 331 920	Y3 : 3925 493	Z4 : 1033m



Figure III.1 Situation de la STEP de Khenchela sur photo satellite (Google earth 07/06/2017 16 :15)

- **L'origine de l'eau réutilisée :**

Les eaux épurées proviennent des rejets d'eaux urbaines de la ville de Khenchela, c'est à dire des eaux domestiques résiduaire auxquelles sont susceptibles d'être mélangées en très faibles quantités par des eaux résultants d'activités diverses raccordées aux réseaux d'assainissement.

- **Le volume d'eaux usées épurées :**

Le volume d'eaux usées épurées de la station de Khenchela est mentionné dans le tableau suivant :

Tableau III.1 : Le volume d'eau épurée année 2014

MOIS	Volume d'eau épurée (m ³ /mois)
JANVIER	610 105
FEVRIER	560 740
MARS	623 590
AVRIL	595 600
MAI	667 300
JUIN	625 000
JUILLET	609 950
AOUT	596 000
SEPTEMBRE	604 000
OCTOBRE	579 012
NOVEMBRE	563 560
DECEMBRE	606 726
TOTAL ANNUEL	7 241 583 m ³ /an

Soit un débit traité journalier 19840 m³/j

Source : ONA

Tableau III.2 : Capacité de traitement au futur

Horizon	2015	2025
Débit m ³ /j	23062	32 530

Source : ONA

III.2 Qualité des eaux réutilisées :

Les eaux de réutilisations du futur périmètre proviennent du chef-lieu et des différentes agglomérations de la ville de Khenchela.

Le traitement sera proposé avec une qualité de rejet à la fin de la chaîne de traitement, conforme aux normes ci-après.

- MES < 30 mg/l au bout de 24 heures
 < 40 mg/l au bout de 02 heures
- DCO < 90 mg/l au bout de 24 heures
 < 120 mg/l au bout de 02 heures

Chapitre III : Analyse physico-chimiques des eaux épurées de la station de Khenchela

- La teneur en graisses < 25 mg/l au bout de 24 heures
- La population de coliformes totaux < 10000/100 ml
- La population de coliformes fécaux < 1000/100 ml

III.2.1 Nature des eaux usées

Compte tenu de la diversité de la nature des eaux usées ainsi que des systèmes de transfert et de dilution, il est difficile de définir une technique de prélèvement satisfaisant en toute circonstance.

Le but à atteindre consiste essentiellement à obtenir des prélèvements représentatifs des eaux usées épurées de la station de Khenchela.

A cet effet, les prélèvements ont été effectués dans des bouteilles bien propres et appropriées rincées au moment de l'emploi avec l'eau à analyser. Les bouteilles ont été remplies complètement et bien conservées à l'abri de la température, les échantillons ont été remis au Laboratoire d'analyse de la qualité.

Chapitre III : Analyse physico-chimiques des eaux épurées de la station de Khenchela

Tableau III.3 : Résultats des analyses physico-chimiques et bactériologiques avant et après traitement (année 2014)

Mois	CHARGE ENTREE STEP								CHARGE SORTIE STEP							
	MES	DBOS	DCO	N-NO ₂	N-NO ₃	P-PO ₄	T	Ph	MES	DBOS	DCO	N-NO ₂	N-NO ₃	P-PO ₄	T	Ph
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	C°		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	C°	
JANVIER	224	320	765	0.07	14.2	25.01	13.3	7.39	42	40	72	0.13	6.25	13.23	13.6	7.22
FEVRIER	142.6	135	785	0.04	14.7	19.3	12.39	7.44	37.5	34.5	112	0.1	9.23	14.7	11.96	7.4
MARS	17.2	137	975	0.051	3.5	21.2	12.17	7.4	48	38	95	0.377	6.17	8.25	12.21	7.6
AVRIL	220	335	622	0.045	10.5	/	16.3	7.08	41.4	38	88	0.23	6.17	/	16	7.22
MAI	302	420	/	0.014	12.7	/	17.62	7.43	48	47	/	0.06	5.21	/	17.7	6.7
JUN	253	280	/	0.28	10.23	/	21.65	7.48	30	47.5	/	0.12	6.4	/	/	7.6
JUILLET	246.64	350	601	0.119	7.7	/	23.88	7.23	19.9	47	37	0.03	6.03	/	23.9	6.87
AOUT	410	280	398.6	0.22	9.8	/	24.2	7.62	9.56	38	45	0.03	2.2	/	23.4	7.42
SEPTEMBRE	293.3	202	456	0.98	7.07	/	23.5	7.4	3.22	13.6	41	0.34	4.01	/	23.3	7.1
OCTOBRE	202.5	100	601	4.05	36	/	19.7	7.5	6.63	29	35	0.8	10.7	/	18.1	7.2
NOVEMBRE	353	249	407	0.36	5.2	17	15	7.33	18	8	42	0.29	1.17	3.15	14.3	7.53
DECEMBRE	245	45	655	0.12	8.35	/	12.7	8.2	18	8	42	0.29	1.17	/	11	7.77
MOYENNE	242.44	269.42	626.56	0.53	11.66	20.63	17.70	6.87	26.85	32.38	60.90	0.23	5.39	9.83	17.33	7.30

Source : ONA

III.2.2 Résultats des analyses physico-chimiques et interprétations

Dans cette partie, on a identifié les deux principales nuisances qui contribuent dans une large mesure à la pollution de la zone d'étude. On a relevé toutes les formes de pollution dues aux rejets aqueux et solides :

a) Principaux critères de qualité à respecter pour l'irrigation.

Vu le décret exécutif n° 07-149 du 3 Joumada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ;

Article 1 : L'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la cueillette. Aucun fruit tombé ne doit être ramassé sur le sol. L'irrigation par aspersion est à éviter.

Article 2 : Le pâturage direct est interdit et il est recommandé de cesser l'irrigation au moins une semaine avant la coupe.

Article 3 : Pour les cultures industrielles et arbres forestiers, des paramètres plus permissifs peuvent être adoptés.

Article 4 : Une directive plus stricte (<200 coliformes fécaux par 100 ml) est justifiée pour l'irrigation des parcs et des espaces verts avec lesquels le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.

Article 5 : Exige une technique d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes.

b) Critères de stockage et de distribution :

- Les organismes distributeurs sont tenus de maintenir éloignés les ouvrages d'eau potable et d'éviter toute interconnexion éventuelle entre les réseaux concernés.
- Les réseaux des eaux usées traitées sont à installer en aval et ou à un niveau inférieur des réseaux d'eau potable.
- Les bassins de stockage des eaux usées traitées doivent être clôturés et leur accès sera interdit au public.
- Les vannes, les bornes et les prises sur les réseaux de distribution des eaux usées doivent être protégées dans des chambres inviolable, portant sur un écriteau bien visible, de dimension minimales 20cm*20cm, la mention (eau non potable) en langue arabe et éventuellement tout autre signe normalisé signifiant que l'eau est impropre à la consommation.

c) Critères d'irrigation :

- L'irrigation des parcelles avec les eaux usées traitées doit être rationalisée pour éviter le gaspillage, la stagnation de l'eau et le développement des gîtes larvaires.
- Pour l'irrigation par aspersion, les conditions suivantes sont à respecter :
- L'irrigation des espaces verts doit être réalisée en dehors des heures d'ouverture au public.
- Les parcelles à irriguer sont à éloigner d'une distance minimale de cent mètres des habitations et des voies de communication publiques. Elles doivent être entourées de rideaux de brise vent naturels ou artificiels afin d'éviter la propagation des aérosols.
- L'irrigation par aspersion ou par tout autre système mettant l'eau usée traitée en contact avec les fruits des arbres fruitiers est interdite.

d) Critères physico-chimique :

- Matières en suspension (M.E.S)

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable, mais une présence excessive du M.E.S peut entraîner des difficultés de transport et de distribution des affluents ainsi que le bouchage des systèmes d'irrigation.

La plus grande part des micro-organismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Les particules en suspension, plus lourdes que l'eau, sont éliminées par décantation.

La présence de matière organique dans les eaux usées ne constitue pas un obstacle à la réutilisation de ces eaux bien au contraire, elle contribue à la fertilité des sols. Les teneurs indiquées dans la littérature sur le sujet de réutilisation des eaux usées à des fins agricoles indiquent des valeurs limites comprises entre 20 et 30 mg/l qui correspondent en fait aux teneurs contenues dans un effluent urbain ayant subi un traitement secondaire.

- M.E.S < 30 mg/l ----- Irrigation localisée ou aspersion

- M.E.S > 30 mg/l ----- Irrigation à la raie ou par rigole

- **Substances nutritives**

L'Azote, le phosphore, le potassium, les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, indispensables à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciables, mais en proportion très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées épurées.

Une lame d'eau résiduaire de 100 mm peut apporter à l'hectare :

- de 16 à 62 kg d'Azote
- de 02 à 69 kg de Potassium
- de 04 à 24 kg de Phosphore
- de 18 à 208 kg de Calcium
- de 09 à 100 kg de Magnésium
- de 27 à 182 kg de Sodium

Un contrôle périodique de la quantité des nutriments présentent dans l'effluent est nécessaire afin d'en tenir compte lors du calcul des besoins complémentaires en fertilisant afin d'éviter des effets néfastes aux cultures et à l'environnement.

- o **les sols de la zone d'étude sont pratiquement faibles en éléments nutritifs qui seront comblés par les eaux épurées destinées à d'irrigation**

- **Azote :**

On général, on craint l'excès de l'Azote pour deux principales raison :

- Contamination de la nappe
- Phénomène d'eutrophisation

Et du point de vue culturel, un excès d'Azote provoque une perturbation de la production végétale, retarde la maturation de certaines cultures abricots, agrumes, avocats, la vigne par exemple, altère leur qualité, par une réduction de teneur en sucre des fruits, accentue la sensibilité des cultures aux maladies, la tendance à la verse pour les céréales et limite le développement des jeunes racines...etc.

- **Phosphore :**

Comme l'Azote l'excès du phosphore provoque le phénomène d'eutrophisation. Par définition l'eutrophisation est un enrichissement des eaux en substances nutritives qui aboutit généralement à des modifications symptomatiques telles que la production accrue d'algues, dégradation de la pêche, détérioration de la qualité d'eau ainsi que tous les usages qui en sont

Chapitre III : Analyse physico-chimiques des eaux épurées de la station de Khenchela

faits, et maladies des plantes. Parmi les substances nutritives responsables du phénomène d'eutrophisation on cite l'Azote et le phosphore

- **Eléments tracés :**

Certains éléments tracés sont nécessaires au développement des végétaux : le fer, le manganèse, le magnésium.

Les métaux lourds qui présentent les risques les plus notables sont le cadmium, le cuivre, le molybdène, le nickel et le zinc. Ils peuvent être toxiques pour les animaux et l'homme.

Il est à noter que pour les métaux lourds, ils ne sont à craindre que dans les zones industrialisées.

Pratiquement les résultats d'analyse des eaux après traitement répondent aux normes arrêtées par le journal officiel n°41 du 15 juillet 2012. Pas de risque pour l'utilisation des eaux en irrigation des sols du périmètre.

- **Sulfate**

Le soufre est rarement toxique pour les plantes et elles sont très tolérantes aux sulfates. Leur concentration est généralement mesurée afin d'en prévenir les carences plutôt que d'en vérifier les excès potentiels.

Tableau III.4 Standards pour l'agressivité selon l'EN206-1 : 2000

Caractéristique chimique	Unité	Test méthode de référence	XA1	XA2	XA3
Ph	-	ISO 4316	≤ 6,5 et ≥ 5,5	< 5,5 et ≥ 4,5	< 4,5 et ≥ 4,0
SO ₄	mg/l	EN 196-2	≥ 200 et ≤ 600	> 600 et ≤ 3000	> 3000 et ≤ 6000
CO ₂ (agressif)	mg/l	prEN 13577:1999	≥ 15 et ≤ 40	> 40 et ≤ 100	> 100 jusqu'à saturation
NH ₄	mg/l	ISO 7150-1 où ISO 7150-2	≥ 15 et ≤ 30	> 30 et ≤ 60	> 60 et ≤ 100
Mg	mg/l	ISO 7980	≥ 300 et ≤ 1000	> 1000 et ≤ 3000	>3000 jusqu'à saturation

Au tableau ci-dessus sont présentés les résultats des analyses des eaux pour les agents agressifs principaux pour le béton et l'acier et leur classe selon l'EN206-1 :2000 (Classes pour SO₄, Mg et NH₄ : XA1 : peu agressif, XA2 : moyen agressif, XA3 : très agressif) et la norme NF-EN206-1

Tableau III.5 Classification des résultats des analyses par l'ANRH, concernant l'agressivité

Paramètre / Agent agressif	Unité	Résultats des analyses (ANRH)	Classe selon l'EN206-1 :2000	Classe selon NF EN206-1
pH	-	7,58	pas agressif	
SO ₄	mg/l	310	XA1 (peu agressif)	
Mg	mg/l	53	<XA1	
NH ₄	mg/l	0,16	<XA1	
Cl	mg/l	382		< Cl 0,20

- **Salinité et dureté des eaux de la STEP de Khenchela**

Tableau III.6 : Barème de qualité pour l'eau d'irrigation

Type de problèmes	Sévérité du problème			Eaux de la STEP	
	Aucune	Légère	Elevée		
Salinité	< 0.75	0.75 - 3	> 3	1,8	légère
Matière dissoutes totales (Mg/l)	< 700	700 - 2000	> 2000	36	aucune
RAS (Ratio Absorption Sodium)	< 3	3 - 9	> 9	2,66	aucune
Alcalinité ou dureté (équivalent en CaCO ₃)	80 – 120	120 - 200	> 200	40	Aucune
Ph	< 7	7 - 8	> 8	7,39	Légère

Gamme de culture proposée pour étude d'un périmètre d'irrigation

- Normes du SAR :

- ✓ $SAR \leq 10$ Risque faible ;
- ✓ $10 < SAR \leq 18$ Risque moyen ;
- ✓ $18 < SAR \leq 26$ Risque élevé ;
- ✓ < 26 Risque très élevé

L'analyse critique nous a conduits de dire :

Le risque est très faible du SAR est très faible pour l'utilisation des eaux épurées de la STEP à des fins agricole pour l'irrigation du périmètre de Khenchela.

Tableau III.7 : Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigation

Nature des problèmes potentiels	Problèmes			Données de la STEP
	sans	Légers à modérés	sérieux	
C.E en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C	< 750	750 – 3000	> 3000	1874
Concentration total mg/l	< 500	500 – 2000	> 2000	1152

D'après les normes le risque est léger à modéré

e) Critère bactériologique et parasitologique

Les micro-organismes : Les eaux usées contiennent tous les micro-organismes excrétés avec les matières fécales et sont classés en quatre grands groupes :

- **Les helminthes :** Dans les eaux usées le nombre d'œufs est très considérable et peut-être évalué entre 10 et 10^3 par litre dont on peut citer *l'Ascaris lumbricades*, *Taenia saginata*. Les œufs et les larves sont résistants dans l'environnement et le risque lié à leur présence est à considérer pour le traitement et la réutilisation des eaux résiduaires.
- **Les bactéries :** Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactéries par 100ml et parmi les plus communément rencontrées on trouve les Salmonelles dont on connaît plusieurs centaines de stéréotypes différents, dont ceux responsable de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux
- **Les virus :** Sont estimés entre 10^3 à 10^4 . Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui induit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel. Parmi les virus les plus importants on cite les entérovirus responsables de la polio, virus de l'hépatite A, les rota virus et les rétrovirus
- **Les protozoaires :** Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire, on cite *Entamoeba histolytica* responsable de la dysenterie amibienne et *Giardia lamblia*.

Interprétation des données des eaux usées de Khenchela destinée a l'irrigation

Après avoir pris connaissance des principaux critères de la qualité des eaux à respecter en vue d'une éventuelle réutilisation et le taux de rabattement restent à définir par la station et de certains principaux polluants, on essaye dans ce paragraphe de faire un rapprochement entre les normes en vigueur et les résultats des analyses des eaux usées de Khenchela (voir résultat d'analyse et normes du journal officiel 41 du 15 juillet 2012).

- **Pas de risque des chlorures et les sulfates ;**
- **Pas de risque de salinité.**
- **Pas de risque bactériologique et parasitologique.**

Recommandations

Il est nécessaire de prévoir un bassin à l'aval de la STEP jouant le rôle d'accumulation - décantation et traitement naturelle en plus, d'eau épurées dont le but diminuer le taux de matière en suspension qui s'avère un peu élevé par rapport aux normes. Ceci est probablement au taux de rendement de la station d'épuration de Khenchela.

Conclusion :

Pour déterminer les caractéristiques d'une eau usée et connaître son degré de pollution, il est impératif de déterminer ses différentes composantes et les paramètres qui sont mis en jeu.

Cependant, selon le besoin, nous sommes souvent amenés à déterminer les paramètres essentiels qui entrent directement dans la conception d'un procédé d'épuration.

Chapitre VI :
ETUDE
HYDROLOGIQUE

INTRODUCTION :

Le chapitre d'hydrologie a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquences données, qui conditionnent l'étude de notre projet pour une série d'observation requise de 43 ans (1969-2012), tels que :

- Le calcul des besoins des cultures a projetées dans le périmètre.
- Le dimensionnement du réseau de distribution.

Cette étude porte sur : détermination de l'année de calcul, L'homogénéisation des séries pluviométriques. Et L'étude fréquentielle des séries pluviométriques par des lois statistiques.

IV.1 ANALYSE DES DONNEES

V.1.1. Test d'homogénéité de la série pluviométrique

La série à laquelle on fait allusion cette partie est la série enregistrée au niveau de la station pluviométrique YABOUS (code : 070604).

Pour vérifier l'homogénéité de la série pluviométrique on procède au Test de Wilcoxon :

- ✓ On divise la série complète en deux sous séries : x et y ; tel que : N1 et N2
Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement N2 > N1
- ✓ On constitue par la suite, la série x unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. à ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.

Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée.

Avec :

$W_{min} < W_x < W_{max}$ $W_x = |Rang|_x$ W_x : Somme des rangs de sous séries

$$W_{min} = \left(\frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} \right) - 1.96 \left(\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{1/2} \dots \dots \dots \text{(IV.1)}$$

$$W_{max} = [(N_1 + N_2 + 1).N_1 - W_{min}] \dots \dots \dots \text{(IV.2)}$$

Chapitre VI : Etude Hydrologique

Tableau IV.1 : Pluies Annuelles Et Mensuelles A La Station Pluviométrique YABOUS

ANNEE	SEP	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVR	MAI	JUIN	IUIL	AOUT	TOTAL
1969-70	86,40	213,10	0,00	40,40	22,20	2,00	23,80	166,10	70,00	12,00	0,00	8,00	644,00
1970-71	8,00	5,70	0,00	12,00	24,00	43,00	30,30	0,80	63,00	16,40	0,00	12,00	215,20
1971-72	84,70	9,00	54,00	26,90	53,90	46,90	94,90	147,60	56,90	23,50	5,40	22,50	626,20
1972-73	113,00	61,70	13,00	22,90	22,80	25,50	110,20	16,30	0,00	31,00	0,00	41,60	458,00
1973-74	19,70	13,30	3,80	178,50	8,30	17,50	47,30	52,20	12,80	28,80	19,30	1,50	403,00
1974-75	20,90	47,10	25,30	5,60	35,60	65,20	46,10	67,10	76,20	2,50	0,10	10,20	401,90
1975-76	60,90	8,90	80,00	11,30	45,60	47,80	84,00	52,30	68,00	65,60	30,80	16,50	571,70
1976-77	81,70	27,50	111,00	26,10	15,20	4,60	47,50	67,10	75,70	22,20	0,00	29,30	507,90
1977-78	0,00	1,90	142,40	1,70	6,50	22,30	17,60	7,50	20,20	11,70	0,00	42,50	274,30
1978-79	2,60	55,70	2,80	1,80	15,90	61,40	17,70	99,10	21,80	38,80	3,00	0,00	320,60
1979-80	73,50	16,50	12,70	14,00	14,10	47,40	84,20	48,70	70,40	5,20	0,00	0,00	386,70
1980-81	49,80	0,80	43,80	105,00	5,10	57,10	46,10	19,80	20,40	53,80	0,00	16,03	417,73
1981-82	83,90	15,30	5,70	18,30	49,60	40,30	24,50	103,20	88,20	26,30	0,70	7,50	463,50
1982-83	21,20	65,30	153,40	14,60	1,40	17,70	24,40	4,30	11,50	9,30	0,00	16,03	339,13
1983-84	0,60	66,80	3,20	22,90	38,50	75,30	46,80	16,20	1,10	0,50	0,00	0,00	271,90
1984-85	0,80	83,60	27,20	53,10	42,00	10,20	35,00	15,50	97,60	4,40	1,70	0,00	371,10
1985-86	35,20	27,90	2,60	12,20	10,40	13,70	132,90	49,10	26,20	3,00	0,00	0,00	313,20
1986-87	35,50	24,20	66,50	28,40	14,10	37,50	22,10	2,00	46,40	8,40	10,20	19,40	314,70
1987-88	18,70	15,80	27,00	25,40	16,00	18,50	16,10	18,20	46,30	81,30	0,00	0,00	283,30
1988-89	4,00	10,20	42,80	16,90	6,70	18,40	24,50	27,90	31,70	43,90	12,80	104,10	343,90
1989-90	35,00	7,00	12,20	23,90	167,60	0,00	70,20	69,40	106,90	11,00	2,60	23,00	528,80
1990-91	9,90	11,40	66,80	40,00	5,80	19,30	91,80	55,10	29,90	5,80	33,30	14,30	383,40
1991-92	16,20	45,50	32,00	17,20	64,90	23,10	56,70	33,00	84,70	5,90	23,30	14,60	417,10
1992-93	45,20	11,90	49,30	52,50	10,50	22,60	48,00	7,20	20,80	4,40	0,00	5,40	277,80
1993-94	15,20	1,80	10,10	31,40	45,90	8,80	48,10	24,60	1,80	1,50	8,60	38,10	235,90
1994-95	42,40	38,70	5,70	15,80	62,50	1,50	69,90	15,00	2,80	18,70	23,60	10,80	307,40
1995-96	42,60	38,30	9,80	19,40	71,00	154,10	75,00	48,70	5,50	24,00	16,70	5,00	510,10
1996-97	23,70	0,00	2,50	13,70	18,20	3,90	8,60	25,50	11,40	2,40	0,00	28,90	138,80
1997-98	47,40	56,30	77,70	61,60	6,80	36,80	48,50	17,50	47,70	24,40	0,50	2,60	427,80
1998-99	15,50	26,60	40,10	25,60	78,50	24,60	11,30	2,80	18,30	9,40	0,00	0,20	252,90
1999-00	16,40	6,50	80,30	95,90	12,20	4,40	10,00	2,50	46,60	23,50	0,00	5,00	303,30
2000-01	31,50	11,30	6,40	5,20	36,70	0,00	3,20	5,80	29,40	0,00	2,60	15,50	147,60
2001-02	69,60	30,80	18,70	13,40	14,10	22,70	34,10	14,00	31,60	21,00	12,00	41,10	323,10
2002-03	10,40	15,30	88,30	29,61	83,30	45,90	29,10	91,30	16,70	56,70	2,80	0,00	469,41
2003-04	86,00	47,10	22,40	29,70	16,20	8,50	42,80	42,00	138,30	51,00	13,10	37,40	534,50
2004-05	30,40	5,10	87,70	103,30	15,70	26,00	15,60	39,60	7,60	55,20	25,90	1,60	413,70
2005-06	35,30	12,70	36,90	48,10	67,90	40,30	4,60	45,00	117,90	47,60	37,40	16,10	509,80
2006-07	41,50	21,60	22,30	65,00	6,20	26,30	72,20	63,60	27,60	3,30	0,60	43,70	393,90
2007-08	96,60	27,20	8,60	46,30	2,80	3,90	12,40	10,00	89,80	5,60	77,80	62,50	443,50
2008-09	66,40	41,30	9,10	29,00	85,90	12,90	55,80	78,50	27,20	1,80	10,00	21,90	439,80
2009-10	65,30	9,90	3,60	12,00	42,90	24,70	19,90	23,80	32,30	30,50	34,00	9,10	308,00
2010-11	42,50	26,60	55,90	9,10	18,30	71,30	111,60	52,10	127,20	22,50	24,70	48,20	610,00
2011-12	36,90	130,70	19,70	19,50	17,10	43,10	41,20	47,50	17,70	5,10	25,10	37,40	441,00
moyenne	40,07	32,42	36,82	33,61	32,53	30,16	45,50	41,76	45,21	21,39	10,67	19,29	389,43
NB	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
Ecart type	29,71	38,49	38,47	33,66	32,05	27,97	31,71	37,61	36,98	20,30	15,63	20,93	120,11
Min	0,00	0,00	0,00	1,70	1,40	0,00	3,20	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	138,80
Max	113,00	213,10	153,40	178,50	167,60	154,10	132,90	166,10	138,30	81,30	77,80	104,10	644,00
médiane	35,30	21,60	22,40	23,90	18,20	23,10	42,80	33,00	31,60	16,40	2,60	14,60	393,90

Source : ANRH

Chapitre VI : Etude Hydrologique

Tableau IV.2 : détaille du procédé de Test d'homogénéité pour la station YABOUS (070604)

Série Origine	Série X	Série Y	Rang	TRI	X union Y
644	644	383,4	1	138,8	Y
215,2	215,2	417,1	2	147,6	Y
626,2	626,2	277,8	3	215,2	X
458	458	235,9	4	235,9	Y
403	403	307,4	5	252,9	Y
401,9	401,9	510,1	6	271,9	X
571,7	571,7	138,8	7	274,3	X
507,9	507,9	427,8	8	277,8	Y
274,3	274,3	252,9	9	283,3	X
320,6	320,6	303,3	10	303,3	Y
386,7	386,7	147,6	11	307,4	Y
417,73	417,73	323,1	12	308	Y
463,5	463,5	469,41	13	313,2	X
339,13	339,13	534,5	14	314,7	X
271,9	271,9	413,7	15	320,6	X
371,1	371,1	509,8	16	323,1	Y
313,2	313,2	393,9	17	339,13	X
314,7	314,7	443,5	18	343,9	X
283,3	283,3	439,8	19	371,1	X
343,9	343,9	308	20	383,4	Y
528,8	528,8	610	21	386,7	X
383,4		441	22	393,9	Y
417,1			23	401,9	X
277,8			24	403	X
235,9			25	413,7	Y
307,4			26	417,1	Y
510,1			27	417,73	X
138,8			28	427,8	Y
427,8			29	439,8	Y
252,9			30	441	Y

Chapitre VI : Etude Hydrologique

303,3			31	443,5	Y
147,6			32	458	X
323,1			33	463,5	X
469,41			34	469,41	Y
534,5			35	507,9	X
413,7			36	509,8	Y
509,8			37	510,1	Y
393,9			38	528,8	X
443,5			39	534,5	Y
439,8			40	571,7	X
308			41	610	Y
610			42	626,2	X
441			43	644	X

$$W_x = 479$$

$$W_{\min} = 380.83$$

$$W_{\max} = 543.17$$

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

$$380.83 < 479 < 543.17$$

La condition de M^r Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station de YABOUS code (070604) est **homogène**

IV.1.2. Etude de l'échantillon

La pluviométrie est souvent ajustable à des lois statistiques très nombreuses, on utilise pour notre projet celle qui garantit le meilleur ajustement possible. Les lois d'ajustement les plus communément employées sont les suivantes :

- Loi de Gauss (loi Normale)
- Loi de Galton (loi log – Normale)
- Loi de Gumbel

IV.1.3. Choix de loi adéquate

Ces critères de choix sont liés à un ajustement graphique d'abord et ensuite à un test d'adéquation. L'allure des points sur du papier à probabilité a permis de prime abord d'accepter ou de rejeter la loi (toute sinusite, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement). On essaie toujours d'ajuster une loi normale à un

échantillon ou de se ramener à une loi normale par changement de variable. Généralement la loi de probabilité ajustable à l'échantillon est d'autant plus près à la normalité que la variable concerne une longue échelle de temps et que le coefficient de variation soit inférieur à 0,5. (TOUIBIA 2004).

Avant faire l'ajustement par les lois qui nous cité précédemment, nous donne le tableau et la figure suivantes sur note série pluviométrique .à l'aide de logiciel HYFRAN on a :

Formule de probabilité empirique $F[X(k)] = (k-0.05)/(n+0.90)$.

Tableau IV.3 :Données de l'échantillon d'étude.

No.	Observation	Identificateur	Probabilité empirique
1	138	1996	0.0116
2	147	2000	0.0349
3	215	1970	0.0581
4	235	1993	0.0814
5	252	1998	0.1047
6	271	1983	0.1279
7	274	1977	0.1512
8	277	1992	0.1744
9	283	1987	0.1977
10	303	1999	0.2209
11	307	1994	0.2442
12	308	2009	0.2674
13	313	1985	0.2907
14	314	1986	0.3140
15	320	1978	0.3372
16	323	2001	0.3605
17	339	1982	0.3837
18	343	1988	0.4070
19	371	1984	0.4302
20	383	1990	0.4535
21	386	1979	0.4767
22	393	2006	0.5000
23	401	1974	0.5233
24	403	1973	0.5465
25	413	2004	0.5698

26	417	1991	0.5930
27	417	1980	0.6163
28	427	1997	0.6395
29	439	2008	0.6628
30	441	2011	0.6860
31	443	2007	0.7093
32	458	1972	0.7326
33	463	1981	0.7558
34	469	2002	0.7791
35	507	1976	0.8023
36	509	2005	0.8256
37	510	1995	0.8488
38	528	1989	0.8721
39	534	2003	0.8953
40	571	1975	0.9186
41	610	2010	0.9419
42	626	1971	0.9651
43	644	1969	0.9884

IV.1.4. Ajustement de la série pluviométrique

On soumet la série pluviométrique annuelle de la station retenue aux ajustements à la loi Normale, la loi log –normale et loi de Gumbel

a) Ajustement à loi normale (gauss) :

L'ajustement des séries par la loi normale appelée souvent loi de Gauss s'adapte bien avec les pluies moyennes annuelles. En effet sa fonction de répartition est de la forme

$$F(U) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^U \exp\left(\frac{-1}{2x\mu^2}\right) du \dots\dots\dots(IV.3)$$

(Fréquence au non dépassement)

U est variable réduite de gauss. Elle est donnée par :

$$U = \frac{x-\bar{x}}{\delta} \dots\dots\dots(IV.4)$$

La transformation $X = \bar{x} + \delta U$ est l'équation de la droite de Henry sur papier à probabilité gaussienne.

Pour les calculs on a utilisé le logiciel **HYFRAN**.

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de YABOUS sont regroupés dans le tableau

Tableau IV.4 : le résultant d'ajustement par loi normale(Gauss)

Nombre d'observations : 43

Paramètres : Mu =388.953488

Sigma =120.179420

Quantiles : q = F(X) (probabilité au non-dépassement)

$$T = 1/(1-q)$$

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
50.0	0.9800	636	32.6	572 - 700
20.0	0.9500	587	28.3	531 - 642
10.0	0.9000	543	24.9	494 - 592
5.0	0.8000	490	21.4	448 - 532
3.0	0.6667	441	19.2	403 - 478
2.0	0.5000	389	18.3	353 - 425
1.4286	0.3000	326	19.6	288 - 364
1.2500	0.2000	288	21.4	246 - 330
1.0001	0.0001	-58.0	52.1	-160 - 44.1

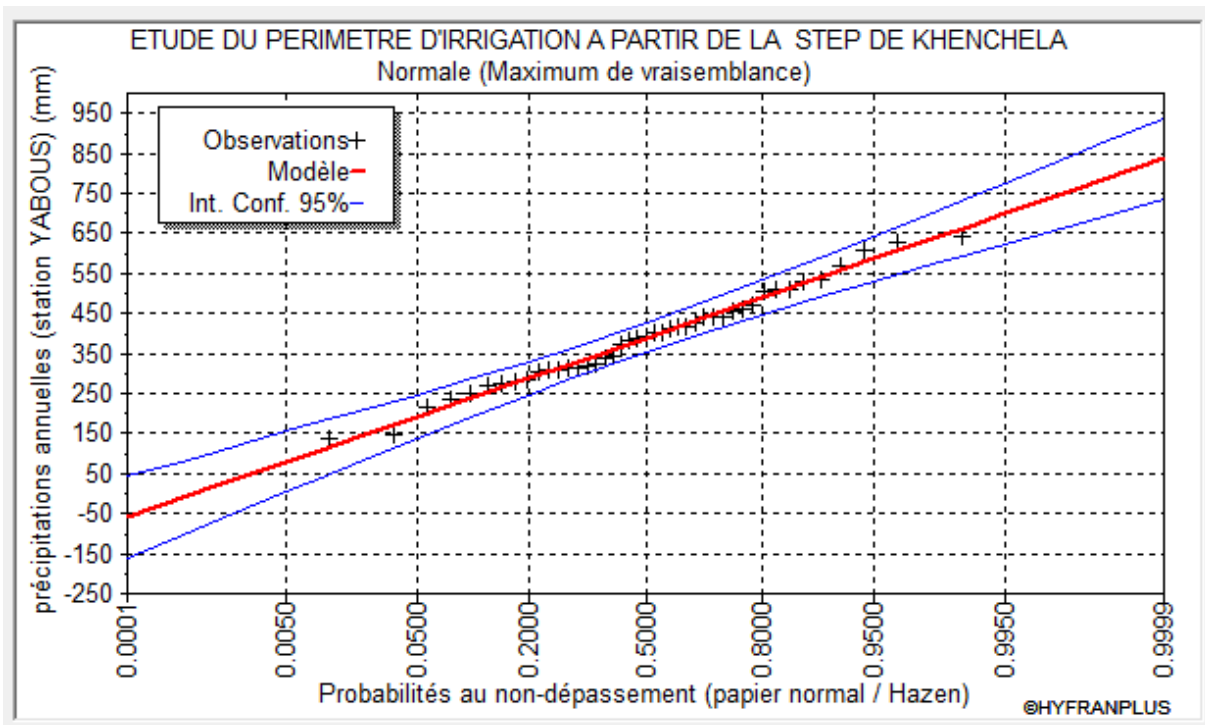


Figure IV.2 : L'allure des points sur du papier à probabilité (d'ajustement par loi Normale)

b) Ajustement à la loi log-normale :

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de YABOUS sont regroupés dans le tableau et la figure suivantes

Tableau IV.5 : le résultant d'ajustement par loi log- normale

Nombre d'observations : 43

Paramètres : $m = -1886.877927$

$\mu = 7.728740$

$\sigma = 0.052177$

Quantiles : $q = F(X)$ (probabilité au non-dépassement)

$T = 1/(1-q)$

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
100.0	0.9900	679	53.3	575 - 784
50.0	0.9800	643	44.0	557 - 729
20.0	0.9500	590	33.2	524 - 655
10.0	0.9000	543	26.6	491 - 595
5.0	0.8000	488	22.1	445 - 531
3.0	0.6667	437	20.2	398 - 477
2.0	0.5000	386	19.5	348 - 424
1.4286	0.3000	325	19.5	286 - 363
1.2500	0.2000	288	20.3	248 - 328

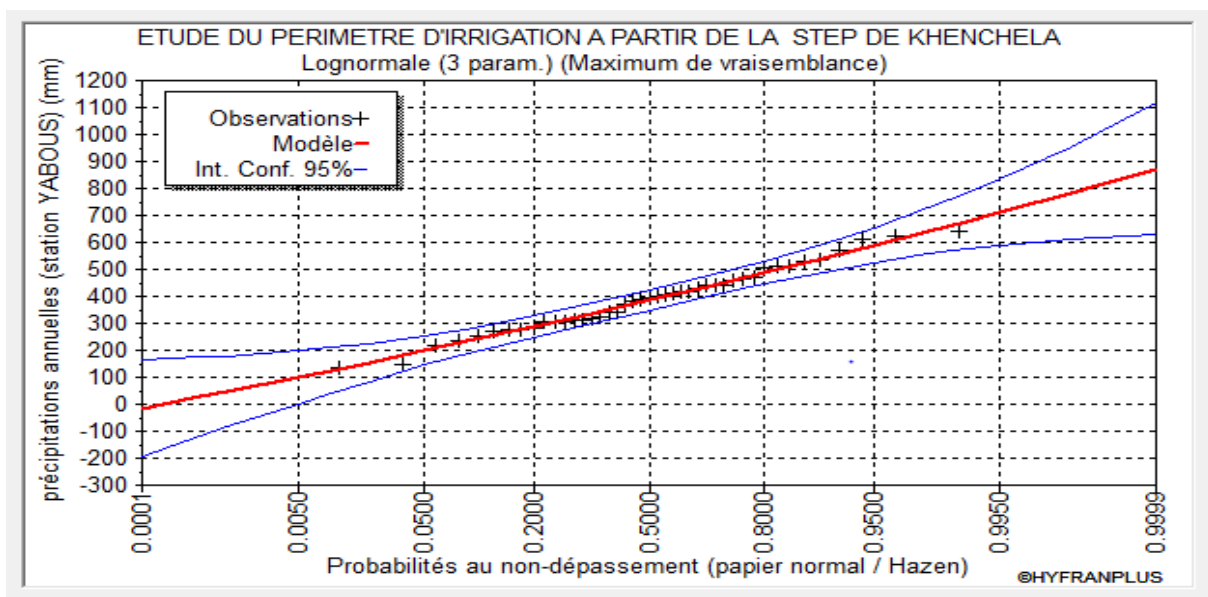


Figure IV.3 : L'allure des points sur du papier à probabilité (d'ajustement par loi log-normale)

c) Ajustement à la loi de Gumbel :

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de YABOUS sont regroupés dans le tableau et la figure suivantes

Tableau IV.6 : le résultant d'ajustement par loi Gumbel

Nombre d'observations : 43

Paramètres : $u = 329.406045$

$\text{Alpha} = 114.391437$

Quantiles : $q = F(X)$ (probabilité au non-dépassement)

$T = 1/(1-q)$

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
100.0	0.9900	856	71.5	716 - 996
50.0	0.9800	776	62.1	654 - 898
20.0	0.9500	669	49.9	571 - 767
10.0	0.9000	587	40.7	507 - 667
5.0	0.8000	501	31.6	439 - 563
3.0	0.6667	433	25.1	383 - 482
2.0	0.5000	371	20.4	331 - 411
1.4286	0.3000	308	17.7	273 - 343
1.2500	0.2000	275	17.5	241 - 309

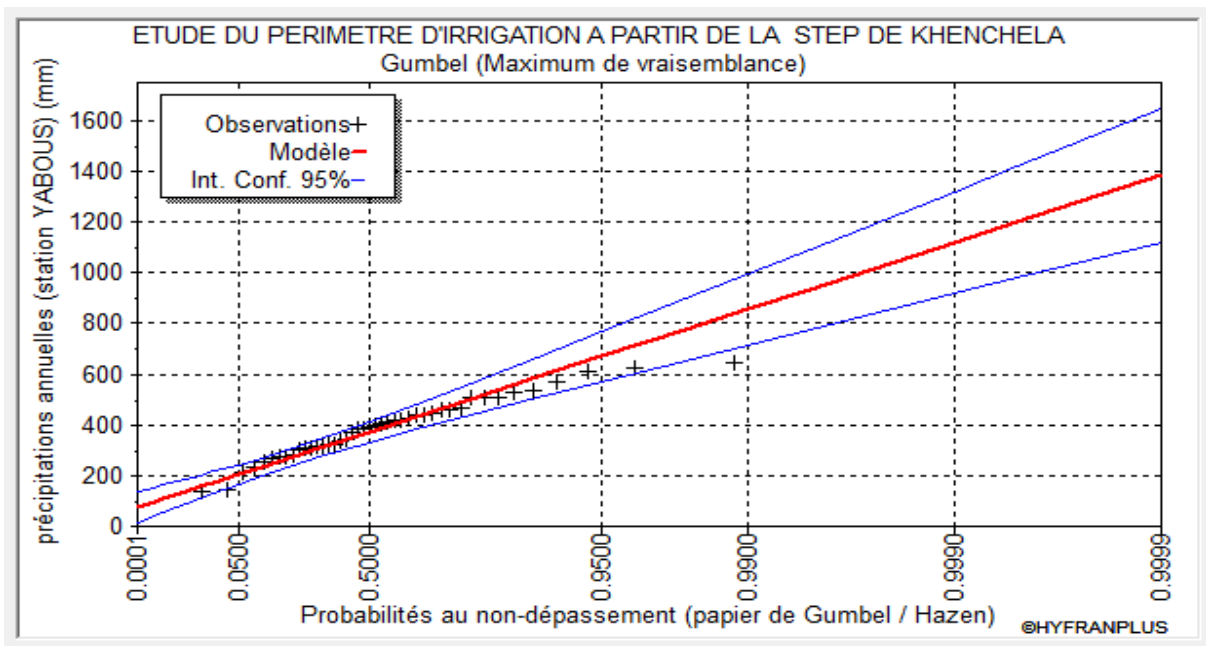


Figure IV.4 : L'allure des points sur du papier à probabilité (d'ajustement par loi de Gumbel)

IV.1.5. Test de validité d'un ajustement

La loi choisie pour ajuster la distribution statistique de l'échantillon, ne représente qu'approximativement l'échantillon étudié, l'erreur commise en adoptant une loi donnée est une erreur d'adéquation. Il convient par conséquent de comparer l'adéquation de ces lois afin d'adopter le meilleur ajustement. L'un des tests le plus employé, est le test du Khi carré ' χ^2 '

Soit un échantillon de N valeurs, classées par ordre croissant ou décroissant à étudier, et pour lequel une loi de répartition F(X) a été déterminée.

On divise cet échantillon en un certain nombre de classe (intervalle) K contenant chacune n_i valeurs expérimentales. Le nombre v_i est le nombre théorique de valeurs sur un échantillon de N valeurs affectées à la classe i par la loi de répartition, donnée par la relation suivante :

$$v_i = N \int_{x_{i+1}}^x f(X) dX = N[F(X_i) - F(X_{i+1})] \dots\dots\dots(\text{IV.5})$$

f : étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique.

La variable aléatoire dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$x^2 \text{ calculée} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i} \dots\dots\dots(\text{IV.6})$$

n_i : nombre d'observations contenues dans la classe i.

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

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

k : nombre de classes. γ : degré de liberté.

m : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition ; m=2 : pour la loi de Gumbel et Gauss.

On cherche dans la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondante au nombre de degré de liberté, définie ci-dessus par λ . Si cette probabilité est supérieure à 0,05 l'ajustement est satisfaisant.

a) Test de validité de l'ajustement à la loi Normale :

Le test de validité de Khi carrée pour l'ajustement à la loi Normale est fait par le logiciel HYFRAN PLUS.

$$\text{Khi carré} = 2,00$$

$$\text{Probabilité } p(\chi^2 \text{ calculée}) = 0,9197$$

$$\text{Degrés de liberté : } \gamma=6$$

$$\text{Nombre des classes } k= 9$$

b) Test de validité de l'ajustement à la loi Log-Normale :

Le test de validité de Khi carrée pour l'ajustement à la loi Log-Normale est fait par le logiciel HYFRAN PLUS.

$$\text{Khi carré} = 3,26$$

$$\text{Probabilité } p(\chi^2 \text{ calculée}) = 0,6606$$

$$\text{Degrés de liberté : } \gamma=5$$

$$\text{Nombre des classes } k= 9$$

c) Test de validité de l'ajustement à la loi Gumbel :

Le test de validité de Khi carrée pour l'ajustement à la loi de Gumbel est fait par le logiciel HYFRAN PLUS.

$$\text{Khi carré} = 3,67$$

$$\text{Probabilité } p(\chi^2 \text{ calculée}) = 0,7206$$

$$\text{Degrés de liberté : } \gamma=6$$

$$\text{Nombre des classes } k= 9$$

Le test de Khi carré montre que la loi Normale présente une meilleure adéquation que la loi log Normale et loi de Gumbel.

Sur la table de Pearson χ^2 théorique = 8,464 ; pour : $\alpha = 5 \%$ et $\gamma=6$

Donc : χ^2 calculée < χ^2 théorique (pour les trois lois).

L'adéquation de la loi est bonne autrement dit l'ajustement est bon pour une probabilité $1- \alpha$ soit 95%.

Donc l'ajustement de la loi de Gauss aux précipitations annuelles est à considérer.

IV.2 Détermination de l'année de calcul

Puisque la loi de **Gauss** est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région. La probabilité de calcul doit être prise entre 75% et 90%.

La probabilité pour laquelle on assure l'irrigation est donnée souvent pour la fréquence 80 %. L'année de calcul est obtenue en appliquant la formule suivante :

$$P_{i,80\%} = P_{i,moy} \times \frac{P_{80\%}(annuel)}{P_{50\%}(annuel)} \dots\dots\dots(IV.7)$$

D'après le **Tableau IV.4** : le résultant d'ajustement par loi normale(Gauss)

On a trouvé : P80% = 288 mm

P50% = 389 mm

Le rapport (P80%/ P50%)= **0,74**

Donc le tableau de l'année de calcule est représenté dans le tableau suivant :

Tableau IV.7 : la précipitation moyenne mensuelle de l'année de calcule.

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aou
P(mm)	40,07	32,42	36,82	33,61	32,53	30,16	45,50	41,76	45,21	21,39	10,67	19,29
P_{i80%}	29,65	23,99	27,24	24,87	24,07	22,31	33,67	30,90	33,45	15,82	7,89	14,27

Conclusion

Dans cette partie, on a dégagé les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative, de la zone de projet.

Cette étude a permis de reconstituer l'année de pluie mensuelle de probabilité 80% pratiquement et de période de retour 5 ans. A partir de l'ajustement des séries des pluies journalières maximales, on constate que la loi de Gauss adoptée dans notre projet, présente une bonne adéquation.

Les calculs manuels des expressions statistiques vont prendre plus temps, mais avec l'utilisation de l'outil informatique, on aboutit facilement aux résultats escomptés, à l'aide des logiciels tel que HYFRAN PLUS, nous a permis l'élaboration des analyses statistiques les plus courantes en hydrologie.

Chapitre V :

ETUDE DES BESOINS DES CULTURES

Introduction

Cette étude présente a pour but d'estimation les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que : les conditions climatiques, cultures envisageables, systèmes agronomiques, l'intensité culturale, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigation.

La détermination des besoins en eau est s'exprimé par le phénomène d'évapotranspiration.

V.1.Les besoins en eau d'une culture

Les besoins en eau des cultures, peuvent être définis comme dose apportée à la plante dans des moments propices, afin de mettre celle -ci dans les meilleures conditions d'humidité requises, pour obtenir son rendement maximal.

L'évaluation des besoins en eau du périmètre est basée sur la détermination des besoins de chaque culture retenue dans le calendrier agronomique. Pour cela on définit :

V.1.1. Evapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC)

C'est la valeur réelle de l'évapotranspiration. Le plus souvent, elle est inférieure à l'évapotranspiration de référence (ETO), puisque le sol n'est pas en permanence à sa capacité de rétention. En plus, elle est considérée variable pendant la période de végétation.

Donc, c'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, donnée par l'expression ci-dessous

$$ET_{culture} = K_c \times ET_0 \dots \dots \dots (V.1)$$

Avec :

KC : Représente le coefficient cultural, dépendant du type de la culture et de son stade de développement, et des conditions climatiques qui y règnent.

Pour mieux rationaliser la ressource, nous calculeront l'évapotranspiration de culture "ET_{culture}", après avoir déterminé les coefficients culturaux " KC ".

V.1.2.Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence

C'est l'évapotranspiration d'une culture bien fournie en eau où le sol est à sa capacité de retentions, autrement dit c'est la limite maximale de l'évapotranspiration.

Donc pour mieux prédire l'évapotranspiration, on a introduit une valeur de référence que l'on définit comme étant le taux de l'évapotranspiration d'une surface du Gazon vert, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau.

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration de référence, les plus utilisées, sont :

- Méthodes des Lysimètres.
- Méthodes des stations expérimentales

- Méthodes directes de l'évaporation.
- Méthodes empiriques.

En ce qui concerne notre étude, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel CROPWAT version 8, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de **Penman et Monteith** modifiée.

V.1.3. Méthode de PENMAN ET MONTEITH modifiée

En Angleterre, précisément en 1948, a proposé une étude théorique de l'évapotranspiration en reliant inséparablement l'énergie solaire incidente. Cette formule est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considération l'effet de quelques paramètres météorologiques.

Les expériences ont montrés que la formule telle qu'elle est, s'applique mieux dans les régions humides, non loin de l'océan et essentiellement recouverte de végétation, que dans les zones a rides ou semi-a rides de faible humidité.

Pour cela, on adapte la nouvelle formule de Penman&Monteith modifiée, qui prenne en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent comptent des conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

L'expérience a montré que l'expression obtenue, prédirait de près, l'évapotranspiration de référence, non seulement dans des régions humides et fraîches comme en Angleterre, mais aussi dans des zones très chaude et semi-aride. La formule de Penman&Monteith modifiée, se présentant comme suite :

$$ET_0 = C \times [W \times R_n + (1 - W) \times F(u) \times (e_a - e_d)] \dots \dots \dots (V.2)$$

Avec :

ET₀ : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimé es en mm/jour.

W : Facteur de pondération rendant compte de l'effet de rayonnement à différente température et altitude.

R_n : Rayonnement net en évaporation équivalente, exprimé en mm/jour.

F(u) : Fonction liée au vent.

e_a : Tension de vapeur saturante à la température moyenne de l'air, en millibars.

e_d : Tension de vapeur réelle moyenne de l'air, exprimée en millibars.

La différence (e_a – e_d) constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes.

Dans la figure (V.1) et le tableau (V.1), on représente l'évapotranspiration de référence ET₀, calculée à l'aide du logiciel CROPWAT, selon la formule de Penman&Monteith modifiée.

La répartition mensuelle illustre notamment le type de variations irrégulières dont les écarts par rapport à la moyenne sont nettement considérables pendant la journée. C'est l'effet

Chapitre V : Etude des Besoins des Cultures

caractéristique du climat continental qui agit directement sur le comportement des facteurs évaporant.

Comme il est entendu que l'évaporation, désignée généralement sous le terme de l'évapotranspiration en intégrant physiquement le phénomène biologique des espèces de la flore, représente un des principaux éléments de la climatologie rentrant dans la formulation du bilan hydrique d'une unité hydrologique.

Calcul de l'ETP par le Cropwat :

The screenshot shows the 'ETO Penman-Monteith par mois' software interface. The input fields are: Pays: Khenchela, Station: Foum El Gueiss, Altitude: 945 m, Latitude: 35.23 °N, Longitude: 6.38 °E. The main table displays monthly data for various meteorological and evaporation parameters.

Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ETo
	°C	°C	%	m/s	heures	MJ/m²/jour	mm/mois
Janvier	0.5	13.0	64	2.8	6.2	10.2	54.55
Février	2.7	14.7	64	1.7	6.5	12.7	52.31
Mars	5.6	18.7	63	1.2	7.5	16.8	80.10
Avril	6.4	22.2	58	1.4	7.6	19.5	105.43
Mai	11.7	26.6	48	1.9	9.0	23.0	154.07
Juin	16.3	31.9	46	1.0	10.9	26.2	163.16
Juillet	18.4	36.0	44	2.2	11.6	26.9	221.06
Août	18.8	35.1	44	1.2	10.7	24.3	176.87
Septembre	17.7	28.9	49	1.8	8.9	19.4	141.99
Octobre	11.7	25.9	63	1.8	7.7	14.8	100.23
Novembre	6.3	21.6	61	1.7	6.6	11.0	69.46
Décembre	3.6	9.1	67	1.8	6.0	9.3	39.27
Moyenne	10.0	23.6	56	1.7	8.3	17.8	1358.51

Figure V.1 Calcul de l'ETP en utilisant CROPWAT

Tableau V.1 : Répartition mensuelle de l'évapotranspiration potentielle par Penman modifié de la région de Khenchela

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	AN.
ETP (mm)	54,55	51,31	80,10	105,43	154,07	163,16	221,06	176,87	141,99	100,23	69,46	39,27	1358,51
ETP %	4,02	3,78	5,90	7,76	11,34	12,01	16,27	13,02	10,45	7,38	5,11	2,89	100,00

Les mesures effectuées à la station, montrent une extrême dissipation d'eau par les conditions climatiques sévères en périodes des étiages. Le pouvoir évaporant, très accentué en été, exige pour la grande saison sèche de l'année, près de 70% du total annuel. La tranche d'eau maximale brute évaporée annuellement sur une surface libre est estimée à près de 1359 mm.

V.1.4. La pluie efficace

Les précipitations efficaces, définies comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, ...etc.

La pluie efficace est prise comme 80% de la pluie moyenne mensuelle de l'année de calcul ($P_{i80\%}$)

Tableau.V.2 : Les précipitations efficaces dans la zone d'étude.

MOIS	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jul	Aout	Total
$P_{i80\%}$	29,65	23,99	27,24	24,87	24,07	22,31	33,67	30,9	33,45	15,82	7,89	14,27	288.13
P_{eff}	23,72	19,192	21,792	19,896	19,256	17,848	26,936	24,72	26,76	12,656	6,312	11,416	230.50

V.1.5. Efficience de l'irrigation

L'efficience d'irrigation est définie par le rapport entre le besoin d'eau strictement nécessaire à la culture et le volume d'eau à introduire dans le réseau d'irrigation. La différence entre les deux volumes indique les pertes.

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

$$E_i = E_t \times E_d \times E_u \dots \dots \dots (V.3)$$

Avec :

- E_i : Efficience d'irrigation en (%)
- E_t : Efficience de transport (%)
- E_d : Efficacité de type de distribution en (%)
- E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution.

L'évaluation exacte des pertes est très difficile et même presque impossible, suite des multiples variables qui interviennent.

On considère une efficience globale, produit entre les trois efficience décrites ci-dessus égalé à 0,75 (irrigation sous pression)

0.66 (irrigation gravitaire)

0.9 (irrigation gout à gout)

V.2. CHOIX D'ASSOLEMENTS

L'assolement est la division des terres d'une exploitation agricole en parties distinctes, appelées soles ou pies, consacrées chacune à une culture donnée pendant une saison culturale. Dans chaque sole, les cultures peuvent varier d'une année (voire d'une saison) à l'autre : c'est la succession culturale ou rotation, qui est une notion différente. L'assolement est la diversité géographique des cultures à un moment donné, la rotation est la succession des cultures sur une même parcelle au fil du temps.

L'assolement d'une exploitation agricole résulte de différentes contraintes, tant techniques qu'économiques, et cherche à optimiser le résultat global. Les critères économiques à prendre en compte sont le marché, le prix de vente, les investissements à mettre en œuvre, éventuellement des limites de contingentement pour les cultures règlementées ou des subventions. Les facteurs techniques, au sens large, incluent les règles de rotation des cultures, l'organisation du travail, la disponibilité du matériel, ainsi que les facteurs écologiques (sol, climat, etc.). Enfin l'agriculteur doit prendre en compte les moyens humains, en quantité, qualification et savoir-faire.

DEVELOPPEMENT PROJETE DANS LA ZONE D'ETUDE

Compte tenu des éléments disponibles, il est proposé de retenir les modèles suivants :

Tableau.V.3 : Types des Modèles d'assolement

		A	B	C	D	E	F	
Zone	TYPE DE TAILLE (ha)	x<1	1-x-3	3-x-5	5-x-10	10-x-15	x>15	TOTAL
zone	Nombre d'exploitation	59	81	35	29	8	3	215
	Superficie (ha)	26,59	145,51	140,26	198,26	90,85	57,11	660
	Taille moyenne (ha)	0,45	1,80	4,01	6,84	11,36	19,04	3,07

Tableau.V.4 : Surfaces d'assolements unitaires

model A :	0,45 ha de la SAU REPRESENTATIF DE BRAHIM BRIHIMI (PRIVE)
model B :	1,7625 ha de la SAU REPRESENTATIF DE BOUZAHER LAARBI ET CONSORT (PRIVE)
model C :	4,0563 ha de la SAU REPRESENTATIF DE BRAHMI LAKHDAR ET CONSORT (PRIVE)
model D :	6,9437 ha de la SAU REPRESENTATIF DE BOUZAHER ABDELLAH ET CONSORT (PRIVE)
model E :	11,1688 ha de la SAU REPRESENTATIF DE BOUZAHER DJEMAA (PRIVE)
model F :	19,647 ha de la SAU REPRESENTATIF D'UNE PARCELLE (INCONNU)

V.2.1 DEVELOPPEMENT PROJETE MODEL A



Figure V.2 : Parcelle représentative d'un type d'assolement modèle A

Tableau V.5 : Culture projetée de l'assolement 1

model A :

culture affecté	nombre de sol	taille de la parcelle (ha)	Nombre d'exploitant	surface assolé (ha)
olivier	2	0,225	59	13,28
blé dur		0,225		13,28
totale		0,45		26,55

V.2.2 DEVELOPPEMENT PROJETE MODEL B

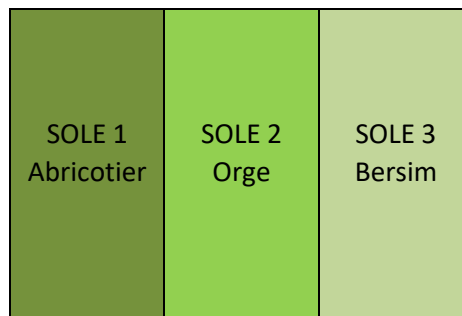


Figure V.3 : Parcelle représentative d'un type d'assolement modèle

Tableau V.6 : Culture projetée de l'assolement 2

model B :

culture affecté	nombre de sol	taille de la parcelle (ha)	Nombre d'exploitant	surface assolé (ha)
Abricotier	3	0,5875	81	47,59
orge		0,5875		47,59
bersim		0,5875		47,59
totale		1,7625		142,76

V.2.3 DEVELOPPEMENT PROJETE MODEL C

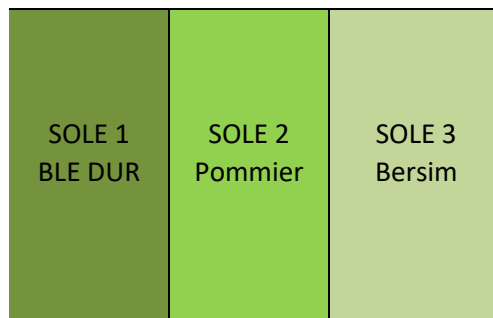


Figure V.4 : Parcelle représentative d'un type d'assolement modèle C

Tableau V.7 : Culture projetée de l'assolement 3

model C :

culture affecté	nombre de sole	taille de la parcelle (ha)	Nombre d'exploitant	surface assolé (ha)
Blé dur	3	1,3521	35	47,32
Pommier		1,3521		47,32
Bersim		1,3521		47,32
totale		4,05630		141,97

V.2.4 DEVELOPPEMENT PROJETE MODEL D

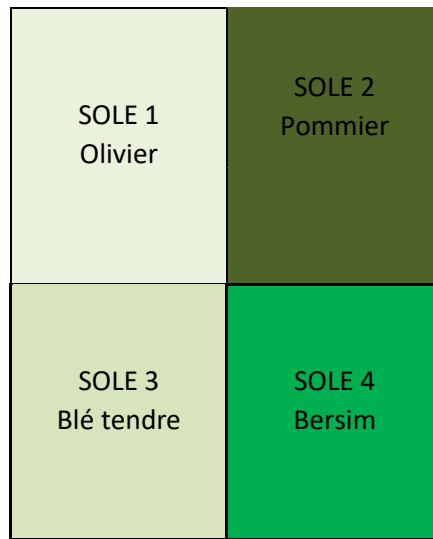


Figure V.5 : Parcelle représentative d'un type d'assolement modèle D

Tableau V.8 : Culture projetée de l'assolement 4

Model D :

culture affecté	nombre de sol	taille de la parcelle (ha)	Nombre d'exploitant	surface assolé (ha)
Olivier	4	1,735925	29	50,34
Pommier		1,735925		50,34
Blé tendre		1,735925		50,34
Bersim		1,735925		50,34
totale		6,94370		201,37

V.2.5 DEVELOPPEMENT PROJETE MODEL E

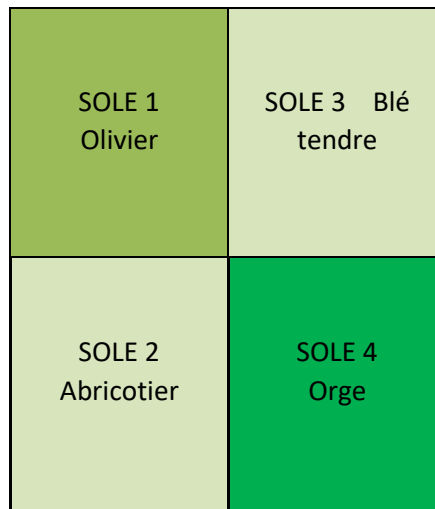


Figure V.6 : Parcelle représentative d'un type d'assolement modèle E

Tableau V.9 : Culture projetée de l'assolement 5

model E :

culture affecté	nombre de sol	taille de la parcelle (ha)	Nombre d'exploitant	surface assolé (ha)
Olivier	4	2,7922	8	22,34
Abricotier		2,7922		22,34
Blé tendre		2,7922		22,34
Orge		2,7922		22,34
totale		11,16880		89,35

V.2.6 DEVELOPPEMENT PROJETE MODEL F

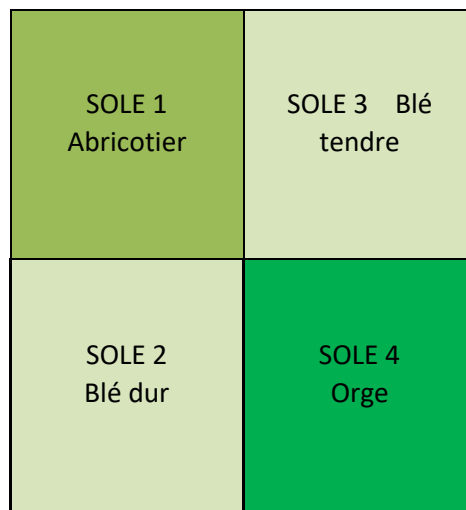


Figure V.7 : Parcelle représentative d'un type d'assolement modèle F

Tableau V.10 : Culture projetée de l'assolement 6

model F :

culture affecté	nombre de sol	taille de la parcelle (ha)	Nombre d'exploitant	surface assolé (ha)
Abricotier	4	4,91175	3	14,74
Blé dur		4,91175		14,74
Blé tendre		4,91175		14,74
Orge		4,91175		14,74
totale		19,64700		58,94

Tableau V.11: Superficie assolé

Type de culture	Surface assolé (ha)	Surface assolé en %	Surface irrigué (ha)
OLIVIER	85,96	13	80,6
ABRICOT	84,67	13	80,6
POMMIER	97,66	15	93
BLE DUR	75,34	11	68,2
BLE TENDRE	87,42	13	80,6
ORGE	84,67	13	80,6
BERSIM	145,25	22	136,4
Total	660,97	100	620

V.3. Détermine les Besoins en eau des cultures

Les besoins théoriques mensuels sont déterminés par le bilan hydrique

$$B = ETP - (P_{eff} + RFU.re\grave{e}l) \dots \dots \dots (V.4)$$

B : besoin en eau d'irrigation (mm)
 ETP : évapotranspiration (mm / jour)
 RFU : réserve facilement utilisable

$$RFU = Y(H_{CC} - H_{PF}) \cdot Da \cdot Z \dots \dots \dots (V.5)$$

Y : degré de tarissement
 Da : densité apparente
 Z : profondeur d'enracinement (mm)
 H_{cc} : humidité à la capacité au champ
 H_{pf} : humidité au point de flétrissement
 P_{eff} : pluie efficace

$$RFU.re\grave{e}l = RFU \quad \text{si} \quad P_{eff} \geq RFU$$

$$RFU.re\grave{e}l = 1/3RFU \quad \text{si} \quad RFU \geq P_{eff} \geq 1/3RFU$$

$$RFU.re\grave{e}l = 0 \quad \text{si} \quad P_{eff} \leq 1/3RFU$$

Tableau V.12 : Détermination des besoins en eau des cultures (mm)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septe	Octobre	Nove	Déce	Total
Blé dur	1,28	15,86	46,60	73,03	109,09	46,62	-	-	-	-	0,00	0,00	292,47
Blé tendr	1,28	15,86	46,60	73,03	109,09	46,62	-	-	-	-	0,00	0,00	292,47
Orge	7,82	22,53	46,60	73,03	84,44	30,31	-	-	-	-	0,00	0,00	264,72
Bersim	46,20	43,72	45,15	-	-	-	-	-	43,44	30,01	29,62	9,01	247,16
Olivier	-	-	-	28,00	59,52	99,92	137,38	82,33	33,08	-	-	-	440,22
Abricotier	-	7,81	16,32	48,03	111,90	140,71	172,75	-	-	-	-	-	489,71
Pommier	-	-	21,12	59,62	99,58	132,56	189,11	130,08	-	-	-	-	632,07
Total	56,58	105,78	222,38	354,74	573,61	496,75	499,23	212,41	76,52	30,01	29,62	9,01	2658,81

Le calcul du besoin de chaque culture est regroupé dans l'annexe

Chapitre V : Etude des Besoins des Cultures

Si sur une parcelle de surface (S), on a des cultures, chaque culture « i » occupant une surface élémentaire (Si), les besoins théoriques en mètre cube (m³) donnés par l'expression :

$$B.net(m^3) = \sum_{i=1}^n B(mm).10.Si \dots\dots\dots(V.6)$$

Si : La surface de la culture « i » en hectares.

Tableau V.13 : Besoins nets en eau des cultures (m³)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Octobre	Nov	Déc	Total
Blé dur	873	10817	31781	49806	74399	31795	-	-	-	-	0	0	199471
Blé tendr	1032	12783	37560	58862	87927	37576	-	-	-	-	0	0	235739
Orge	6303	18159	37560	58862	68059	24430	-	-	-	-	0	0	213372
Bersim	63017	59634	61585	-	-	-	-	-	59252	40934	40402	12290	337113
Olivier	-	-	-	22568	47973	80536	110728	66358	26662	-	-	-	354825
Abricotier	-	6295	13154	38712	90191	113412	139237	-	-	-	-	-	401001
Pommier	-	-	19642	55447	92609	123281	175872	120974	-	-	-	-	587825
Total	71224	107688	201281	284258	461158	411029	425837	187332	85915	40934	40402	12290	2329347

Les besoins brutes (pratiques) sont plus élevés que les besoins nets (théoriques) tenant compte du rendement de l'irrigation donc des pertes lors de l'arrosage.

L'expression suivante permet de calculer les besoins pratiques :

$$BP = BT / Ei \dots\dots\dots(V.7)$$

Ei ; Rendement hydraulique de l'arrosage ou efficacité de l'arrosage pour les calculs, on supposera que :

- l'efficacité de l'irrigation par goutte à goutte=0.90
- l'efficacité de l'irrigation gravitaire=0.66
- l'efficacité de l'irrigation par aspersion=0.75

Chapitre V : Etude des Besoins des Cultures

Tableau V.14 : Besoins bruts en eau des cultures en (m³) efficience =0,9 (système d'irrigation goutte à goutte)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septe	Octobre	Nov	Déce	Total
Blé dur	970	12018	35312	55341	82666	35328	-	-	-	-	0	0	221635
Blé tendr	1146	14204	41733	65402	97696	41751	-	-	-	-	0	0	261932
Orge	7003	20177	41733	65402	75621	27144	-	-	-	-	0	0	237080
Bersim	70019	66260	68427	-	-	-	-	-	65836	45482	44891	13655	374570
Olivier	-	-	-	25076	53303	89484	123031	73731	29625	-	-	-	394250
Abricotier	-	6994	14615	43014	100213	126014	154707	-	-	-	-	-	445557
Pommier	-	-	21824	61607	102899	136979	195414	134416	-	-	-	-	653139
Total	79138	119653	223645	315842	512398	456699	473152	208147	95461	45482	44891	13655	2588163

Tableau V.15 : Besoins bruts en eau des cultures en (m³) efficience =0,75 (système aspersion)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septe	Octobre	Nov	Déce	Total
Blé dur	1164	14422	42375	66409	99199	42393	-	-	-	-	0	0	265962
Blé tendr	1376	17044	50079	78483	117235	50101	-	-	-	-	0	0	314319
Orge	8404	24212	50079	78483	90745	32573	-	-	-	-	0	0	284497
Bersim	84022	79512	82113	-	-	-	-	-	79003	54578	53869	16386	449483
Olivier	-	-	-	30091	63964	107381	147638	88477	35550	-	-	-	473101
Abricotier	-	8393	17539	51616	120255	151216	185649	-	-	-	-	-	534668
Pommier	-	-	26189	73929	123479	164374	234496	161299	-	-	-	-	783767
Total	94966	143584	268374	379010	614878	548039	567783	249777	114553	54578	53869	16386	3105796

Tableau V.16 : Besoins bruts en eau des cultures en (m³) efficience =0.66 (système gravitaire)

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septe	Octobre	Nove	Déce	Total
Blé dur	1323	16389	48153	75464	112726	48174	-	-	-	-	0	0	302229
Blé tendr	1563	19368	56908	89185	133222	56933	-	-	-	-	0	0	357180
Orge	9550	27514	56908	89185	103119	37015	-	-	-	-	0	0	323291
Bersim	95480	90355	93310	-	-	-	-	-	89776	62021	61215	18621	510777
Olivier	-	-	-	34194	72687	122024	167770	100542	40398	-	-	-	537614
Abricotier	-	9538	19930	58655	136654	171837	210964	-	-	-	-	-	607577
Pommier	-	-	29760	84010	140317	186789	266473	183295	-	-	-	-	890644
Total	107916	163163	304970	430693	698725	622771	645208	283837	130174	62021	61215	18621	3529313

Tableau V.17 : Besoins nets mensuel en eau pour un hectare en (m³)

S	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC
1ha	114,88	173,69	324,65	458,48	743,80	662,95	686,83	302,15	138,57	66,02	65,16	19,82

• **Calcul du débit spécifique :**

Si on exprime les valeurs des besoins en m³/ha et par jour, et si on traduit ces quantités en débit qu'il faudrait fournir tout au long 24 heures de la journée, on obtient des débits fictifs continus variables avec chaque mois de la période de végétation. Parmi les débits fictifs continus on considère le débit maximal, on obtient le débit spécifique

$$q_s = \frac{B_m \times 10 \times 1000}{N \times T \times 3600 \times K} \dots\dots\dots (V.8)$$

B_m : Besoin mensuel max net exprimé en (mm)

N : Nombre de jours du mois d'irrigation, exprimé en jours (on prend 25 jours)

T : Temps d'irrigation par jour (on prend 22 heures)

K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation (=0.75)

$$q_s = 0.5 \text{ l/s/ha}$$

On se limite à une valeur seuil de 1.5 l/s/ha.

Ce débit est largement inférieur à 1.5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable.

Tableau V.18 : Disponibilité du stockage en fonction de la production de la STEP et les besoins bruts en eaux maximales

Mois	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	Total
Besoins m³/mois	79138	121052	230933	341781	563681	527194	567783	249777	101386	45482	44891	13655	2886752
Prod m³/mois	610105	560740	623590	595600	667300	625000	609950	596000	604000	579012	563560	606726	7241583

Conclusion

Dans ce chapitre, on a exposé les besoins en eau de périmètre. Le choix des cultures s'est fait sur une base compte les facteurs climatologiques. Après le choix de l'assolement des cultures, l'estimation des besoins en eau de chaque culture s'est fait sur la base de l'évapotranspiration par la méthode de **Penman & Monteith** modifiée. Enfin, on a estimé les volumes d'eau à apporter par l'irrigation au cours de la période de la croissance pour assurer aux plantes un approvisionnement hydrique adéquat et continu.

Chapitre VI :
Dimensionnement du
réseau
D'irrigation

Introduction

L'irrigation est l'application de l'eau au sol dans le but de combler le déficit en eau, ce moyen donne les conditions favorables pour la croissance des plantes.

Quel que soit l'origine de l'eau (cours d'eau naturel, nappe souterraine, eau de barrage, eau de STEP) et son mode de transport (canaux, conduite sous pression), le problème qui se pose est comment répartir cette eau sur le sol de façon, à ce que les plantes en tirent le maximum de profit. Cependant le moyen de répartition de l'eau sur le sol ne doit pas toujours répondre à ce critère d'une production maximale, donc on doit essentiellement envisager un choix minutieusement détaillé du mode d'irrigation et de la technique d'arrosage a compatibilité avec les contraintes de la région d'étude.

VI.1. Tracé du réseau


Le tracé escompté est un réseau ramifié. Les critiques à suivre pour tracer le réseau sont :

- Suivre les lignes de plus grande pente et éviter les traversées des thalwegs.
- A priori, le tracé le plus économique et celui dont la longueur totale des conduites est le plus faible.
- Un réseau économique set également celui qui est doté d'un minimum d'ouvrages et d'appareillages.
- Il faut chercher aussi à ne pas multiplier les ouvrages de génie civil tels que les traversées d'un Oued, de voie ferrées, etc....

Suite à ces critères on est arrivé à un tracé d'un réseau sous pression qui ramifie avec des conduites de distribution primaires et secondaire (Planche N° 2).

Chaque parcelle sera équipé d'une borne d'irrigation, implantée à une côte plus élevée de la parcelle afin d'assurer la pression au point le plus défavorable.

Il existe différent types de bornes d'irrigation avec différentes classes de débit, parmi ces types on trouve :

Borne à une seule sortie		
	<p>Cette borne convient à l'irrigation des parcelles à des débits moyens.</p> <p>Elle comprend un corps monobloc à une sortie permettant le montage d'une seule tubulure DN65.</p>	<p>* Avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permet l'irrigation des parcelles de taille moyenne. • Adaptée aux eaux brutes et abrasives • Fonctions régulation de pression, limitation de débit. <p>*Caractéristiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 sortie pour tubulure DN65 • Pression Max Admissible pour borne : 16 bars • Compteur pré-équipé pour la communication
Nombre de bornes	215	

VI.2. Calcul hydraulique de réseau de distribution

VI.2.1. Modalités de dessertes

La distribution doit se faire de telle sorte que chaque parcelle reçoit une dose correcte au moment opportun.

Trois modes peuvent être employés :

- a) **La distribution continue** : La dose d'arrosage est livrée au moyen d'un débit continu pendant toute la période de l'irrigation.
- b) **Distribution par rotation** : L'eau est distribuée à intervalles réguliers avec un débit plus important que le débit continu

Le temps de distribution est en fonction du débit d'arrosage et de la superficie de la parcelle. L'intervalle entre deux arrosages constitue le tour d'eau.

- c) **Distribution à la demande** : Elle s'applique principalement à un réseau de conduites. C'est techniquement la méthode la meilleure et la plus rationnelle, puisque chacun peut irriguer quand il juge que les plantes en ont besoin .Mais cela suppose que les agriculteurs connaissent très bien les besoins de leurs cultures et suivent de près le développement.

Dans le cadre de notre projet, on adopte une distribution d'eau d'irrigation à la demande, caractérisée par une souplesse en laissant l'irriguant utiliser selon sa convenance sa prise d'irrigation.

VI.2.2. Calcul des débits des canalisations

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

Les débits caractéristiques sont définis par la formule suivante

$$Q = q_s \times F \dots\dots\dots(VI.1)$$

Avec

Q : Débit caractéristique en (l/s)

q_s : Débit spécifique de pointe du modèle le plus exigeant en (l/s/ha)

F : Surface agricole utile des parcelles en (ha)

$$q_s=0.5l/s/ha$$

VI.2.3. Optimisation des canalisations

Ayant ainsi déterminé les débits de pointe à transmettre pour chaque tronçon, on procédera ensuite à la détermination des diamètres. Il existe de nombreuses solutions adéquates aux contraintes techniques du problème.

Néanmoins, il convient de rechercher la solution au moindre coût. La méthode d'optimisation du réseau de distribution adoptée dans le cadre de ce travail, est celle de LABYE, qui tient les conditions suivantes :

a) la vitesse admissible : La fixation d'un seuil minimum de vitesse admissible dans les conduites, ne correspond pas véritablement à un impératif technique est n'à pour objectif, que l'introduction d'un seuil raisonnable de diamètre maximum envisagé, pour transiter un débit donné. Ceci permettra d'accélérer le calcul d'optimisation. Par contre, la fixation d'un seuil maximum de vitesse tolérée correspond à un compromis entre :

- La recherche d'économie sur le coût d'investissement

- Les risques entraînés par les coups de béliers éventuels et le coût de la protection anti-bélier qui en résulterait.

Le seuil de vitesse admissible pour la distribution est entre 0.5m/s et 2m/s

- b) La perte de charge unitaire :** Les pertes de charge unitaires, ont été définies par la formule de LECHAPT et CALMON qui est donnée par la formule suivante :

$$hp_u = \frac{L \cdot Q^M}{D^N} \cdot C \dots\dots\dots(VI.2)$$

Avec : hp_u : pertes de charges unitaires en mm/ml

Q : débit en m^3/s

D : diamètre de la conduite considérée (m)

L, M et N : Constantes dépendantes de la rugosité absolue (K) des canalisations.

C : Coefficient compris une majoration de 10 % pour les pertes de charge Singulière.

Les paramètres L, M et N sont définies en fonction de la rugosité (K), pour le PEHD

$$L=1.01 \quad M= 1.84 \quad N=4.88$$

Sous ces conditions, la loi de pertes de charge s'écrit :

$$j = 1,11. Q^{1,84}.D^{-4,88}$$

- c) Calcul des diamètres :** Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite, et les vitesses admissibles maximales et minimales.

On limite les vitesses dans les conduites à un minimum de 0,5 m/s et à maximum de 2,5 m/s.

La formule de " BONIN " donne une approche du diamètre économique qu'on normalise

$$D = \sqrt{Q} \dots\dots\dots(VI.3)$$

Avec : Q : m^3/s

D : m.

Tous les résultats obtenus, sont représentés dans l'annexe

VI.3. SCHEMA DIRECTEUR D'IRRIGATION

La distribution se fait à partir du bassin de stockage de capacité de 10 000 m³ situé juste à côté du STEP, par une conduite de diamètre 630 mm en PEHD avec des bornes d'irrigation pour chaque exploitant.

VI.3.1. RESERVOIR DE STOCKAGE

Le réservoir de stockage de 10 000 m³ en géomembrane sera projetée à un point élève para port le périmètre destinée à recevoir les eaux traitées, pour les distribuer dans le périmètre.

Le dimensionnement de cet ouvrage est basé sur la disponibilité de la ressource d'irrigation, et en fonction des besoins d'irrigation mensuelle par jour (**voir détaille en annexe**)

VI.3.2. RESEAU DE DISTRIBUTION

Le réseau de distribution sera projeté en conduites sous pression.

Pour pouvoir vérifier le fonctionnement du réseau de distribution de la variante retenue, un calcul hydraulique a été élaboré (**voir calcul hydraulique en annexe**).

Tableau VI.1. Les longueurs des conduites de distribution

Conduite	Linéaire en ml
A	8192,69
A1	18,93
A2	73,28
A3	433,04
A4	238,76
A5	196,90
A6	63,18
A7	494,92
A8	177,08
B	5705,90
B1	73,72
B3	193,60
B4	1112,82
B4.1	263,57
B4.2	155,10
B4.3	42,56
B5	24,24
B6	231,22
B7	814,40
B8	240,15
C	6229,54
C1	9,40
D	2472,39
D1	20,15
D2	30,94
D3	47,49
D4	6,01
D5	801,85
D5.1	1292,23
D5.2	8,02
D6	86,17
D7	1569,16
D7.1	73,07
D7.2	30,95
D7.3	128,05
D7.4	148,09
D7.5	190,63
D8	102,71
D8.1	107,01
D8.2	81,93
D9	103,74
D10	116,17
E	686,75
TOTAL	33 088,51

VI.4. CHOIX DU MODE D'IRRIGATION

Quelle que soit l'origine de l'eau et son mode de transport (canaux ou conduites), le problème le plus délicat est le choix de la méthode pour répartir cette eau sur le sol de façon que les plantes tirent le maximum de profit.

VI.4.1. Les différentes techniques d'arrosages

Les techniques d'arrosages peuvent être rangées en trois (03) classes, soit :

- L'irrigation de surface (gravitaire)
- L'irrigation par aspersion
- L'irrigation localisée ou micro irrigation (goutte à goutte)

a) L'irrigation de surface

L'irrigation gravitaire, encore appelée irrigation de surface, est la méthode d'irrigation la plus répandue dans le monde.

Souvent accusée de gaspiller l'eau, l'irrigation gravitaire peut être efficace si elle est bien maîtrisée et modernisée.

Pourquoi l'irrigation gravitaire ? :

- Pour adapter l'irrigation au progrès des facteurs de production.
- Pour mieux maîtriser l'arrosage (répartir l'eau régulièrement dans les raies, éviter aussi bien les sous irrigations que les excès d'eau et le lessivage).
- Pour diminuer les charges de main-d'œuvre (alléger les temps de travaux nécessaires au bon déroulement de l'arrosage).

Comment ce fait l'irrigation gravitaire ? :

- Par une meilleure connaissance de l'irrigation et de la parcelle
- Par un meilleur contrôle de la distribution entête de parcelle.
- Par l'amélioration du planage de la parcelle.
- Par un meilleur suivi de l'arrosage au sein de la parcelle

Avec quelle moyens ce fait l'irrigation ? :

- Les distributeurs de surface (siphon-rampe à vannettes-gaine souple etc...).
- Les appareils de mesure hydrauliques.
- Le laser rotatif en planage.
- Les tensiomètres.

En irrigation traditionnelle bien maîtrisée, le rendement peut atteindre des valeurs comprises entre 60 et 70 %. En irrigation modernisée, il peut dépasser les 80%. L'uniformité peut aussi dépasser 80 %.

La qualité de l'irrigation, c'est –à-dire le rendement et l'uniformité, dépend de deux paramètres fondamentaux : le débit en tête de raie et le temps d'irrigation.

b) Irrigation par goutte à goutte (Micro-irrigation)

L'eau est distribuée à la surface du sol, ou dans des rigoles, par de nombreux (goutteurs) qui fournissent chacun un débit très faible, mais chaque fois, pendant une longue durée pouvant aller jusqu'à un arrosage quasi continu.

De plus on humecte non la totalité du sol, mais simplement une fraction correspondant à celle occupé par les racines des plantes.

En région tempérée, les racines se développent dans l'ensemble du sol humecté par les pluies et la partie du volume de sol irriguée par micro irrigation ne constitue qu'une fraction du volume de sol exploité par les racines, dans laquelle la culture s'alimentera en eau en période sèche.

Cette méthode d'arrosage est fondamentalement différente de celles de l'irrigation de surface ou par aspersion, qui consiste à réapprovisionner en eau, périodiquement, tout ou partie du réservoir sol.

Dans ce cas des doses d'eau relativement importantes (plusieurs dizaines de mm) sont apportées à chaque arrosage, sur l'ensemble de la parcelle irriguée. La réserve d'eau ainsi constituée dans le sol permet d'allonger le laps de temps qui sépare deux arrosages successifs(en général de 3 à 10 jours).

En irrigation localisée, les réserves en eau du sol ne sont pas reconstituées. L'eau dont a besoin la plante est apportée en petites quantités, une ou plusieurs fois par jour, de façon ponctuelle (goutte à goutte, ou sous forme de tache (diffuseur).elle diffuse tant radialement sous l'effet des forces capillaire verticalement sous l'effet de la gravité, dans un volume de sol limité au voisinage des racines, dans la plante puisera.

Il est fondamental de bien maîtriser l'implantation du volume de sol humidifié, et les quantités d'eau fournies à chaque apport, ainsi que la fréquence des apports pour satisfaire les besoins de la plante au fur et à mesure de ses consommation en eau.

Dans le cas de l'irrigation goutte à goutte, mode spécifique de la micro-irrigation, il se forme sous le goutteur une zone saturée de faible volume, d'où la majeure partie de l'eau diffuse en écoulement non saturé.

Pour un débit et une durée d'arrosage déterminés, la forme et les dimensions du volume de sol humidifié (extension latérale et profondeur d'humectation) dépendent essentiellement des caractéristiques hydrodynamiques et de son degré de siccité.

NB :

- Il faut que les quantités apportées à la plante par le biais du volume de sol humidifié soient suffisantes pour satisfaire ses besoins.
- Il faut noter que plus le volume humidifié est petit, plus l'arrosage est risqué, car aucune réserve tampon n'est disponible en cas de défaillance du réseau d'irrigation.
- Il est conseillé d'humidifier au moins 30% du volume de sol occupé par les racines.

c) L'irrigation par aspersion

Dans cette méthode l'eau parvient aux cultures sous forme de pluie artificielle grâce à des appareils alimentés en eau sous pression appelés (Asperseurs).

Plusieurs dispositifs peuvent être envisagés. Parmi ces dispositifs, les plus répondus et qui conviennent le mieux pour le périmètre de BAGHAI sont :

Equipement classique : Rampes rigides déplaçables :

Les rampes sont constituées principalement par des tuyaux métalliques en alliage léger, disposés sur le sol équipés de raccords rapides et débitables. Ces rampes portent des asperseurs montés sur des rallonges hauteurs adaptées aux cultures à irriguer.

Equipement Semi Mobile avec rampes souples et asperseurs sur traîneaux :

Les rampes sont identiques à celles utilisées dans l'équipement classique mais alimentant des batteries de traîneaux porte asperseurs par l'intermédiaire de tuyaux souples en matière plastique. La partie mobile est constituée par les traîneaux. Les rampes n'interviennent en déplacement qu'après avoir balayer toute la superficie irrigable par l'ensemble des asperseurs.

Equipement Semi fixe avec rampes souples et asperseur sur traîneaux :

C'est un équipement identique au précédent, sauf que la seule intervention consiste à déplacer les traîneaux portes asperseurs en les tractant par l'intermédiaire de tuyaux souples.

VI.4.2. Choix des techniques d'irrigation

Plusieurs facteurs entrent en considération pour le choix des techniques d'irrigation et en particulier :

- La pente du terrain à irriguer
- Le débit dont on dispose
- Nature du sol (perméabilité)
- Nature des cultures
- Facteurs économiques
- Rentabilité de l'opération

A cause de la variété des conditions naturelles (pente, vent, perméabilité des sols) ainsi la quantité limitée des eaux de STEP de Khenchela, la technique d'arrosage sous pression est la mieux adaptée à la zone d'étude.

Le choix de la méthode d'irrigation, peut-être également influencé par le mode de livraison de l'eau au niveau de l'exploitation. En particulier, la distribution d'eau aux prises d'irrigation, sous haute pression et à la demande faciliterait et encouragerait l'utilisation de l'irrigation par aspersion, et par goutte à goutte.

Ajouter a tout cela, la qualité de l'eau qui ne présente aucun danger sur les cultures (risque de brûlures des feuille très réduit) ou sur l'équipement d'irrigation utiliser (l'équipement utiliser doit être contient des filtres (filtres à tamis, et ou filtres a gravier pour limiter le bouchage et le colmatage du système goutte à goutte, ou aspersion).

Chapitre VI : Dimensionnement du réseau D'irrigation

Les avantages présentés par cette technique d'irrigation sont

- Absence de nivellement préalable
- Bonne adaptation à tous les types de sols

Possibilité de contrôle précis des doses appliquées, ce qui permet une bonne efficacité des arrosages (à condition que la technique soit bien maîtrisée par les irrigants).

- Excellente efficacité des réseaux de canalisation qui, avec une efficacité d'arrosage à la parcelle réduit les consommations en eau par rapport à l'irrigation de surface.
- Automatisation très poussée permise par le réseau sous pression.
- Facilité de mesure des consommations d'eau.
- Possibilité de mélanger facilement des engrais et pesticides à l'eau d'irrigation.
- Suppression des surfaces perdues en canaux et rigoles.
- Le matériel gêne rarement les façons culturales, adoptables à tous les cas particuliers.
- Excellent rendement des cultures
- Bonne adaptation à l'utilisation des eaux salées (pour le cas de l'irrigation localisée).

Comme cette technique d'irrigation présente des avantages, elle présente aussi des inconvénients :

- Coûts d'investissement élevés,
- Exige un certain niveau de compétence de la part de l'irrigant

VI.5. PROPOSITION D'EQUIPEMENT A LA PARCELLE

On a vu que la situation foncière actuelle dans la zone d'étude qui est très hétérogène, la taille des parcelles est très variable et de formes souvent très irrégulière.

En pratique, le choix des équipements à la parcelle est le résultat de la volonté des agriculteurs conseillés par les établissements offrant ces services aux agriculteurs.

➤ Critères des équipements types

Pour définir les équipements types, on prend les critères suivants :

- Dimensions des parcelles.
- Cultures pratiquées.
- Coût, performance.
- Nombre d'exploitations.
- Disponibilité du matériel sur le marché.

VI.5.1. Equipement de la parcelle le cas de l'irrigation par aspersion

Dans notre périmètre, le mode de livraison de l'eau se fait par conduite sous pression, les parcelles sont équipés de prise (borne) équipé d'un l'imitateur du débit.

a. Matériel d'Aspersion

La quantité de matériel d'aspersion portatif requise au sein de la parcelle dépendra des deux facteurs suivants :

- Le débit à la prise de la parcelle.
- La méthode de distribution de l'eau au sein de la parcelle.

b. EQUIPEMENT DE LA PARCELLE TYPE 4 (10 HA)

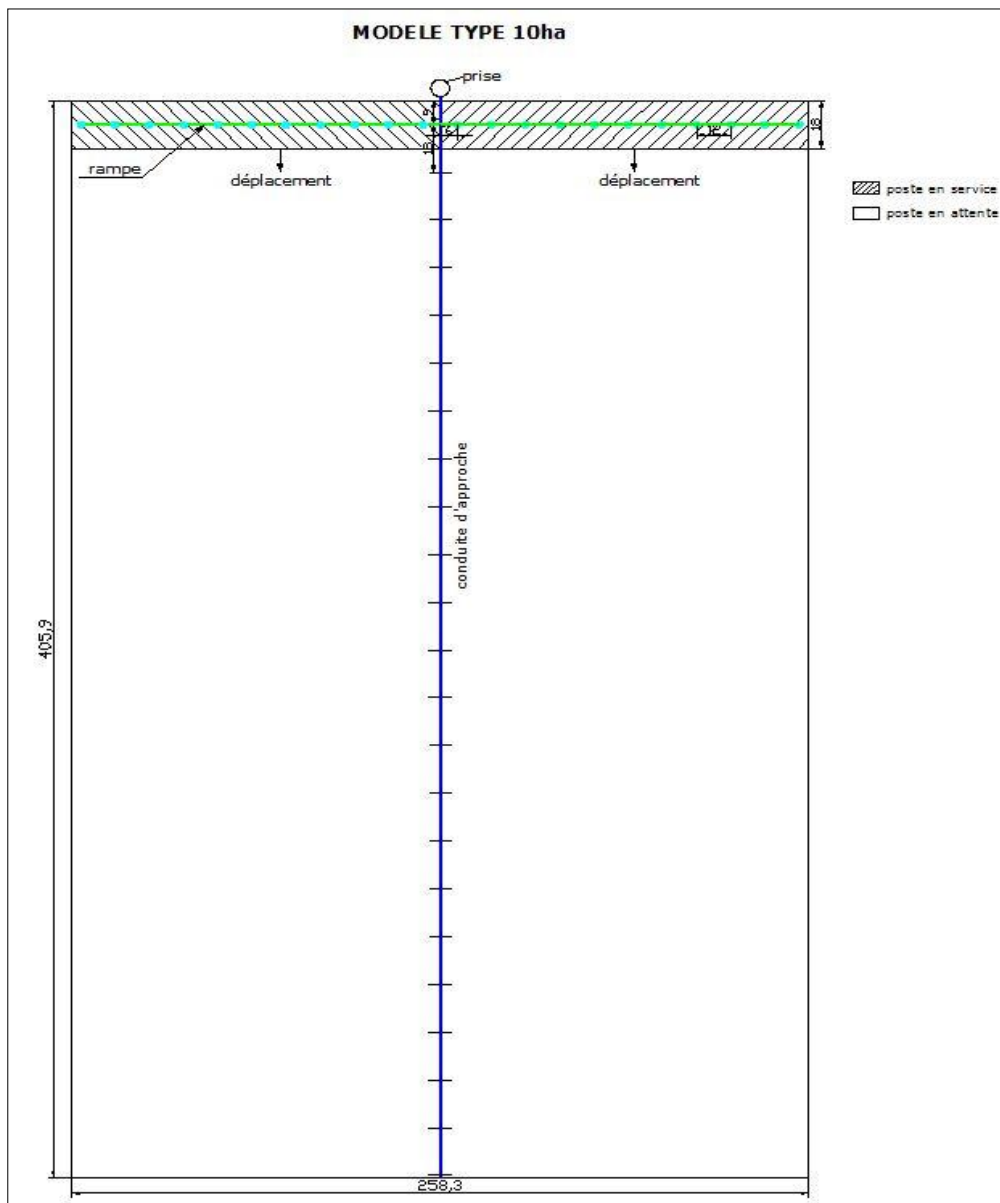


Figure VI.1 : Schéma du modèle type 10 ha d'aspersion.

Chapitre VI : Dimensionnement du réseau D'irrigation

Section	N° de parcelle	Superficie
23	32	13.99

• **Données de base pour l'installation de l'irrigation :**

$L = 405.90m, \quad l = 344.30m$

$S = 405.9 \cdot 344.3 = 10.485 \text{ ha}$

$E = 0.75$

La perméabilité du sol $K = 5mm/h$.

On pose $p \leq k$ tel que p : pluviométrie de la buse.

Le diamètre de la buse se calcul par la relation suivante

$$p = \frac{1.5 \cdot d}{1.04}$$

$$d = \frac{5 \cdot 1.04}{1.5} = 3.47mm$$

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

la portée du jet (L) :

La portée du jet se calcul par l'équation suivante :

$$L = 3 \cdot d^{0.5} \cdot h^{0.25}$$

tel que d : diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m)

$$L = 3 \cdot 4^{0.5} \cdot 35^{0.25} = 14.59m = 14m$$

La portée de jet égale à 14m

Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs :

Les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :

E_l entre les lignes d'arrosage : 1.3 à 1.02 L.

E_a entre les arroseurs sur la rampe : 0.8 à 0.5 L.

Chapitre VI : Dimensionnement du réseau D'irrigation

Les valeurs maximales correspondent à des conditions de vent peu violent (<10Km/h).

Les valeurs minimales à des conditions correspondent à des conditions de vitesse de vent assez dures (>15Km/h).

On va choisir une valeur minimale de vent

$$E_l = 1.3 \cdot 14 = 18.2m$$

$$E_a = 0.8 \cdot 14 = 11.2m$$

On prend les valeurs normalisées des écartements qui sont des multiples de 6. donc $E_l=18m$, $E_a=12m$.

Calcul du débit de l'asperseur :

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

$$q = 0.95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = 0.95 \cdot \frac{3.14 \cdot (4 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 35} = 1.126m^3 / h$$

Vérification de la pluviométrie de la buse :

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

$$p = \frac{q}{E_l \cdot E_a}$$

$$\text{Donc } p = \frac{1.126}{18 \cdot 12} = 5mm/h$$

Donc le diamètre d de la buse assurera une pluviométrie $P \leq K=5mm/h$.

Le temps nécessaire pour donner d'une dose par 1 asperseur :

Le temps T pour donner une dose sans dépasser la capacité d'infiltration se calcul d'après la relation suivante :

$$T = \frac{dose}{p}$$

La dose est la réserve facilement utilisable RFU en mm.

$$RFU = \frac{2}{3} \cdot (H_r - H_{pf}) \cdot h \cdot da$$

tel que

H_r : humidité au point de rétention.

H_{pf} : humidité au point de flétrissement.

Chapitre VI : Dimensionnement du réseau D'irrigation

h : profondeur racinaire.

D_a : densité apparente.

D'après la prospection pédologique de vérification effectuée

La couche qui nous intéresse est entre 0 et 70 cm dont on prend une RFU moyenne qui est égale à 40.65mm d'où

$$T = \frac{40.65}{5} = 8.13 \text{heurs}$$

Donc on pourra adapter deux positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement d'un asperseur par jour égal à 16.26h.

Volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois :

$V = \text{nombre de positions par jour} \times \text{nombre de jour par mois} \times \text{dose} \times E_i \times E_a$

$$V = 2 \times 20 \times 0.04065 \times 18 \times 12 = 351.216 \text{ m}^3.$$

$$V = 351.216 \text{ m}^3.$$

Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :

$$V_t = \text{besoin mensuel en eau} \times S = 11028 \text{ m}^3.$$

Le nombre d'asperseurs :

Le nombre d'asperseurs se calcul par le rapport entre toute la quantité d'eau à épandre durant le mois de pointe sur la quantité que peut apporter un seul asperseur.

$$N = \frac{V_t}{V}$$

$$N = \frac{11028 \times 14}{351.216} = 32$$

Donc le nombre d'asperseurs qu'on va utiliser est de 32.

Calcul du nombre de rampes :

$$\text{La longueur de la rampe} = \frac{\text{largeur}}{2} - \frac{E_a}{2} = \frac{400.502}{2} - \frac{12}{2} = 194.25 \text{ m}$$

$$\text{Nombre d'asperseurs par rampe} : N_a = \frac{\text{largeur}}{E_a} + 1 = \frac{188.25}{12} + 1 = 16$$

$$\text{Nombre de rampes} : N_R = \frac{N}{N_a} = \frac{32}{16} = 2$$

Chapitre VI : Dimensionnement du réseau D'irrigation

Le débit de la rampe = le débit de l'asperseur \times le nombre d'asperseur/ rampe.

$$= 1.126 \times 16 = 18.016 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Nombre de position de rampes

$$N_r = \frac{L}{E_l} = \frac{375.7757}{18} = 20.88 \approx 21$$

Nombre de poste :

$$N_p = N_r \cdot \frac{\text{nombre de bande}}{N_R} = 21 \cdot \frac{2}{2} = 21.$$

Le débit total par nombre de rampes : $18.016 \times 2 = 36.032 \text{ m}^3/\text{h}$.

Dimensionnement des canalisations :

Calcul des pertes de charge :

L'expression générale des pertes de charges linéaire dans les tubes est calculée généralement par une formule de Manning :

$$j = a \frac{Q^b}{D^c}$$

Avec : j : perte de charge unitaire en m/m

Q : débit en m³/s.

D : diamètre de la canalisation en m.

La formule de Manning correspond aux paramètres suivants :

$$a=10.294 \text{ n}^2; \quad b=2; \quad c=5.333$$

Soit une rampe équipée de m asperseurs, implantés à un écartement E, avec un asperseur disposé à une distance E du début de la rampe. La perte de charge totale dans la rampe est :

$$\Delta H = \left[\frac{a \cdot Q^b}{D^c} \right] \cdot E \cdot \frac{1}{m^b} \sum_{i=1}^m i^b$$

Le premier terme entre crochets représente la perte de charge unitaire j provoqué par le débit Q entrant dans la rampe de diamètre D.

Le deuxième terme peut définir une longueur fictive de la rampe L_f , par laquelle il suffit de multiplier la perte de charge unitaire j pour obtenir la perte de charge totale de la rampe.

$$\Delta H = j \cdot L_f$$

Soit F_c le rapport entre la longueur réelle de la rampe et la longueur fictive qui

$$\text{s'écrit : } F_c = \frac{1}{m^{b+1}} \sum_{i=1}^m i^b$$

Cette équation peut être remplacée par une bonne approximation qui s'écrit :

$$Fc = \frac{1}{b+1} + \frac{1}{2 \cdot m} + \frac{\sqrt{b-1}}{6 \cdot m^2} .$$

Dans notre cas le premier asperseur d'une rampe va être disposé à une distance de son origine égale à la moitié de l'écartement E. le rapport L_f/L_r vaudra :

$$Fm = \frac{Fc - \frac{1}{2 \cdot m}}{1 - \frac{1}{2 \cdot m}}$$

En effet, du point de vue perte de charge, chacune des rampes de notre réseau est équivalente à une conduite portant un débit de 18.016 m³/h sur une longueur fictive égale à 67.02 m.

Pour l'asperseur le plus défavorisé, le trajet le plus long est donc de (360 + 94.25 = **554.25 m**) en valeur réelle et de (360 + 67.02 = 427.02 m) en longueur fictive.

La pression de fonctionnement de l'asperseur est de 3.5 bars. L'application de la règle de Christiansen conduit à imposer une perte de charge maximale de 0.7 bars (7m de c.e) entre l'asperseur le plus défavorisé (à l'extrémité du trajet de 427.25 m) et l'asperseur le plus favorisé (au voisinage de la desserte). La perte de charge unitaire moyenne sur ce trajet serait donc :

$$i = \frac{7}{427.02} = 0.016m/m$$

Diamètre de la conduite d'approche :

Les conduites en aluminium à accouplement rapide, disponible sur le marché ont les diamètres suivants : 49.9 ; 68.9 ; 75.1 ; 100.4 ; 125.5 ; 151 et 201.5mm.

-Le diamètre minimum admissible se calculera sur la base de la vitesse maximale admissible (1.8 m/s) :

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 36.032}{3.14 \cdot 1.8 \cdot 3600}} = 84.16mm$$

Seules les conduites de diamètre 100.4 à 201.5 mm respectent cette condition.

-Les diamètres économiques se calculent sur base des vitesses économiques (entre 1.25 et 1.5 m/s) :

$$113 \text{ mm} < D_{\text{éco}} < 124 \text{ mm}.$$

Cette condition fait apparaître que le diamètre 125.5 mm est le plus approprié.

-Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.016m/m sera :

$$D = \sqrt[5.333]{\frac{0.00103 \cdot Q^2}{J}} = \sqrt[5.333]{\frac{0.00103 \cdot (36.032)^2}{0.016 \cdot (3600)^2}} = 106.34mm$$

Chapitre VI : Dimensionnement du réseau D'irrigation

Seules les conduites de diamètre 125.5 à 201.5 mm respectent cette condition.

-Le choix se portera en vue de ces trois contraintes sur la conduite de diamètre 125.5 mm.

-Les pertes de charge réelles dans la conduite d'approche, pour le diamètre 125.5 mm sont :

Tronçon I : $Q=36.032 \text{ m}^3/\text{h}$; $L = 348.7757 \text{ m}$; $i = 0.0066\text{m}$; $\Delta h = 1.4 \text{ m}$.

Tronçon II : $Q=18.016 \text{ m}^3/\text{h}$; $L = 18 \text{ m}$; $i = 0.0017\text{m}$; $\Delta h = 0.03\text{m}$.

La perte de charge totale sur la conduite d'approche est : 1.43m.

Diamètre de la rampe :

La perte de charge disponible pour la rampe la plus défavorisée sera donc de :

$$7 - 1.43 = 5.57 \text{ m.}$$

La longueur fictive de la rampe étant de 67.02 m, la perte de charge unitaire disponible sera égale à :

$$i = \frac{5.57}{67.02} = 0.08\text{m/m}$$

-Le diamètre minimum admissible qui correspondra à la vitesse maximum admissible sera égal à :

$$D_{\min} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 18.016}{\pi \cdot 1.8 \cdot 3600}} = 60\text{mm}$$

Les conduites qui respectent cette condition sont celles ayant des diamètres allant de 68.9 mm à 201.5 mm

-Les diamètres à retenir suite aux conditions de vitesses économiques sont :

Pour $1.25 < v < 1.5\text{m/s}$ on a $71.39 > D_{\text{éco}} > 65.2 \text{ mm}$.

Donc le diamètre le plus approprié est $d = 68.9\text{mm}$.

-Le diamètre pour lequel on admet une perte de charge maximale unitaire de 0.07m/m est :

$$D_t = 5.333 \sqrt{\frac{0.00103 \cdot Q^2}{j}} = 5.333 \sqrt{\frac{0.00103 \cdot (18.016)^2}{0.08 \cdot (3600)^2}} = 61\text{mm}$$

Les diamètres qui respectent la condition sont ceux allant de 68.2mm jusqu'à 201.5mm.

-Le diamètre retenu pour la rampe et qui satisfait ces trois conditions est celui de 68.2mm.

-La perte de charge unitaire provoquée sur la rampe sera :

$$i = \frac{a \cdot Q^b}{D^c}$$

Donc
$$i = 0.00103 \frac{(18.016)^2}{(0.0689)^{5.333} \cdot (3600)^2} = 0.04 \text{ m/m}$$

-Les pertes de charge sur la rampe :

$$\Delta h = i \cdot L = 0.04 \cdot 67.02 = 2.71 \text{ m}$$

Les pertes de charge sur l'installation seront égales à

$$\Delta H_t = \Delta H \text{ conduite d'approche} + (2 \times \Delta H \text{ de la rampe})$$

$$\Delta H_t = 1.43 + (2 \times 2.71) = 6.85 \text{ m.}$$

Remarque : l'écart de pression de 20% (7m) tolérée par rapport à la pression nominale n'est pas dépassé.

VI.5.2. Equipement de la parcelle cas de l'irrigation goutte-à-goutte :

a) Eléments d'un réseau goutte-à-goutte

Chaque parcelle doit être équipée d'un réseau composé d'une unité de tête qui est l'élément essentiel de tout réseau d'irrigation localisée. L'installation de tête a pour but de fournir de l'eau propre, éventuellement enrichie et traitée chimiquement, sous une pression régulée, et de la distribuer successivement vers le réseau d'irrigation (conduites principales, conduites secondaires, portes rampes, rampes menues des goutteurs d'un écartement fixe selon le mode de plantation des cultures).

L'unité est mise en tête du bassin d'accumulation destiné au stockage, l'unité de tête comporte les appareils suivants :

- ❖ Groupe motopompe.
- ❖ Vanne.
- ❖ Station de tête (Filtre à sable, fertiliseur, filtre à tamis).
- ❖ Régulateur de pression : pour régler la pression en tête du réseau, et injecteur d'engrais

b) Structure d'un réseau goutte-à-goutte

Le réseau type du goutte-à-goutte se compose des éléments suivants :

1- La prise d'eau :

L'eau d'irrigation peut être puisée soit en surface (Lac, retenue collinaire où barrage) ; soit en profondeur (forage, puits). L'eau peut être amenée par piquage sur un réseau sous pression ou livrée grâce à un bassin surélevé. La prise d'eau constitue l'extrémité amont du réseau où l'eau

s'introduit, cependant elle ne doit pas être positionnée ni sur le fond ni à la surface afin de pomper une eau claire et éviter ainsi les éventuels problèmes de bouchage ou de prise d'air.

2- Groupe de pompage :

Le groupe de pompage est mis à la sortie du bassin d'accumulation, il peut être soit :

- Une pompe électrique dont les caractéristiques sont : HMT, PW, débit ... etc.).
- Un groupe motopompe : Le terme motopompe désigne l'assemblage de la pompe et du moteur grâce à un accouplement. La gamme des groupes motopompe est très variées et on distingue trois types de moteur : le moteur diesel où à essence, le moteur électrique et le moteur utilisant l'énergie solaire où même éolienne.

Les pompes utilisées sont très variées mais les plus fréquentes sont les pompes centrifuges du fait de leur souplesse.

La pompe peut être place sur le sol à l'horizontal (eaux de surface et peu profondes) où introduite dans le puits où le forage, on parlera donc de pompe verticale immergée.

La capacité de pompage est la combinaison du débit et de la pression exigés du groupe motopompe pour satisfaire correctement le réseau.

3- La filtration :

La filtration à pour objet d'extraire de l'eau ; destinée à être injectée dans le réseau d'irrigation. Les dispositifs de filtration doivent être adaptés aux caractéristiques de l'eau brute à traiter et à celles requises par les distributeurs de l'installation.

Parmi les composants d'une installation de filtration on distingue :

- Filtre à sable :

Le filtre à sable est une cuve à pression remplie d'une épaisse couche de sable calibrée qui arrête les éléments solides en suspension dans l'eau qui la traverse ; il est indispensable pour arrêter les éléments organiques. Le sable peut être roulé ou concassé.

Pour un bon fonctionnement ; le filtre doit retenir les particules de granulométrie supérieure à 1/7 de la plus petite dimension de passage de l'eau dans le distributeur.



Figure VI.2 : Filtre à sable.

- **Filtre à tamis :**

Les filtres à tamis sont constitués d'une cuve à pression contenant une paroi filtrante ou tamis en matière plastique, ou en acier inox, dont les mailles sont arrêtées par le tamis.

On obtient une bonne filtration pour une vitesse de passage de l'eau à travers le tamis du même ordre de grandeur qu'à travers un filtre à sable, soit 2,8 cm/s ou plus.



Figure VI.3 : Filtres à tamis.

4- La fertilisation :

La fertilisation est le processus consistant à apporter à un milieu de culture ; tel que le sol l'élément nutritif dont la présence dépend de la composition chimique du sol et joue un rôle essentiel dans le développement des plantes. L'apport d'engrais souvent dilués dans les eaux d'irrigation comble les besoins de la culture.

En irrigation goutte-à-goutte, la fertilisation est opérée grâce à des appareils fertiliseurs ou injecteur d'engrais ou grâce aux pompes doseuses.



Figure VI.4 : Injecteur d'engrais.

5- La canalisation :

Selon l'importance de l'exploitation les dimensions des conduites augmentent en nombre, en longueur et en diamètre. La conduite principale, qui dessert les conduites secondaires à partir de la tête du réseau est celle qui possède le plus grand diamètre.

Pour les grandes exploitations, elle est enterrée donc fixe et fabriquée en matière résistante. Elle transporte la totalité du débit du réseau.

Le diamètre est assez souvent déterminé lors du dimensionnement, il est choisi de telle sorte que la vitesse, de l'eau soit en dessous d'une limite dépendante de la nature du matériau de la conduite.

La conduite principale fournit l'eau aux conduites secondaires, le plus souvent mobiles et superficielles donc nécessitant des branchements ou accouplements rapides et démontables. Elles sont souvent en PVC ou PEHD.

6- Les distributeurs :

Le goutteur ou distributeur, constitue la partie essentielle d'une installation d'arrosage localisé. Il représente l'élément sensible qui assure la bonne répartition de l'eau aux plantes, de manière ponctuelle.

Le distributeur doit assurer un débit stable, faible et doit être non vulnérable à l'obstruction.

On distingue plusieurs types de distributeurs, variable selon leur pression, leur fonctionnement et leurs fixations sur la rampe.

Parmi eux on cite :

- Les goutteurs.
- Les mini diffuseurs.

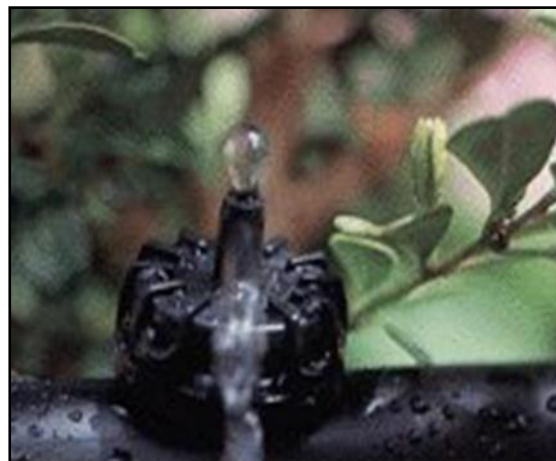
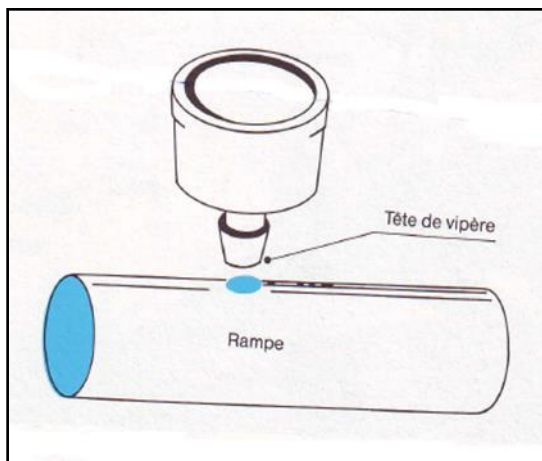


Figure VI.5 : Schéma du montage en dérivation des goutteurs sur la rampe.

c) Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte-à-goutte :

Les éléments issus de l'étude du dimensionnement du réseau d'irrigation localisé de l'exploitation choisie portent sur les caractéristiques de la source d'eau, de la culture, du sol et du matériel d'irrigation. Ces informations doivent être disponibles à tout moment pour les utiliser en cas de contrôle ou de problèmes de conduite de l'irrigation.

1. Construction des bassins de stockage :

Il est proposé que le pompage soit effectué à partir d'un bassin tampon installé à la parcelle. Les dispositions de ce bassin dépendent de la superficie de l'exploitation. La réserve d'eau dans le bassin servira comme stockage d'eau en cas de fermeture du réseau de distribution.

Le bassin sera dimensionné de façon à fournir un stockage d'eau satisfaisant les besoins des cultures pratiqués dans la parcelle.

2. Dimensionnement des conduites :

Le réseau d'irrigation comporte des conduites principales, rampes et portes rampes qui contiennent les goutteurs, elles sont enterrées de diamètres variables en PEHD et PEBD sur le réseau sont placés des bornes d'irrigation.

Les conduites sont dimensionnées de façon à assurer une uniformité de distribution. Le calcul des diamètres des canalisations à mettre en place s'effectue en prenant en considération le débit que doit véhiculer dans chaque conduite.

➤ **Dimensionnement des rampes :**

Elles sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité). Au niveau de chaque poste, on dénombre deux goutteurs autorégulant par arbre, d'un débit de 8 l/h pour chacun. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé le débit reste insensible aux variations de pression dans une plage de 0.5 à 3 bars, grâce à une membrane en silicone installée à l'intérieur du goutteur.

- **Nombre de rampe :**

$$N_{rampe} = \frac{L_{pr}}{E}$$

Tel que :

N_{rampe} : nombre de rampes.

L_{pr} : longueur des portes rampes en (m).

E : espacement entre rangs en (m).

- **Longueur de la rampe :**

$$L_r = N_p \times E$$

D'où :

E : distance entre distributeurs en (m).

N_p : nombre de distributeur sur rampe.

Ou bien :

N : nombre d'arbre sur rampe.

E : écartement entre les arbres.

- **Nombre de plantes dans une rampe :**

$$N_p = L_R / E$$

Avec :

N_p : nombre de plantes dans la rampe.

L_R : longueur de la rampe en (m).

E : espacement entre plantes en (m).

- **Nombre de goutteurs par rampe :**

$$N_g = N_{\text{arbre}} * 2$$

Avec :

N_g : nombre de goutteurs.

N_{arbre} : nombre de plante dans la rampe.

- **Le débit dans la rampe :**

$$Q_R = N_g * q_g$$

Avec : Q_R : le débit de la rampe.

N_g : nombre de goutteur par rampe.

q_g : débit du goutteur en (l/h).

- **Le diamètre de la rampe :**

En expérience, on trouve que la formule de la conservation du débit fournit le diamètre le plus économique en tenant compte d'une vitesse optimale de ($v=1\text{m/s}$).

$$Q_R = V \times \frac{\pi \times D_R^2}{4} \implies D_R = 2 \times \sqrt{\frac{Q_R}{\pi v}}$$

On choisit le matériau qu'on va utiliser et à l'aide des abaques, on tire le diamètre le plus proche.

- **La perte de charge dans la rampe :**

On utilise la formule de Tison :

$$J = \frac{1}{2,75} \times 8 \times 10^{-4} \times \frac{Q_R^{1,75}}{D^{4,75}} \times L$$

Avec :

J : perte de charge en (m).

Q : débit en (m³/s).

D : diamètre de la rampe en (m).

L : longueur de la rampe en (m).

- **La vitesse dans la rampe :**

La vitesse sera calculée à partir du débit de la rampe et du diamètre commercial :

$$Q_R = V \times \frac{\Pi \times D^2}{4} \implies V = \frac{Q_R}{\frac{\Pi \times D_R^2}{4}}$$

Avec :

Q_R : débit dans la rampe en (m / s).

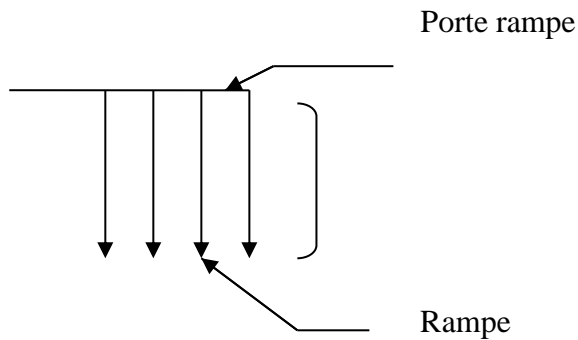
D_R : diamètre de la rampe en (m).

V : la vitesse dans la rampe en (m).

➤ **Dimensionnement des portes rampes :**

Les portes rampes alimentent les rampes d'un seul côté ou de deux cotés, ils peuvent être soit en polyéthylène (PE)

- **Le débit en tête de la porte rampe :**



Le débit en tête de la porte rampe est égale à la somme des débits des rampes, tel que :

$$Q_{PR} = \sum Q_R$$

Avec :

Q_{PR} : débit de la porte rampe en (l/s).

$\sum Q_R$: La somme des débits des rampes de chaque poste en (l/s).

- **Le diamètre de la porte rampe :**

Le diamètre de la porte rampe est calculé de la même manière que pour la rampe :

$$Q_{PR} = V \times S \implies D_{PR} = 2 \times \sqrt{\frac{Q_{PR}}{\pi}}$$

De même que pour la rampe, on se rapporte à l'abaque correspondant au matériau utilisé et on détermine le diamètre commercialisé et la vitesse ainsi que la perte de charge correspondante.

➤ **Dimensionnement de la conduite secondaire :**

Le débit de la conduite secondaire est égale à la somme des débits des portes rampes, tel que :

$$Q_{CS} = \sum Q_{pr}$$

D'où :

Q_{CS} : débit de la conduite secondaire en (l/s).

$\sum Q_{pr}$: la somme des débits des portes rampes de chaque poste en (l/s).

En fonction de ce débit, on détermine le diamètre de la conduite secondaire, ensuite le diamètre commercialisé ; ainsi la vitesse et la perte de charge correspondante. Et on procède de la même manière pour le calcul des autres postes.

➤ **Dimensionnement de la conduite principale :**

Elle relie au point d'approvisionnement d'eau les diverses portes rampes. Elle peut être en chlorure de polyvinyle (PVC), ou en (PEHD)

Tel que :

Débit de conduite principale = Σ débits de porte rampe.

$$Q_{cp} = \Sigma Q_{ps}$$

Pour la détermination du diamètre de la conduite principale, soit on le détermine pour ce débit Q_P , où bien par le plus grand débit véhiculés dans les conduites secondaires, et on choisit d'irriguer par poste selon le débit fourni par la borne à partir du réservoir.

❖ En tenant compte du débit de pointe.

$$Q_P = Q_{FCP} \times S$$

Avec :

Q_{FCP} : le débit fictif continue de pointe en (l/s).

S : la surface totale de la parcelle irriguée.

Et on détermine le diamètre de la conduite principale de la même façon des autres diamètres calculés précédemment.

$$D_P = 2 \times \sqrt{\frac{Q_P}{\pi}}$$

3. Détermination des pressions dans les conduites :

➤ **La pression en tête de la rampe :**

Connaissant le diamètre de la rampe, et à l'aide des abaques des pertes de charges du matériau utilisé (PEHD), on tire par la suite la perte de charge correspondante ainsi que la vitesse et le diamètre commercialisé le plus proche du diamètre calculé.

La pression du goutteur est prise égale à 1 bar (10m de colonne d'eau).

➤ **La pression de la rampe la plus défavorable :**

On calcul toujours pour le cas le plus défavorable C-à-d la rampe qui se trouve la plus éloigné de la porte rampe et de la hauteur la plus faible.

$$P_{RD} = P_g + \Delta H_T + Z$$

Chapitre VI : Dimensionnement du réseau D'irrigation

P_{RD} : la pression à l'entrée de la rampe la plus défavorable.

P_g : la pression du goutteur (égale à 1bar).

ΔH_T : la perte de charge de la rampe.

Z : différentes côtes (altitude) entre le dernier goutteur de la rampe et la tête de rampe (l'entrée de la rampe).

Il faut que la pression entre les deux points cités ci-dessus ne dépasse pas 20%.

➤ Détermination des pressions dans les portes rampes et les autres conduites :

De la même manière, on procède pour le calcul de la pression entre l'entrée et la sortie de la porte rampe. Et également entre l'entrée de la porte rampe et la conduite secondaire et par rapport au conduite principale.

a) EQUIPEMENT DE LA PARCELLE TYPE 1 : (1ha)

On considère une parcelle à irriguer, pour laquelle un type d'équipement a été choisi et nous cherchons à définir et calculer le matériel à approvisionner.

Section	N° de parcelle	superficie
31	62	0,975

$$L = 192,35 \text{ m} \quad l = 50,78 \text{ m}$$

$$S = 192,35 * 50,78 = 0,975 \text{ ha}$$

$$\text{Efficience du système : } E = 0.90$$

➤ Calcul d'équipement goutte-à-goutte de la parcelle choisie :

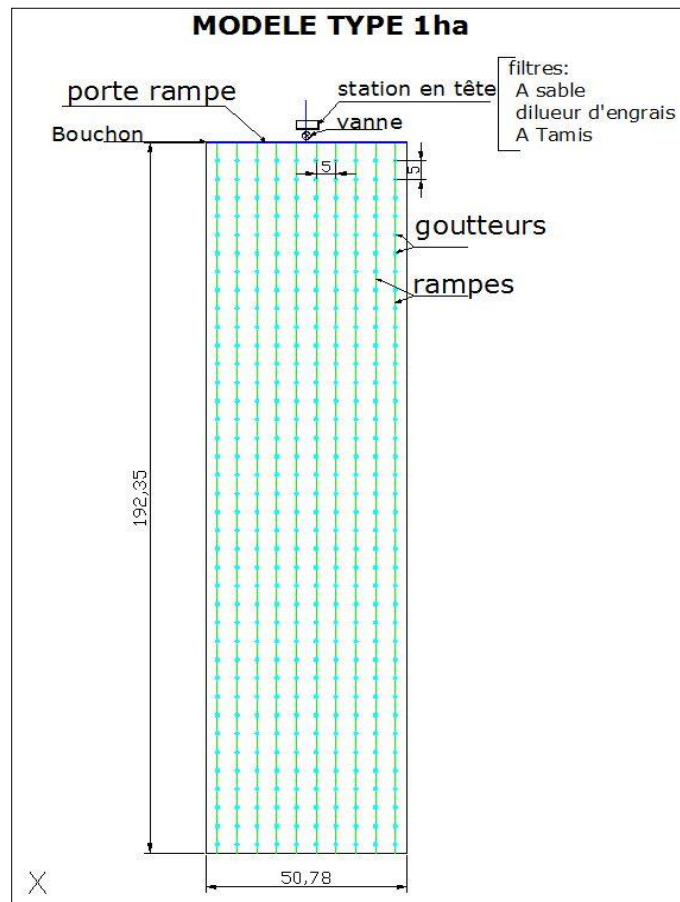


Figure VI.6 : Schéma de la parcelle type de 1ha de goutte-à-goutte.

1- Dimensionnement des rampes :

Tableau VI.2 : Dimensionnement des rampes

N° de poste	N° de porte rampe	Nbre de rampe	Nbre de tronçon	Longueur de rampe (m)	Nombre de plante/rampe	Nombre de goutteur	Débit de La rampe (l/s)	Diamètre (mm)	Perte de charge (m/m)	Vitesse (m/s)
I	1	10	1 - 10	192	38	76	0.17	16	0.019	0.84

2- Dimensionnement de la porte rampe (conduite principale) :

Tableau VI.3 : Dimensionnement de la porte rampe.

N° de poste	N° de porte rampe	Longueur de porte rampe (m)	Débit de La porte rampe (l/s)	Diamètre (mm)	Perte de charge (m/m)	Vitesse (m/s)
1	1	50.78	1.7	50	0,0083	1.05

3- Coût d'investissement :

Tableau IV.4 : Coût d'investissement.

EQUIPEMENT	U	QTITE	PU	TOTAL HT
Tube PEHD DN 50	ML	50,78	87,64	4450,36
Tube PEBD DN 16	ML	1920	15,02	28838,40
Vanne à raccord D 50	U	1	1938,65	1938,65
Bouchon PP D50	U	2	597,79	1195,58
Goutteur autorégulant à pastille	U	760	7,37	5601,20
Fermeture fin de ligne Diamètre 16	U	10	1,62	16,20
Prise avec joint D16	U	10	9,55	95,50
Station -1 filtres Hélix	U	1	20000	20 000
Fertiliseur 80 l	U	1	17979,19	17 979,19
			TOTAL HT	80115,08
			TVA 17%	13619,56
			TOTAL TTC	93734,64

b) EQUIPEMENT DE LA PARCELLE TYPE 2 : (3ha)

On considère une parcelle à irriguer, pour laquelle un type d'équipement a été choisi et nous cherchons à définir et calculer le matériel à approvisionner.

$$L = 290.6 \text{ m} \quad l = 95 \text{ m}$$

$$S = 290.6 * 95 = 2.7563 \text{ ha (voisin de 3 ha)}$$

$$\text{Efficience du système : } E = 0.90$$

Section	N° de parcelle	superficie
31	107	2,7563

➤ **Calcul d'équipement goutte-à-goutte de la parcelle choisie :**

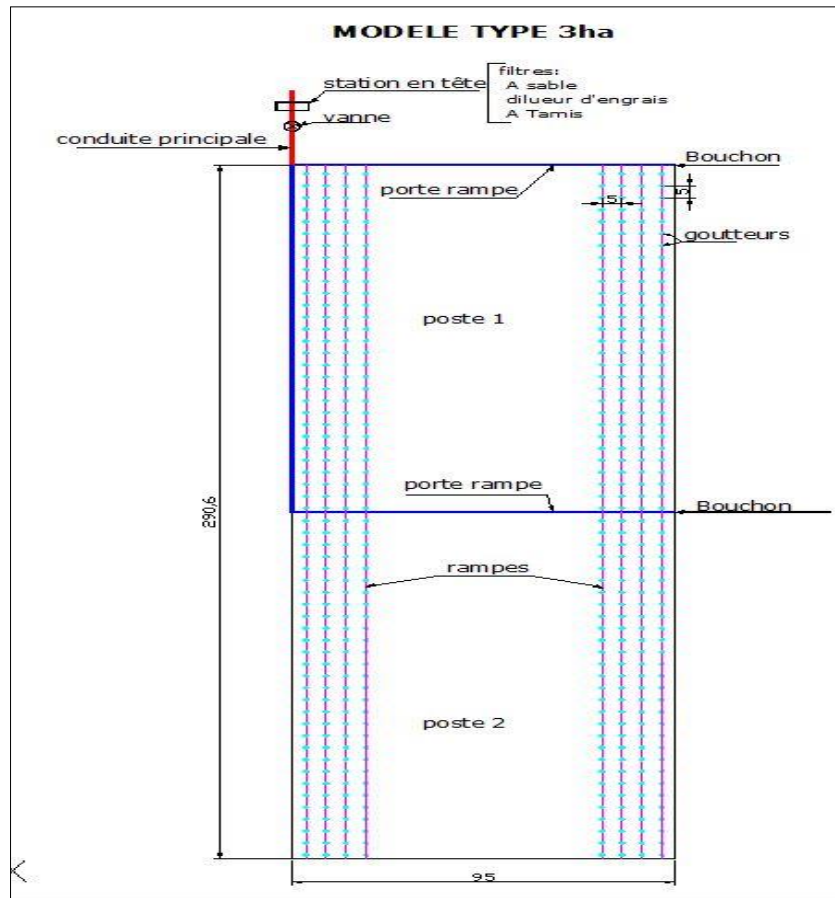


Figure VI.7 : Schéma de la parcelle type de 3ha de goutte-à-goutte.

1- Dimensionnement des rampes :

Tableau IV.5 : Dimensionnement des rampes.

N° de poste	Nbre de porte rampe	Nbre de rampe	N° de tronçon	Longueur de rampe (m)	Nombre de plante	Nombre de goutteur	Débit de La rampe (l/s)	Diamètre (mm)	Perte de charge (m/m)	Vitesse (m/s)
01	1	19	1 - 19	145	29	58	0,127	16	0.011	0,63
02	1	19	1 - 19	145	29	58	0,127	16	0.011	0,63

2- Dimensionnement de la porte rampe (conduite secondaire) :

Tableau VI.6 : Dimensionnement de la porte rampe.

N° de poste	Nbre de porte rampe	Longueur de porte rampe (m)	Débit de La porte rampe (l/s)	Diamètre (mm)	Perte de charge (m/m)	Vitesse (m/s)
01	1	95	2,42	63	0.0052	0,94
02	1	240	2,42	63	0.0052	0,94

3- Dimensionnement de la conduite principale :

Tableau VI.7 : Dimensionnement de conduite principale.

N° de conduite principale	Longueur de conduite principale (m)	Débit de La conduite principale (l/s)	Diamètre (mm)	Perte de charge (m/m)	Vitesse (m/s)
1	5	4,84	90	0.003	0,89

4- Coût d'investissement :

Tableau VI.8 : Coût d'investissement

EQUIPEMENT	U	QTITE	PU	TOTAL HT
Tube PEHD DN 90 PN 6	ML	5	257,19	1 285,95
Tube PEHD DN 63 PN 6	ML	335	131,72	44 126,20
Tube PEBD DN 16	ML	5510	15,02	82 760,20
Raccord PP D 63	U	3	636,44	1909,32
Vanne à raccord D 63	U	2	2292,67	4585,34
Bouchon PP D63	U	2	636,44	1272,88
Goutteur autorégulant à pastille	U	2204	7,37	16243,48
Fermeture fin de ligne Diamètre 16	U	38	1,62	61,56
Prise avec joint D16	U	38	9,55	362,90
Té PP red 90/63	U	1	3295,8	3295,8
Coude PP 63	U	1	700	700
Station -1 filtres Helix	U	1	20000	20000
Fertiliseur 80 l	U	1	17979,19	17979,19
TOTAL HT				194 582,82
TVA 17%				33 079,08
TOTAL TTC				227 661,90

c) EQUIPEMENT DE LA PARCELLE TYPE 3 : (5ha)

On considère une parcelle à irriguer, pour laquelle un type d'équipement a été choisi et nous cherchons à définir et calculer le matériel à approvisionner.

Section	N° de parcelle	Superficie (ha)
31	37	5,1438

$L = 255.71\text{m}$ $l = 201.16\text{ m}$

$S = 255.71 * 201.16 = 5.1438\text{ ha}$

Efficiencce du système : $E = 0.90$

➤ **Calcul d'équipement goutte-à-goutte de la parcelle choisie :**

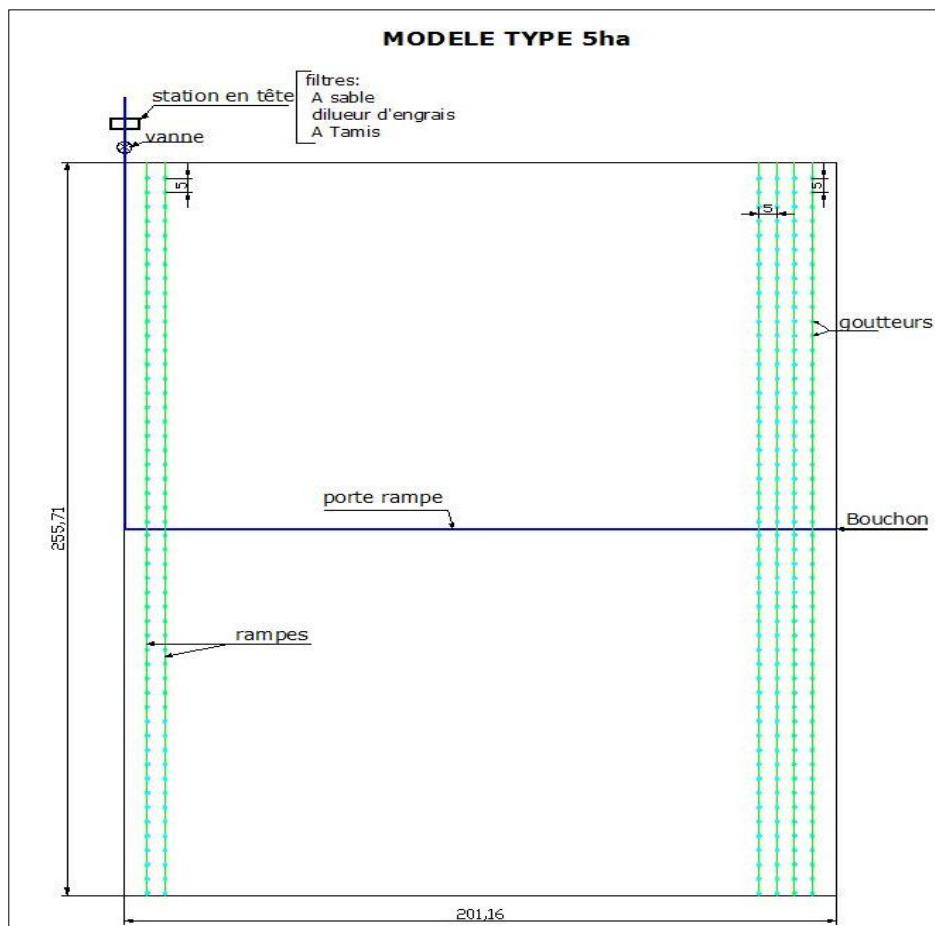


Figure VI.8: Schéma de la parcelle type de 5ha de goutte-à-goutte.

1- Dimensionnement des rampes :

Tableau VI.9 : Dimensionnement des rampes.

N° de poste	Nbre de porte rampe	Nbre de rampe	N° de tronçon	Longueur de rampe (m)	Nombre de plante	Nombre de gouteur	Débit de La rampe (l/s)	Diamètre (mm)	Perte de charge (m/m)	Vitesse (m/s)
01	1	160	1 - 160	127.85	25	50	0.11	16	0.0088	0,55

2- Dimensionnement de la porte :

Tableau VI.10 : Dimensionnement de la porte rampe.

N° de poste	N° de porte rampe	Longueur de porte rampe (m)	Débit de La porte rampe (l/s)	Diamètre (mm)	Perte de charge (m/m)	Vitesse (m/s)
01	1	201	17.6	160	0.0019	1.03

3- Coût d'investissement :

Tableau VI.11 : Coût d'investissement.

EQUIPEMENT	U	QTITE	PU	TOTAL HT
Tube PEHD DN 160 PN 6	ML	201	787,69	158 325,69
Tube PEBD DN 16	ML	20456	15,02	307 249,12
Vanne à raccord D 160	U	1	2800	2800
Bouchon PP D160	U	1	825,63	825,63
Goutteur autorégulant à pastille	U	8000	7,37	58960
Fermeture fin de ligne Diamètre 16	U	160	1,62	259,2
Prise avec joint D16	U	160	9,55	1528
Station -1 filtres Hélix	U	1	20000	20000
Fertiliseur 80 l	U	1	17979,19	17979,19
TOTAL HT				567926,83
TVA 17%				96547,56
TOTAL TTC				664 474,39

d) EQUIPEMENT DE LA PARCELLE TYPE 4 : (10ha)

On considère une parcelle à irriguer, pour laquelle un type d'équipement a été choisi et nous cherchons à définir et calculer le matériel à approvisionner.

Section	N° de parcelle	Superficie (ha)
23	32	10,485

$L = 405.9 \text{ m}$ $l = 258.3 \text{ m}$

$S = 405.9 * 258.3 = 10.485 \text{ ha}$

Efficiencie du système : $E = 0.90$

➤ **Calcul d'équipement goutte-à-goutte de la parcelle choisie :**

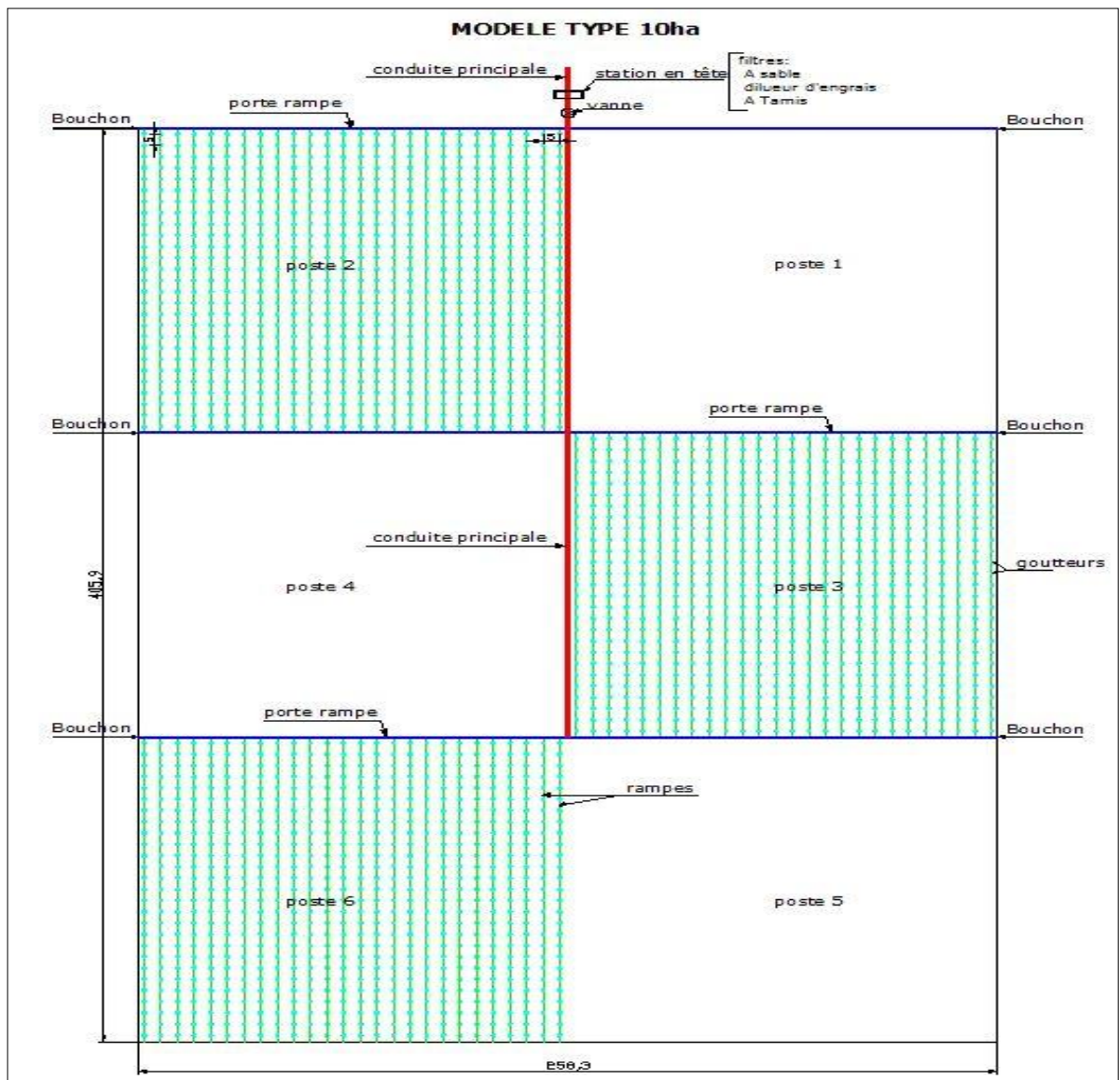


Figure VI.9 : Schéma de la parcelle type de 10ha de goutte-à-goutte.

1- Dimensionnement des rampes :

Tableau VI.12 : Dimensionnement des rampes.

N° de poste	Nbre de porte rampe	Nbre de rampe	N° de tronçon	Longueur de rampe (m)	Nombre de plante/rampe	Nombre de gouteur	Débit de La rampe (l/s)	Diamètre (mm)	Perte de charge (m/m)	Vitesse (m/s)
01	1	26	1 - 26	135	27	54	0.118	16	0.01	0,59
02	1	26	1 - 26	135	27	54	0.118	16	0.01	0,59
03	1	26	1 - 26	135	27	54	0.118	16	0.01	0,59
04	1	26	1 - 26	135	27	54	0.118	16	0.01	0,59
05	1	26	1 - 26	135	27	54	0.118	16	0.01	0,59
06	1	26	1 - 26	135	27	54	0.118	16	0.01	0,59

2- Dimensionnement de la porte rampe (conduite secondaire) :

Tableau IV.13 : Dimensionnement de la porte rampe.

N° de poste	Nbre de porte rampe	Longueur de porte rampe (m)	Débit de La porte rampe (l/s)	Diamètre (mm)	Perte de charge (m/m)	Vitesse (m/s)
01	1	129	3.08	75	0.0035	0,85
02	1	129	3.08	75	0.0035	0,85
03	1	129	3.08	75	0.0035	0,85
04	1	129	3.08	75	0.0035	0,85
05	1	129	3.08	75	0.0035	0,85
06	1	129	3.08	75	0.0035	0,85

3- Dimensionnement de la conduite principale :

Tableau VI.14 : Dimensionnement de la conduite principale.

N° de conduite principale	Longueur de conduite principale (m)	Débit de La conduite principale (l/s)	Diamètre (mm)	Perte de charge (m/m)	Vitesse (m/s)
1	5	18.48	160	0.0021	1.08
2	135	12.32	125	0.0032	1.16
3	135	6.16	90	0.0046	1.13

4- Coût d'investissement :

Tableau VI.15 : Coût d'investissement

EQUIPEMENT	U	QTITE	PU	TOTAL HT
Tube PEHD DN 160 PN 6	ML	5	787,69	3938,45
Tube PEHD DN 125 PN 6	ML	135	721,36	97383,6
Tube PEHD DN 90 PN 6	ML	135	364,65	49227,75
Tube PEHD DN 75 PN 6	ML	450	186,46	83907
Tube PEBD DN 16	ML	21060	15,02	316321,2
Vanne a raccord D 160	U	1	2800	2800
Vanne a raccord D 125	U	1	2500	2500
Vanne a raccord D 90	U	1	2292,67	2292,67
Vanne a raccord D 75	U	6	2168,88	13013,28
Bouchon PP D75	U	6	710,24	4261,44
Goutteur autorégulant à pastille	U	8424	7,37	62084,88
Fermeture fin de ligne Diamètre 16	U	156	1,62	252,72
Prise avec joint D16	U	156	9,55	1489,80
Té PP red 160/63	U	2	3100	6200
Té PP red 125/63	U	2	3295,8	6591,60
Té PP ega 90/63	U	2	2600	5200
Station -1 filtres Helix	U	1	20000	20000
Fertiliseur 80 l	U	1	17979,19	17979,19
			TOTAL HT	695443,58
			TVA 17%	118225,41
			TOTAL TTC	813669

e) EQUIPEMENT DE LA PARCELLE TYPE 5 : (15ha)

On considère une parcelle à irriguer, pour laquelle un type d'équipement a été choisi et nous cherchons à définir et calculer le matériel à approvisionner.

Section	N° de parcelle	Superficie
33	19	14.0813

$L = 426.20m \quad l = 330.40m$

$S = 426.1 * 330.5 = 14.0813 \text{ ha}$

Efficiencie du système : $E = 0.90$

➤ **Calcul d'équipement goutte-à-goutte de la parcelle choisie :**

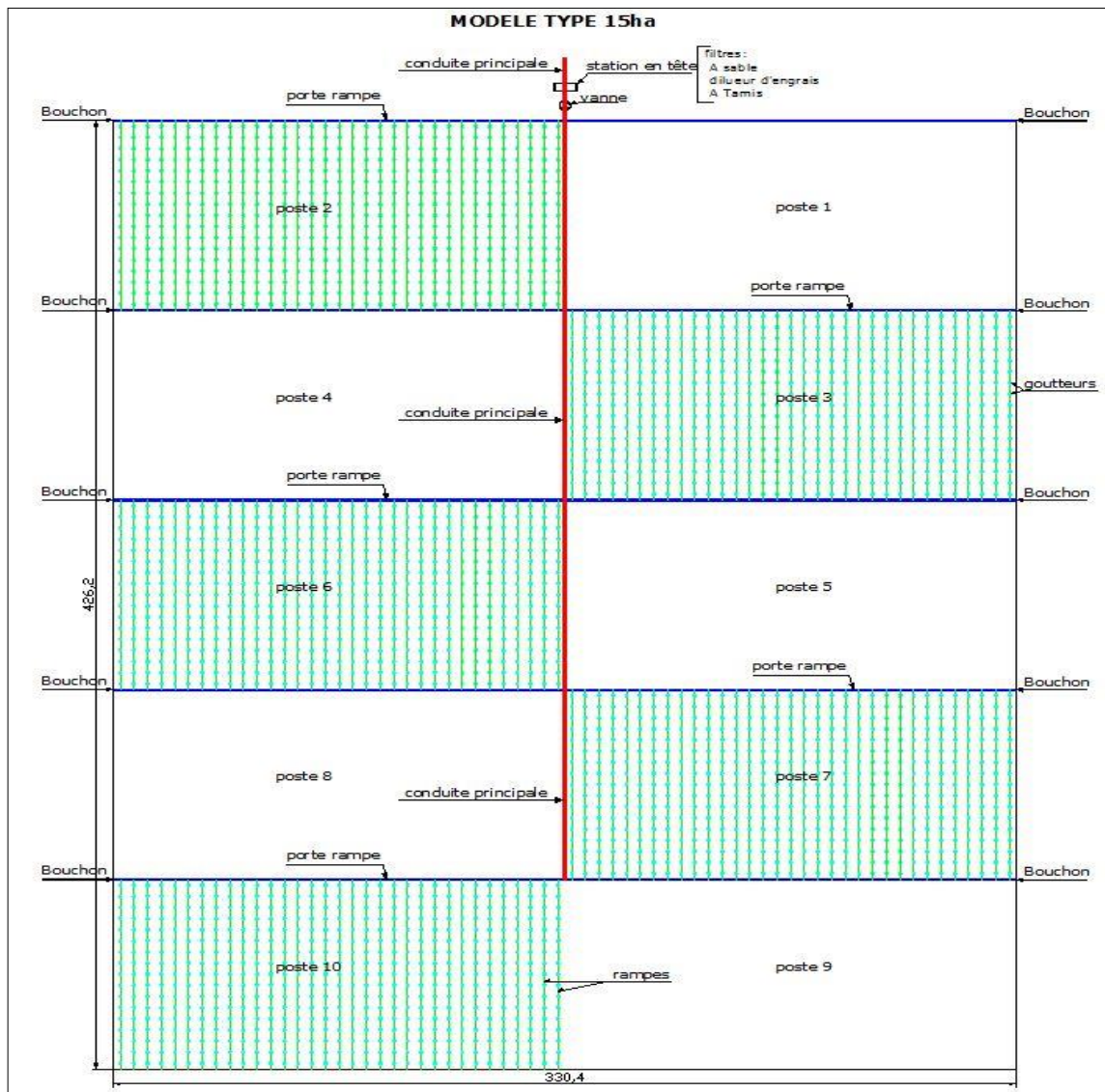


Figure VI.10 : Schéma de la parcelle type de 15 ha de goutte-à-goutte.

1- Dimensionnement des rampes :

Tableau VI.16 : Dimensionnement des rampes.

N° de poste	Nbre de porte rampe	Nbre de rampe	N° de tronçon	Longueur de rampe (m)	Nombre de plante/rampe	Nombre de gouteur	Débit de La rampe (l/s)	Diamètre (mm)	Perte de charge (m/m)	Vitesse (m/s)
01	1	33	1 - 33	85,24	17	34	0.075	16	0.0044	0,40
02	1	33	1 - 33	85,24	17	34	0.075	16	0.0044	0,40
03	1	33	1 - 33	85,24	17	34	0.075	16	0.0044	0,40
04	1	33	1 - 33	85,24	17	34	0.075	16	0.0044	0,40
05	1	33	1 - 33	85,24	17	34	0.075	16	0.0044	0,40
06	1	33	1 - 33	85,24	17	34	0.075	16	0.0044	0,40
07	1	33	1 - 33	85,24	17	34	0.075	16	0.0044	0,40
08	1	33	1 - 33	85,24	17	34	0.075	16	0.0044	0,40
09	1	33	1 - 33	85,24	17	34	0.075	16	0.0044	0,40
10	1	33	1 - 33	85,24	17	34	0.075	16	0.0044	0,40

2- Dimensionnement de la porte rampe (conduite secondaire) :

Tableau VI.17 : Dimensionnement de la porte rampe.

N° de poste	Nbre de porte rampe	Longueur de porte rampe (m)	Débit de La porte rampe (l/s)	Diamètre (mm)	Perte de charge (m/m)	Vitesse (m/s)
01	1	165	2.468	63	0.0053	0,96
02	1	165	2.468	63	0.0053	0,96
03	1	165	2.468	63	0.0053	0,96
04	1	165	2.468	63	0.0053	0,96
05	1	165	2.468	63	0.0053	0,96
06	1	165	2.468	63	0.0053	0,96
07	1	165	2.468	63	0.0053	0,96
08	1	165	2.468	63	0.0053	0,96
09	1	165	2.468	63	0.0053	0,96
10	1	165	2.468	63	0.0053	0,96

3- Dimensionnement de la conduite principale :

Tableau IV.18 : Dimensionnement de la conduite principale.

N° de conduite principale	Longueur de conduite principale (m)	Débit de La conduite principale (l/s)	Diamètre (mm)	Perte de charge (m/m)	Vitesse (m/s)
1	5	24.68	200	0.0012	0.92
2	85,24	19.744	160	0.0023	1.15
3	85,24	14.808	160	0.0014	0.86
4	85,24	9.872	125	0.0022	0.94
5	85,24	4.936	90	0.0031	0.91

4- Coût d'investissement :

Tableau IV.19 : Coût d'investissement

EQUIPEMENT	Unité	QTITE	PU	TOTAL HT
Tube PEHD DN 200 PN 6	ML	5	1200	6000
Tube PEHD DN 160 PN 6	ML	170,48	800	136384
Tube PEHD DN 125 PN 6	ML	85,24	750	63930
Tube PEHD DN 90 PN 6	ML	85,24	364,65	31082,766
Tube PEHD DN 63 PN 6	ML	1650	250	412500
Tube PEBD DN 16	ML	28129,2	15,02	422500,58
Vanne à raccord D 200	U	1	3000	3000
Vanne à raccord D 160	U	2	2800	5600
Vanne à raccord D 125	U	1	2500	2500
Vanne à raccord D 90	U	1	3000	3000
Vanne à raccord D 63	U	10	2800	28000
Bouchon PP D63	U	10	649,78	6497,8
Goutteur autorégulant à pastille	U	11220	7,37	82691,4
Fermeture fin de ligne Diamètre 16	U	330	1,62	534,6
Prise avec joint D16	U	330	9,55	3151,5

Chapitre VI : Dimensionnement du réseau D'irrigation

Té PP red 200/63	U	2	3295,8	6591,6
Té PP red 160/63	U	4	3100	12400
Té PP red 125/63	U	2	3000	6000
Té PP ega 90/63	U	2	2900	5800
Station -1 filtres Hélix	U	1	30000	30000
Fertiliseur 80 l	U	1	20000	20000
			TOTAL HT	1288164,25
			TVA 17%	218987,92
			TOTAL TTC	1507152,17

Conclusion

A travers ce chapitre, on a dégagé les principales caractéristiques de notre système d'aménagement.

Ce système est constitué par un réseau de distribution, avec un linéaire total de 33088 m avec un diamètre varie de 20 à 630mm.

On opte par un mode d'irrigation mixte (aspersion+ goutte à goutte).

- Le système Goutte à goutte est orienté pour l'arboriculture et les cultures maraichères.
- Le système aspersion est proposé pour la céréaliculture et les cultures fourragères

Conclusion générale

La réutilisation des eaux usées permettra un gain en ressource naturelle, une protection de l'environnement et l'équilibre écologique, ainsi qu'une prévention des maladies à transmission hydrique, vu que l'eau usée subit une épuration poussée avant sa réutilisation.

Cette étude a pour objectif de dimensionner un réseau d'irrigation mixte (gout à gout et aspersion) à partir de la STEP de Khenchela destinée à irriguer le périmètre de BAGHAI pour limiter les problèmes de la pollution de l'environnement et de la réutilisation des eaux épurées.

A travers cette étude nous avons conclu :

- l'ajustement par la loi normal (P80%=288mm, P50%=389mm) de la série des pluies journalières maximales, adoptée dans notre projet, présente une bonne adéquation.

- on a un débit spécifique $q_s = 0.5$ l/s/ha d'un périmètre de 620 ha

- les besoins totaux d'irrigation pour nos cultures :

Blé dur : $199471m^3$; Blé tendre : $235739m^3$; Orge : $213372m^3$;

Bersim : $337113m^3$, Pommier : $587825m^3$; Olivier : $354825m^3$;

Abricotier : $401001m^3$

- Après le dimensionnement du réseau, on remarque que :

La majorité des vitesses dans les conduites et les pressions dans les bornes sont admissibles (0.5m/s et 2m/s et 10 mce).

Références Bibliographiques

- [1] KOLAI, D. COURS de la réutilisation des eaux usées épurées 5^{ème} année, ENSH de Blida
- [2] Touaibia, B. 2004 Manuel pratique d'hydrologie. ENSH Blida. P 136.
- [3] KHERBACHE mounir 2014. Mémoire de fin d'études, Irrigation du périmètre Allelik à partir des eaux épurées de la STEP d'El Bouni (W. Annaba)
- [4] HANNAIZI Rabah 2011. Mémoire de fin d'études, renforcement de l' irrigation du perimetre de la mitidja ouest tr ii secteur c a partir des eaux usees epurees « eue » de la step de hadjout.
- [05] Morin, N. (2011) Agronome, Maîtrise En Science Du Gazon LA QUALITÉ DE L'eau D'irrigation : Un Facteur À Ne Pas Négliger. **P4**

orge	mois	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL
	coefficient cultural (Kc)	0.63	1.00	1.10	1.10	0.84	0.38	-	-	-	-	0.35	0.36	-
	ETP	54.55	51.31	80.10	105.43	154.07	163.16	221.06	176.87	141.99	100.23	69.46	39.27	1357.50
	E.T.C = Kc * E.T.P en mm	34.37	51.31	88.11	115.97	129.42	61.19	-	-	-	-	24.31	14.14	518.81
	P.eff = 0,8 * Pu en mm	19.26	17.85	26.94	24.72	26.76	12.66	6.31	11.42	23.72	19.19	21.79	19.90	230.50
	Profondeur d'enracinement en cm	30.00	40.00	50.00	50.00	50.00	60.00	-	-	-	-	10.00	20.00	
	RFU= 2/3 RU en mm	32.80	43.73	54.67	54.67	54.67	65.60	-	-	-	10.93	10.93	21.87	349.86
	RFUreèl	10.93	14.58	18.22	18.22	18.22	0.00	-	-	-	10.93	10.93	7.29	
	Besoin en eau d'irrigation B = E.T.C - P.eff - R.F.U, reèl en mm	7.82	22.53	46.60	73.03	84.44	30.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	264.72
	<i>besoin en eau d'irrigation en m3/ha</i>	78.22	225.29	465.96	730.31	844.37	303.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2647.21
bersim	mois	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL
	coefficient cultural (Kc)	1.20	1.20	0.90	-	-	-	-	-	0.55	0.60	0.95	1.20	-
	ETP	54.55	51.31	80.10	105.43	154.07	163.16	221.06	176.87	141.99	100.23	69.46	39.27	1357.50
	E.T.C = Kc * E.T.P en mm	65.46	61.57	72.09	-	-	-	-	-	78.09	60.14	65.99	47.12	-
	P.eff = 0,8 * Pu en mm	19.26	17.85	26.94	24.72	26.76	12.66	6.31	11.42	23.72	19.19	21.79	19.90	230.50
	Profondeur d'enracinement en cm	70.00	80.00	80.00	-	-	-	-	-	30.00	40.00	50.00	60.00	-
	RFU= 2/3 RU en mm	76.53	87.47	87.47	-	-	-	-	32.80	32.80	43.73	54.67	65.60	481.07
	RFUreèl	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	10.93	10.93	14.58	18.22	0.00	-
	Besoin en eau d'irrigation B = E.T.C - P.eff - R.F.U, reèl en mm	46.20	43.72	45.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.44	30.01	29.62	9.01	247.16
	<i>besoin en eau d'irrigation en m3/ha</i>	462.04	437.24	451.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	434.41	300.13	296.17	90.06	2471.59
0	mois	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL

	coefficient cultural (Kc)	-	-	-	0.50	0.56	0.69	0.65	0.53	0.40	-	-	-	-	
	ETP	54.55	51.31	80.10	105.43	154.07	163.16	221.06	176.87	141.99	100.23	69.46	39.27	1357.50	
	E.T.C = Kc * E.T.P en mm	-	-	-	52.72	86.28	112.58	143.69	93.74	56.80	-	-	-	-	
	P.eff = 0,8 * Pu en mm	19.26	17.85	26.94	24.72	26.76	12.66	6.31	11.42	23.72	19.19	21.79	19.90	230.50	
	Profondeur d'enracinement en cm	-	-	120	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	-	-	-	-	
	RFU= 2/3 RU en mm	-	-	131.2	131.20	131.20	131.20	131.20	131.20	131.20	-	-	-	918.4	
	RFUreël	-	-	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	
	Besoin en eau d'irrigation B = E.T.C - P.eff - R.F.U, reël en mm	0	0	0	28.00	59.52	99.92	137.38	82.33	33.08	0	0	0	440.22	
	<i>besoin en eau d'irrigation en m3/ha</i>	0	0	0	279.95	595.19	999.24	1373.77	823.25	330.76	0	0	0	4402.17	
abricotier	mois	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL	
	coefficient cultural (Kc)	-	0.50	0.54	0.69	0.90	0.94	0.81	-	-	-	-	-	-	
	ETP	54.55	51.31	80.10	105.43	154.07	163.16	221.06	176.87	141.99	100.23	69.46	39.27	1357.50	
	E.T.C = Kc * E.T.P en mm	-	25.66	43.25	72.75	138.66	153.37	179.06	-	-	-	-	-	-	
	P.eff = 0,8 * Pu en mm	19.26	17.85	26.94	24.72	26.76	12.66	6.31	11.42	23.72	19.19	21.79	19.90	230.50	
	Profondeur d'enracinement en cm	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	-	-	-	-	-	-	
	RFU= 2/3 RU en mm	131.20	131.20	131.20	131.20	131.20	131.20	131.20	-	-	-	-	-	-	918.40
	RFUreël	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-	-
	Besoin en eau d'irrigation B = E.T.C - P.eff - R.F.U, reël en mm	0	7.81	16.32	48.03	111.90	140.71	172.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	489.71
<i>besoin en eau d'irrigation en m3/ha</i>	0	78.07	163.18	480.27	1119.03	1407.14	1727.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4897.09	
pommie	mois	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCT	NOV	DEC	TOTAL	
	coefficient cultural (Kc)	-	-	0.60	0.80	0.82	0.89	0.88	0.80	-	-	-	-	-	

ETP	54.55	51.31	80.10	105.43	154.07	163.16	221.06	176.87	141.99	100.23	69.46	39.27	1357.50
E.T.C = Kc * E.T.P en mm	-		48.06	84.34	126.34	145.21	195.42	141.50	-	-	-	-	-
P.eff = 0,8 * Pu en mm	19.26	17.85	26.94	24.72	26.76	12.66	6.31	11.42	23.72	19.19	21.79	19.90	230.50
Profondeur d'enracinement en cm	-	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	-	-	-	-	-
RFU= 2/3 RU en mm	-	131.20	131.20	131.20	131.20	131.20	131.20	131.20	-	-	-	-	-
RFUreèl	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-
Besoin en eau d'irrigation B = E.T.C - P.eff - R.F.U, reèl en mm	0	0	21.12	59.62	99.58	132.56	189.11	130.08	0.00	0.00	0.00	0.00	632.07
<i>besoin en eau d'irrigation en m3</i>	0	0	211.24	596.24	995.77	1325.56	1891.05	1300.80	0.00	0.00	0.00	0.00	6320.67
Total des besoins nets en mm	56.58	105.78	222.38	354.74	573.61	496.75	499.23	212.41	76.52	30.01	29.62	9.01	2658.81

Annexe 3

CALCUL DE STOCKAGE D'EAU en fonction de la disponibilité durant chaque mois

AVRIL (20 jours d'irrigation)			
JOURS	Production m3	Consommation m3	Stockage m3
1	16520	16290	230
2	16520	16290	460
3	16520		10000
4	16520	16290	10000
5	16520	16290	10000
6	16520		10000
7	16520	16290	10000
8	16520	16290	10000
9	16520		10000
10	16520	16290	10000
11	16520	16290	10000
12	16520		10000
13	16520	16290	10000
14	16520	16290	10000
15	16520		10000
16	16520	16290	10000
17	16520	16290	10000
18	16520		10000
19	16520	16290	10000
20	16520	16290	10000
21	16520		10000
22	16520	16290	10000
23	16520	16290	10000
24	16520		10000
25	16520	16290	10000
26	16520	16290	10000
27	16520		10000
28	16520	16290	10000
29	16520	16290	10000
30	16520		10000

Mai (21 jours d'irrigation)			
JOURS	Production m3	Consommation m3	Stockage m3
			10000
1	18300	23298	5002
2	18300	23298	4
3	18300		10000
4	18300	23298	5002
5	18300	23298	4
6	18300		10000
7	18300	23298	5002
8	18300	23298	4
9	18300		10000
10	18300	23298	5002
11	18300	23298	4
12	18300		10000
13	18300	23298	5002
14	18300	23298	4
15	18300		10000
16	18300	23298	5002
17	18300	23298	4
18	18300		10000
19	18300	23298	5002
20	18300	23298	4
21	18300		10000
22	18300	23298	5002
23	18300	23298	4
24	18300		10000
25	18300	23298	5002
26	18300	23298	4
27	18300		10000
28	18300	23298	5002
29	18300	23298	4
30	18300		10000
31	18300	23298	5002

Juin (22 jours d'irrigation)			
JOURS	Production m3	Consommation m3	Stockage m3
			5002
1	17500	20805	1697
2	17500		10000
3	17500	20805	6695
4	17500	20805	3390
5	17500	20805	85
6	17500		10000
7	17500	20805	6695
8	17500	20805	3390
9	17500	20805	85
10	17500		10000
11	17500	20805	6695
12	17500	20805	3390
13	17500	20805	85
14	17500		10000
15	17500	20805	6695
16	17500	20805	3390
17	17500	20805	85
18	17500		10000
19	17500	20805	6695
20	17500	20805	3390
21	17500	20805	85
22	17500		10000
23	17500	20805	6695
24	17500	20805	3390
25	17500	20805	85
26	17500		10000
27	17500	20805	6695
28	17500	20805	3390
29	17500	20805	85
30	17500		10000

Juillet (24 jours d'irrigation)			
JOURS	Production m3	Consommation m3	Stockage m3
			10000
1	16450	18938	7512
2	16450	18938	5024
3	16450	18938	2536
4	16450	18938	48
5	16450		10000
6	16450	18938	7512
7	16450	18938	5024
8	16450	18938	2536
9	16450	18938	48
10	16450		10000
11	16450	18938	7512
12	16450	18938	5024
13	16450	18938	2536
14	16450	18938	48
15	16450		10000
16	16450	18938	7512
17	16450	18938	5024
18	16450	18938	2536
19	16450	18938	48
20	16450		10000
21	16450	18938	7512
22	16450	18938	5024
23	16450	18938	2536
24	16450		10000
25	16450	18938	7512
26	16450	18938	5024
27	16450		10000
28	16450	18938	7512
29	16450	18938	5024
30	16450	18938	2536
31	16450		10000

Aout (22 jours d'irrigation)			
JOURS	Production m3	Consommation m3	Stockage m3
			10000
1	16000	7075	10000
2	16000	7075	10000
3	16000	7075	10000
4	16000		10000
5	16000	7075	10000
6	16000	7075	10000
7	16000	7075	10000
8	16000		10000
9	16000	7075	10000
10	16000	7075	10000
11	16000	7075	10000
12	16000		10000
13	16000	7075	10000
14	16000	7075	10000
15	16000	7075	10000
16	16000		10000
17	16000	7075	10000
18	16000	7075	10000
19	16000		10000
20	16000	7075	10000
21	16000	7075	10000
22	16000		10000
23	16000	7075	10000
24	16000	7075	10000
25	16000		10000
26	16000	7075	10000
27	16000	7075	10000
28	16000		10000
29	16000	7075	10000
30	16000	7075	10000
31	16000		10000

Annexe 3

Récapitulatif des parcelles du périmètre d'étude

SECTION	Parcelle	SUPE (Ha)	Nom	Prénom	Prénom père	NATURE JURIDIQUE
SECTION 23	17	1,59	LAOUAR	ELHADI ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
	14	2,56	LAOUAR	ABDELAZIZ ET CONSORTS	ALI	PRIVE
	11	0,46	MANAA	MAHMOUD	MOSTAPHA	PRIVE
	12	1,11	MANAA	LIAZID	BELGACEM	PRIVE
	15	1,71	MANAA	LIAZID	BELGACEM	PRIVE
	20	1,04	INCONNU	/	/	INCONNU
	19	1,01	MANAA	MAHMOUD	MOSTAPHA	PRIVE
	21	6,04	YAKOUB	ACHOUR ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
	29	0,81	SAHTEL	MEBAREK	MOHAMED	PRIVE
	30	0,32	SAHTEL	AMMAR	ATHMANE	PRIVE
	22	8,38	YAKOUB	ACHOUR ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
	28	2,63	SAHTEL	MEBAREK	ABDELLAH	PRIVE
	31	0,38	SAHTEL	MEBAREK	MOHAMED	PRIVE
	32	0,93	SAHTEL	AMMAR	ATHMANE	PRIVE
	61	2,63	SAHTEL	MEBAREK	ABDELLAH	PRIVE
	25	15,6	SAHTEL	MEBAREK	MOHAMED	PRIVE
	62	1,91	YAKOUB	ACHOUR ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
	33	2,04	BOUTABA NEE CHIHABI	FATIMA ET CONSORTS	MOHAMED	PRIVE
	60	3,05	INCONNU	/	/	INCONNU
	13	0,73	MANAA	MAHMOUD	MOSTAPHA	PRIVE
34	1,92	BOUTABA NEE CHIHABI	FATIMA ET CONSORTS	MOHAMED	PRIVE	
59	0,29	INCONNU	/	/	INCONNU	
66	9,81	YAKOUB	ACHOUR ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE	

	65	6,16	INCONNU	/	/	INCONNU
	10	0,48	LAOUAR	ABDELMOUMEN ET CONSORTS	BELKACEM	PRIVE
	72	2,44	DIRECTION DES DOMAINES	/	/	ETAT
SECTION 33	56	7,53	INCONNU	/	/	INCONNU
	55	1,88	DAOUDI	CHERIF ET CONSORTS	ABDELMADJID	PRIVE
	54	1,75	DAOUDI	KAMEL ET CONSORTS	SLIMANE	PRIVE
	53	3,59	DAOUDI	LOUARDI ET CONSORTS	SMAIL	PRIVE
	9	4,74	BRAHIMI	MOHAMED TAHAR ET CONSORTS	BRAHIM	PRIVE
	10	0,55	BRAHMI	MESSAOUD ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
	11	1,64	BRAHMI	MESSAOUD ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
	12	8,99	BRAHIM	BRAHIMI	BOUKHARI	PRIVE
	57	7,3	DAOUDI	KAMEL ET CONSORTS	SLIMANE	PRIVE
	59	2,33	MORDJANE	MOHAMED ET CONSORTS	MADANI	PRIVE
	60	1,21	DAOUDI	CHERIF ET CONSORTS	ABDELMADJID	PRIVE
	61	1,24	DAOUDI	KAMEL ET CONSORTS	SLIMANE	PRIVE
	62	2,71	DAOUDI	LOUARDI ET CONSORTS	SMAIL	PRIVE
	63	0,68	BRAHIMI	MOHAMED TAHAR ET CONSORTS	BRAHIM	PRIVE
	64	0,87	BRAHIMI	LAKHDAR ET CONSORTS	CHAFAI	PRIVE
	18	6,61	INCONNU	/	/	INCONNU
	52	5,31	BOUZAHER	NASREDDINE	HOCINE	PRIVE
	16	2,29	BOUZAHER	ALI ET CONSORTS	SAID	PRIVE
	17	1,23	KHAOUA	FERHAT	LAKHDAR	PRIVE
	49	4,37	COMMUNE DE BAGHAI	/	/	ETAT
	72	0,93	INCONNU	/	/	INCONNU
	45	0,11	BOUZAHER	DJAMEL ET CONSORTS	SALAH	PRIVE
	71	4,14	INCONNU	/	/	INCONNU

19	14,1	BOUZAHER	ALI ET CONSORTS	SAID	PRIVE
40	5,61	BOUZAHER	ABDELHAMID	SIFI	PRIVE
39	1,33	BOUZAHER	LAARBI ET CONSORTS	CHERIF	PRIVE
38	2,01	BOUZAHER	AMOR	MOSTAPHA	PRIVE
37	4,95	BOUZAHER	CHAFAI ET CONSORTS	SAID	PRIVE
66	7,4	BOUZAHER	BACHIR	SALAH	PRIVE
33	3,05	INCONNU	/	/	INCONNU
47	10	BOUZAHER	ABDELLAH ET CONSORTS	HOCINE	PRIVE
20	4,82	BOUZAHER	ABDELHAMID	SIFI	PRIVE
21	1,76	BOUZAHER	LAARBI ET CONSORTS	CHERIF	PRIVE
22	2,61	BOUZAHER	AHMED ET CONSORTS	MOHAMED SALAH	PRIVE
25	1,36	BOUZAHER	LAARBI ET CONSORTS	CHERIF	PRIVE
24	0,81	BOUZAHER	ABDELLAH ET CONSORTS	BOULAKHRAS	PRIVE
23	2,68	BOUZAHER	ADEL ET CONSORTS	BRAHIM	PRIVE
26	0,27	BOUZAHER	LAARBI ET CONSORTS	CHERIF	PRIVE
27	0,21	BOUZAHER	ABDELLAH ET CONSORTS	BOULAKHRAS	PRIVE
34	1,63	BOUZAHER	CHAFFAI ET CONSORTS	SAID	PRIVE
35	1,67	BOUZAHER	AHMED ET CONSORTS	MOHAMED SALAH	PRIVE
32	10,5	BOUZAHER	ADEL ET CONSORTS	BRAHIM	PRIVE
28	5,05	BENYEZA	SAADI ET CONSORTS	MAAMAR	PRIVE
58	1,58	DAOUDI	LOUARDI ET CONSORTS	SMAIL	PRIVE
36	2,22	BOUZAHER	AMOR	MOSTAPHA	PRIVE
70	3,99	BOUZAHER	ABDELLAH ET CONSORTS	HOCINE	PRIVE
73	5,56	BOUZAHER	ABDELLAH ET CONSORTS	HOCINE	PRIVE
41	3,72	BOUZAHER	AMMAR ET CONSORTS	MOHAMED	PRIVE
13	0,38	INCONNU			INCONNU
14	0,5	BRAHMI	LAKHDAR ET CONSORTS	CHAFAI	PRIVE
15	0,73	INCONNU			INCONNU

	44	2,14	BOUZAHER	CHAFFAI ET CONSORTS	SAID	PRIVE
	43	2,06	BOUZAHER	AMMAR ET CONSORTS	MOHAMED	PRIVE
	42	1,28	BOUZAHER	AMOR	MOSTAPHA	PRIVE
SECTION 32	22	8	INCONNU	/	/	INCONNU
	24	1,67	SAHTAL	MOHAMED	SEDDIK	PRIVE
	25	2,07	INCONNU	/	/	INCONNU
	2	3,84	SAHTAL	MOHAMED	SEDDIK	PRIVE
	21	1,9	SAHTAL	MOHAMED	SEDDIK	PRIVE
	59	5,13	DAOUDI	CHERIF ET CONSORTS	ABDELMADJID	PRIVE
	60	4,92	INCONNU	/	/	INCONNU
	61	2,25	DIRECTION DES DOMAINES	/	/	ETAT
	29	9,39	SAHTAL	HICHAM	SALAH	PRIVE
	58	3,82	MANAA	LOUARDI ET CONSORTS	SAID	PRIVE
	30	3,32	MANAA	KADOUR ET CONSORTS	ALI	PRIVE
	20	2,89	SAHTAL	HICHAM	SALAH	PRIVE
	4	2,08	SAHTEL	ALI	SEDDIK	PRIVE
	54	2,11	BRAHMI	LAKHDAR ET CONSORTS	CHAFAI	PRIVE
	57	0,05	BRAHMI	LAKHDAR ET CONSORTS	CHAFAI	PRIVE
	55	1,01	BRAHIMI	MOHAMED TAHAR ET CONSORTS	BRAHIM	PRIVE
	56	1,04	BRAHMI	LARBI ET CONSORTS	MIHOUB	PRIVE
SECTION 35	28	1,89	INCONNU			INCONNU
	11	4,17	INCONNU			INCONNU
SECTION 34	1	2,45	E A I BENYEZZA DERRADJI	/	/	EAI
	7	3,89	E A I BRAHIMI MOHAMED SEGHIR	/	/	EAI
	12	3,57	E A I BRAHIMI MOHAMED SEGHIR	/	/	EAI
	13	1,48	INCONNU	/	/	INCONNU

	14	12,8	INCONNU	/	/	INCONNU
	15	5,28	BOUZAHER	AHMED ET CONSORTS	MOHAMED SALAH	PRIVE
	16	8,69	INCONNU	/	/	INCONNU
	17	10,8	BOUZAHER	ABDELLAH ET CONSORTS	HOCINE	PRIVE
	18	3,77	BOUZAHER	AHMED ET CONSORTS	MOHAMED SALAH	PRIVE
	19	1,09	BENYEZZA	ALI ET CONSORTS	BEDDIAR	PRIVE
	20	2,36	INCONNU	/	/	INCONNU
	21	0,17	INCONNU	/	/	INCONNU
	27	1,42	BOUZAHER	ABDELLAH ET CONSORTS	HOCINE	PRIVE
	30	0,62	INCONNU	/	/	INCONNU
	41	19,6	INCONNU	/	/	INCONNU
	42	7,15	DIRECTION DES DOMAINES	/	/	ETAT
	43	0,88	DIRECTION DES DOMAINES	/	/	ETAT
	44	0,49	ABID	DOUHA ET CONSORTS	AHMED	PRIVE
	45	0,21	MOKHNANE	HARONE	AMMAR	PRIVE
	46	2,03	DIRECTION DES DOMAINES	/	/	ETAT
	50	2,45	MAGHNI	HAMMA	ABDALLAH	PRIVE
	61	3,3	MOKHNANE	HARONE	AMMAR	PRIVE
	62	21,8	INCONNU	/	/	INCONNU
section 21	140	0,63	SAHTEL	LAHMADI	LAKHDAR	PRIVE
	141	0,74	SAHTEL	BRAHIM	LAKHDAR	PRIVE
	142	0,33	LAOUAR	ABDELAZIZ ET CONSORTS	ALI	PRIVE
	143	1,43	SAHTEL	SALAH	LAKHDAR	PRIVE
	144	0,43	SAHTEL	LAHMADI	LAKHDAR	PRIVE
	145	0,7	SAHTEL	BRAHIM	LAKHDAR	PRIVE
	146	0,23	ARCHOUCHE	KAMEL ET CONSORTS	ABDELAZIZ	PRIVE

	147	0,02	BOUTARFA	SALAH ET CONSORTS	HAMNA	PRIVE
	148	1,53	YAKOUB	ACHOUR ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
	149	0,19	YAKOUB	ACHOUR ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
section 31	129	3,38	BOUZAHER	AMOR	MOSTAPHA	PRIVE
	125	3,23	BOUZAHER	ABELLAH ET CONSORTS	BOULAKHRAS	PRIVE
	110	2,26	INCONNU	/	/	INCONNU
	109	4,7	OUAFI	MOHAMED SEGHIR	DJEMOUAI	PRIVE
	128	2,38	BOUZAHER	CHAFFAI ET CONSORTS	SAID	PRIVE
	127	1,85	INCONNU	/	/	INCONNU
	107	2,76	OUAFI	SALAH	BRAHIM	PRIVE
	105	3,71	OUAFI	ABDENNOUR	TAHAR	PRIVE
	106	0,66	OUAFI	MOHAMED SEGHIR	DJEMOUAI	PRIVE
	72	6,94	BOUZAHER	ABDELLAH ET CONSORTS	BOULAKHRAS	PRIVE
	45	5,04	INCONNU	/	/	INCONNU
	156	1,98	SARL SOUDOUS	SAFA PRODUITS ROUGES		PRIVE
	157	1,98	BAGHZOU	MOHAMED	AMOR	PRIVE
	158	1,98	MAGHNI	MAAMAR	ABDELLAH	PRIVE
	46	1,98	MAGHNI	MOHAMED	ABDELALI	PRIVE
	159	1,98	SARL SOUDOUS	SAFA PRODUITS ROUGES		PRIVE
	160	1,98	SARL SOUDOUS	SAFA PRODUITS ROUGES		PRIVE
	161	1,98	MEGHNI	SALAH	LEMBAREK	PRIVE
	162	1,98	SARL SOUDOUS	SAFA PRODUITS ROUGES		PRIVE
	163	1	MAGHNI	LAHSEN	ABDALLAH	PRIVE
	71	7,23	INCONNU	/	/	INCONNU
	111	10,6	INCONNU	/	/	INCONNU
	112	1,46	BRAHIM	BRAHIMI	BOUKHARI	PRIVE
	70	5,99	BRAHMI	LAKHDAR ET CONSORTS	CHAFAI	PRIVE
	69	1,24	BRAHMI	CHERIF ET CONSORTS	BOUKHARI	PRIVE
	116	0,36	BRAHMI	MESSAOUD ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE

115	0,18	BRAHIMI	MOHAMED TAHAR ET CONSORTS	BRAHIM	PRIVE
114	0,17	BRAHMI	LARBI ET CONSORTS	MIHOUB	PRIVE
113	0,24	BRAHMI	MESSAOUD ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
119	0,08	BRAHMI	MESSAOUD ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
120	0,08	BRAHMI	CHERIF ET CONSORTS	BOUKHARI	PRIVE
117	0,84	BRAHMI	LARBI ET CONSORTS	MIHOUB	PRIVE
118	0,17	INCONNU	/	/	INCONNU
121	0,45	BRAHIM	BRAHIMI	BOUKHARI	PRIVE
123	0,71	BRAHMI	LAKHDAR ET CONSORTS	CHAFAI	PRIVE
122	0,23	BRAHIMI	MOHAMED TAHAR ET CONSORTS	BRAHIM	PRIVE
124	0,57	INCONNU			INCONNU
3	3,42	BOUZAHER	ABDELLAH ET CONSORTS	BOULAKHRAS	PRIVE
5	4,81	INCONNU	/	/	INCONNU
6	4,59	KALI	ELMOUMANE	RAMDANE	PRIVE
7	9,18	BENTAHAR	DJAMEL	ABOUD	PRIVE
74	4,06	INCONNU	/	/	INCONNU
75	2,56	OUAFI	LOUARDI	TAHAR	PRIVE
164	1,39	ARCHOUCHE	GHALIA	TAHAR	PRIVE
38	11,2	BOUZAHER NEE BOUZAHER	DJEMAA	ALI	PRIVE
76	4,66	MARIR	SALAH ET CONSORTS	AHMED	PRIVE
37	5,14	MOKHNANE	AHMED	SALAH	PRIVE
78	4,26	MOKHNANE	MOHAMED	SALAH	PRIVE
79	1	MOKHNANE	HARONE	AMMAR	PRIVE
77	4,45	MOKHNANE	MOHAMED	SALAH	PRIVE
104	5,31	OUAFI	GHOLLAM ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
39	1,11	OUAFI	GHOLLAM ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
40	1,18	OUAFI	MOHAMED SEGHIR	DJEMOUAI	PRIVE

	41	1,21	OUAFI	GHOLLAM ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
	42	1,08	HAMZAOUI	KHEMISSI ET CONSORTS	MOHAMED	PRIVE
	43	1,38	OUAFI	GHLLAM ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
	47	1,34	HIMEUR	SALAH ET CONSORTS	ABDELLAH	PRIVE
	48	4,06	BRAHMI	LAKHDAR ET CONSORTS	CHAFAI	PRIVE
	49	1,01	MAGHNI	LAHSEN	ABDELLAH	PRIVE
	50	10,9	BOUCHAREB	BOUAKKAZ	BACHIR	PRIVE
	51	6,02	BRAHMI	LAKHDAR ET CONSORTS	CHAFAI	PRIVE
	52	8,96	BRAHIMI	MOHAMED TAHAR ET CONSORTS	BRAHIM	PRIVE
	53	2,53	BOUCHAREB	MOHAMED TAHAR	ATHMANE	PRIVE
	54	5,06	BOUCHAREB	KHEMISSI	ATHMANE	PRIVE
	57	0,23	INCONNU	/	/	INCONNU
	58	0,22	BRAHIMI	MOHAMED TAHAR ET CONSORTS	BRAHIM	PRIVE
	59	0,35	BRAHMI	CHERIF ET CONSORTS	BOUKHARI	PRIVE
	60	0,37	BRAHMI	MESSAOUD ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
	61	0,3	BRAHMI	MESSAOUD ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
	62	0,98	BRAHMI	LAKHDAR ET CONSORTS	CHAFAI	PRIVE
	63	0,93	BRAHMI	LARBI ET CONSORTS	MIHOUB	PRIVE
			DERBOUCHE	ABD ELHAK	MOHAMED	PRIVE
	64	0,33	BRAHIMI	MOHAMED TAHAR ET CONSORTS	BRAHIM	PRIVE
	65	0,37	BRAHMI	CHERIF ET CONSORTS	BOUKHARI	PRIVE
	66	0,34	BRAHMI	MESSAOUD ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
	67	0,33	BRAHMI	MESSAOUD ET CONSORTS	AMMAR	PRIVE
	68	1,69	BRAHIMI	MOHAMED TAHAR ET CONSORTS	BRAHIM	PRIVE
section 24	93	0,29	BOUZAHER	MOHAMED ET CONSORTS	AHMED	PRIVE
	108	0,76	DAOUDI	CHERIF ET CONSORTS	ABDELMADJID	PRIVE

	114	4,3	BOUZAHER	MOHAMED ET CONSORTS	AHMED	PRIVE
	115	4,3	BOUZAHER	MOHAMED ET CONSORTS	AHMED	PRIVE
	116	4,3	BOUZAHER	ABDELBAKI	AHMED	PRIVE
	121	1	BOUZAHER	LIAMENA	AHMED	PRIVE
COMMUNE DE KHENCHELA		3				INCONNU

Annexe 4

DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

I	Réseau de distribution				
1-1	Terrassement	unité	Quantité	Prix unitaire	Prix total
1-2	Ouverture de fouille de toute nature sur une profondeur variable avec moyens mécanique y compris toutes sujétions	M ³	37 411	600	22446600
1-3	Lit de sable sur une couche de 0.1m	M ³	2 890	800,00	2312000
1-4	Remblai de terre tamisée sur une couche de 0.30m au-dessus de la génératrice supérieur.	M ³	14 058	400,00	5623360
1-5	Remblai de tout venant	M ³	18 163	400,00	7265080
1-6	Terre excédentaire	M ³	5 190	200,00	1037980
II	Fourniture et pose des conduites en PEHD PN 6 bars				
2-1	DN 25	ML	30,94	41,09	1271,32
2-2	DN 32	ML	120,65	53,95	6509,07
2-3	DN 40	ML	296,80	69,88	20740,38
	DN 50	ML	193,18	87,64	16930,30
2-4	DN 63	ML	595,70	131,72	78465,60
2-5	DN 75	ML	497,39	186,46	92743,34
2-6	DN 90	ML	2665,04	257,19	685421,64
2-7	DN 110	ML	1930,67	374,09	722244,34
2-8	DN 125	ML	861,63	477,23	411195,68
2-9	DN 160	ML	3161,54	787,69	2490313,44
2-10	DN 200	ML	2124,27	1 216,17	2583473,45
2-11	DN 250	ML	8153,84	1 898,66	15481369,85
2-12	DN 315	ML	2771,30	2 951,91	8180628,18
2-13	DN 400	ML	2980,48	4 703,04	14017316,66

2-14	DN 500	ML	482,95	7 241,55	3497306,57
2-15	DN 630	ML	2758,63	11 492,57	31703748,38
III	Fourniture et pose des conduites en PEHD PN 10 bars				
3-1	DN 63	ML	36,85	203,83	7511,14
3-2	DN 75	ML	107,95	289,41	31241,81
3-3	DN 90	ML	475,58	381,88	181614,49
3-4	DN 110	ML	427,20	568,93	243046,89
3-5	DN 160	ML	401,41	1 181,58	474298,03
3-6	DN 250	ML	2014,51	2 869,93	5781502,68
IV	INSTALLATION DE CHANTIER				
4-1	Amenée et mise en place des installations de chantier nécessaire à la réalisation des travaux	FT	1	6 000 000,00	6 000 000,00
4-2	Réalisation d'une base de vie	FT	1	8 000 000,00	8 000 000,00
4-3	Repliement des installations de chantier en fin de travaux et remise en état des lieux	FT	1	2 500 000,00	2 500 000,00
V	BALISAGE -Mise en place d'un balisage en profilé UPN 110, et toute s'éjections éventuelles	U	300	5 000,00	1 500 000,00
VI	AVERTISSEUR -Mise en place d'un avertisseur de couleur Marron, y compris tous s'éjection	ML	33 088,51	200,00	6 617 702,00
VII	LES BORNES D'IRRIGATION	U	215	142 060,00	30 542 900,00
	S/TOTAL			S/TOTAL H, T	150 016 615,20
				TTC 17 %	25 502 824,59
				TOTAL TTC	175 519 439,80

Annexe 2

Clacul Hydraulique

Conduite	Tronçon		parcelle	PK début	PK arrivé	SUPERFICIE (ha)		Débit Q (l/s)		Diamètre int (mm)	Vitesse V (m/s)	Long. L (m)	Perte de charge		Côte du projet		Côte piézométrique		Pression libre		Dimètre ext (mm)	Classe Pression (Bars)	Té	Borne	
	Début	Arrivée				Part	comu	Part	comu				unitair (m/m)	Total (m)	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval					
CONDUITE A	Bassin	A4	340042	0	123.19	7.15	162.15	3.58	81.08	284.74	1.04	123.19	0.00	0.38	1006.54	1002.89	1007.00	1006.62	0.46	3.73	315	PEHD PN 6		100	
	A4	A20	A1	123.19	867.65	0.21	155.00	0.11	77.50	278.39	0.99	744.46	0.00	2.10	1002.89	991.02	1006.62	1004.52	3.73	13.50	315	PEHD PN 6	32		
	A20	A24	A2	867.65	1010.82	1.36	154.79	0.68	77.40	278.20	0.99	143.17	0.00	0.40	991.02	988.45	1004.52	1004.12	13.50	15.67	315	PEHD PN 6	75		
	A24	A32	340014	1010.82	1400.00	12.83	153.43	6.42	76.71	276.97	0.98	389.18	0.00	1.08	988.45	985.17	1004.12	1003.04	15.67	17.87	315	PEHD PN 6		150	
	A32	A42	340041	1400	1850.00	19.65	140.60	9.82	70.30	265.14	0.90	450.00	0.00	1.06	985.17	983.26	1003.04	1001.98	17.87	18.72	315	PEHD PN 6		150	
	A42	A51	A3	1850	2300.00	6.47	120.95	3.23	60.48	245.92	1.23	450.00	0.01	2.48	983.26	977.08	1001.98	999.50	18.72	22.42	250	PEHD PN 6	110		
	A51	A54	340007	2300	2419.87	3.89	114.48	1.95	57.24	239.25	1.17	119.87	0.00	0.60	977.08	975.87	999.50	998.90	22.42	23.03	250	PEHD PN 6		85	
	A54	A60	A4	2419.87	2662.88	1.55	110.59	0.78	55.29	235.15	1.13	243.01	0.00	1.14	975.87	970.50	998.90	997.77	23.03	27.27	250	PEHD PN 6	75		
	A60	A61	330062	2662.88	2686.93	2.71	109.04	1.35	54.52	233.49	1.11	24.05	0.00	0.11	970.50	969.92	997.77	997.66	27.27	27.74	250	PEHD PN 6		85	
	A61	A65	330061	2686.93	2850.00	1.24	106.33	0.62	53.17	230.58	1.08	163.07	0.00	0.71	969.92	966.04	997.66	996.95	27.74	30.91	250	PEHD PN 6		85	
	A65	A67	330060	2850	2914.76	1.21	105.10	0.60	52.55	229.23	1.07	64.76	0.00	0.28	966.04	964.50	996.95	996.67	30.91	32.17	250	PEHD PN 6		85	
	A67	A69	330059	2914.76	2970.90	2.33	103.89	1.16	51.94	227.91	1.06	56.14	0.00	0.23	964.50	963.17	996.67	996.44	32.17	33.27	250	PEHD PN 6		85	
	A69	A74	330057	2970.9	3173.18	7.30	101.56	3.65	50.78	225.35	1.03	202.28	0.00	0.81	963.17	958.35	996.44	995.63	33.27	37.28	250	PEHD PN 6		100	
	A74	A82	320059	3173.18	3550.00	5.13	94.26	2.57	47.13	217.10	0.96	376.82	0.00	1.31	958.35	952.35	995.63	994.32	37.28	41.97	250	PEHD PN 6		85	
	A82	A83	320061	3550	3589.20	2.25	89.13	1.12	44.57	211.11	0.91	39.20	0.00	0.12	952.35	952.19	994.32	994.19	41.97	42.00	250	PEHD PN 6		85	
	A83	A95	320060	3589.2	4136.11	4.92	86.88	2.46	43.44	208.43	0.88	546.91	0.00	1.64	952.19	942.14	994.19	992.55	42.00	50.41	250	PEHD PN 6		85	
	A95	A104	320029	4136.11	4550.00	9.39	81.96	4.70	40.98	202.44	0.83	413.89	0.00	1.12	942.14	938.93	992.55	991.44	50.41	52.51	250	PEHD PN 6		100	
	A104	A113	A5	4550	4997.62	1.90	72.57	0.95	36.29	190.49	1.16	447.62	0.01	2.86	938.93	933.61	991.44	988.57	52.51	54.96	200	PEHD PN 6	90		
	A113	A115	320025	4997.62	5004.75	2.07	70.67	1.03	35.34	187.98	1.12	7.13	0.01	0.04	933.61	933.49	988.57	988.53	54.96	55.04	200	PEHD PN 6		85	
	A115	A119	320024	5004.75	5192.20	1.67	68.60	0.84	34.30	185.21	1.09	187.45	0.01	1.08	933.49	931.95	988.53	987.45	55.04	55.50	200	PEHD PN 6		85	
	A119	A126	320022	5192.2	5464.37	8.00	66.93	4.00	33.47	182.94	1.07	272.17	0.01	1.50	931.95	923.83	987.45	985.95	55.50	62.12	200	PEHD PN 6		100	
	A126	A134	230065	5464.37	5806.98	6.16	58.93	3.08	29.47	171.66	0.94	342.61	0.00	1.50	923.83	919.45	985.95	984.45	62.12	65.00	200	PEHD PN 10		100	
	A134	A135	230072	5806.98	5825.83	2.44	52.77	1.22	26.38	162.43	0.84	18.85	0.00	0.07	919.45	919.33	984.45	984.38	65.00	65.05	200	PEHD PN 10		85	
	A135	A149	230025	5825.83	6500.00	15.63	50.33	7.82	25.17	158.64	1.25	674.17	0.01	6.54	919.33	913.58	984.38	977.85	65.05	64.27	160	PEHD PN 10		150	
	A149	A154	230062	6500	6745.19	1.91	34.70	0.95	17.35	131.72	0.86	245.19	0.00	1.20	913.58	912.41	977.85	976.65	64.27	64.24	160	PEHD PN 10		85	
	A154	A159	A6	6745.19	6910.26	2.63	32.79	1.31	16.40	128.05	0.82	165.07	0.00	0.73	912.41	909.85	976.65	975.92	64.24	66.07	160	PEHD PN 10	90		
	A159	A164	A7	6910.26	7111.26	8.47	30.17	4.23	15.08	122.82	1.23	201.00	0.01	2.54	909.85	906.74	975.92	973.38	66.07	66.64	125	PEHD PN 10	110		
	A164	A169	230028	7111.26	7310.15	2.63	21.70	1.32	10.85	104.16	1.14	198.89	0.01	2.55	906.74	906.14	973.38	970.83	66.64	64.69	110	PEHD PN 10		85	
	A169	A173	230022	7310.15	7478.88	8.38	19.07	4.19	9.53	97.64	1.00	168.73	0.01	1.71	906.14	904.04	970.83	969.12	64.69	65.08	110	PEHD PN 10		100	
	A173	A177	A8	7478.88	7650.00	2.05	10.69	1.03	5.34	73.10	1.21	171.12	0.02	3.87	904.04	895.97	969.12	965.25	65.08	69.28	75	PEHD PN 10	90		
	A177	A181	230015	7650	7809.04	1.71	8.64	0.86	4.32	65.71	0.98	159.04	0.02	2.43	895.97	894.96	965.25	962.82	69.28	67.86	75	PEHD PN 10		85	
	A181	A183	230014	7809.04	7880.29	2.56	6.92	1.28	3.46	58.84	1.11	71.25	0.02	1.70	894.96	894.50	962.82	961.13	67.86	66.63	63	PEHD PN 10		85	
A183	A186	230013	7880.29	8000.00	0.73	4.36	0.36	2.18	46.70	1.11	119.71	0.03	3.76	894.50	893.74	961.13	957.36	66.63	63.62	50	PEHD PN 10		85		
A186	A187	230012	8000	8029.29	1.11	3.64	0.55	1.82	42.64	0.93	29.29	0.02	0.66	893.74	893.55	957.36	956.71	63.62	63.16	50	PEHD PN 10		85		
A187	A190	230010	8029.29	8110.21	0.48	2.53	0.24	1.27	35.57	1.01	80.92	0.03	2.77	893.55	893.03	956.71	953.93	63.16	60.90	40	PEHD PN 10		85		
A190	A191	230011	8110.21	8140.07	0.46	2.05	0.23	1.03	32.02	0.82	29.86	0.02	0.70	893.03	892.84	953.93	953.24	60.90	60.40	40	PEHD PN 10		85		
A191	A193	230017	8140.07	8192.69	1.59	1.59	0.80	0.80	28.23	0.63	52.62	0.01	0.77	892.84	892.51	953.24	952.46	60.40	59.95	40	PEHD PN 10		85		
						162.15							8192.69												

Conduite	Tronçon		parcelle	PK début	PK arrivé	SUPERFICIE		Débit Q (l/s)		Diamètre int(mm)	Vitesse V (m/s)	Long. L (m)	Perte de charge		Côte du Projet		Côte piézométrique		Pression libre		Diamètre ext (mm)	Classe Pression (Bars)	Té	BORNE
	Debut	Arrivee				Part	comu	part	cum				Linéair (m/m)	Total (m)	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval				
CONDUITE B	Bassin	B1'	A	0	3	162.155	655.542	81.07745	327.771	572.51	1.051	3.00	0.00135891	0.0040767	1006.6	1006.54	1007	1006.996	0.4	0.4559	630	PEHD PN 6	400	
	B1'	B1''	E	3	4	9.0601	493.3871	4.53005	246.69355	496.68	1.256	1.00	0.0024884	0.0024884	1006.54	1006.52	1007	1006.993	0.4559233	0.4734	500	PEHD PN 6	160	
	B1''	B6	340001	4	237.83	2.4531	484.327	1.22655	242.1635	492.1	1.233	233.83	0.00240497	0.5623537	1006.52	999.95	1007	1006.431	0.4734349	6.4811	500	PEHD PN 6		85
	B6	B10	B1	237.83	363.04	3.3	481.8739	1.65	240.93695	490.85	1.227	125.21	0.0023826	0.2983257	999.95	997.09	1006.4	1006.133	6.4810812	9.0428	500	PEHD PN 6	90	
	B10	B11	340046	363.04	367.45	3.3	478.5739	1.65	239.28695	489.17	1.219	4.41	0.00235267	0.0103753	997.09	997.03	1006.1	1006.122	9.0427555	9.0924	500	PEHD PN 6		100
	B11	B27	340062	367.45	1147.12	21.8313	475.2739	10.91565	237.63695	487.48	1.21	779.67	0.0023229	1.8110977	997.03	990.43	1006.1	1004.311	9.0923802	13.881	500	PEHD PN 6		150
	B27	B55	340015	1147.12	2498.2	5.275	453.4426	2.6375	226.7213	476.15	1.155	1351.08	0.00213037	2.8783016	990.43	981.34	1004.3	1001.433	13.881282	20.093	500	PEHD PN 6		100
	B55	B57	340016	2498.2	2506.19	8.6875	448.1676	4.34375	224.0838	473.37	1.141	7.99	0.00208499	0.0166591	981.34	981.28	1001.4	1001.416	20.092981	20.136	500	PEHD PN 6		150
	B57	B58	340030	2506.19	2522.47	0.6221	439.4801	0.31105	219.74005	468.76	1.119	16.28	0.00201123	0.0327429	981.28	981.15	1001.4	1001.384	20.136322	20.234	500	PEHD PN 6		85
	B58	B63	340017	2522.47	2706.69	10.7612	438.858	5.3806	219.429	468.43	1.118	184.22	0.002006	0.3695448	981.15	979.24	1001.4	1001.014	20.233579	21.774	500	PEHD PN 6		150
	B63	B65	B2	2706.69	2758.63	294.459	428.0968	147.22965	214.0484	462.65	1.09	51.94	0.00191642	0.099539	979.24	978.48	1001	1000.914	21.774034	22.434	500	PEHD PN 6	500	
	B65	B66	330070	2758.63	2767.59	3.9875	133.6375	1.99375	66.81875	258.49	0.857	8.96	0.00214477	0.0192171	978.48	978.39	1000.9	1000.895	22.434495	22.505	315	PEHD PN 6		100
	B66	B73	330073	2767.59	3053.68	5.5563	129.65	2.77815	64.825	254.61	0.832	286.09	0.00202849	0.5803318	978.39	975.75	1000.9	1000.315	22.505278	24.565	315	PEHD PN 6		100
	B73	B75	B3	3053.68	3118.07	3.7725	124.0937	1.88625	62.04685	249.09	1.264	64.39	0.00578069	0.3722189	975.75	975.15	1000.3	999.9427	24.564946	24.793	250	PEHD PN 6	110	
	B75	B81	B4	3118.07	3383.76	39.55	120.3212	19.775	60.1606	245.28	1.226	265.69	0.00546148	1.4510598	975.15	970.98	999.94	998.4917	24.792727	27.512	250	PEHD PN 6	200	
	B81	B88	340019	3383.76	3656.3	1.0938	80.7712	0.5469	40.3856	200.96	0.823	272.54	0.00262321	0.7149288	970.98	962.79	998.49	997.6379	27.511667	34.848	250	PEHD PN 6		85
	B88	B91	340050	3656.3	3768.62	2.45	79.6774	1.225	39.8387	199.6	1.268	112.32	0.00760078	0.8537195	962.79	961.03	997.64	996.2783	34.847948	35.248	200	PEHD PN 6		85
	B91	B96	340020	3768.62	3958.09	2.3563	77.2274	1.17815	38.6137	196.5	1.229	189.47	0.0071763	1.3596943	961.03	958.97	996.28	994.9186	35.248254	35.949	200	PEHD PN 6		85
	B96	B99	340021	3958.09	4055.38	0.1721	74.8711	0.08605	37.43555	193.48	1.192	97.29	0.00677859	0.6594893	958.97	958.01	994.92	994.2591	35.948559	36.249	200	PEHD PN 6		85
	B99	B104	330032	4055.38	4273.7	10.485	74.699	5.2425	37.3495	193.26	1.189	218.32	0.00674995	1.4736493	958.01	955.85	994.26	992.7854	36.24907	36.935	200	PEHD PN 6		150
	B104	B112	B5	4273.7	4631.08	1.581	64.214	0.7905	32.107	179.18	1.022	357.38	0.00511023	1.8262925	955.85	953.84	992.79	990.9591	36.935421	37.119	200	PEHD PN 6	75	
	B112	B114	330028	4631.08	4658.99	5.0515	62.633	2.52575	31.3165	176.96	0.997	27.91	0.00488112	0.136232	953.84	953.68	990.96	990.8229	37.119128	37.143	200	PEHD PN 6		100
	B114	B120	310129	4658.99	4935.12	3.375	57.5815	1.6875	28.79075	169.68	0.916	276.13	0.0041814	1.154611	953.68	951	990.82	989.6683	37.142896	38.668	200	PEHD PN 6		85
	B120	B125	310128	4935.12	5114.43	2.375	54.2065	1.1875	27.10325	164.63	0.863	179.31	0.00374159	0.6709041	951	950.16	989.67	988.9974	38.668285	38.837	200	PEHD PN 6		85
	B125	B127	310127	5114.43	5191.6	1.85	51.8315	0.925	25.91575	160.98	0.825	77.17	0.00344551	0.2658903	950.16	949.83	989	988.7315	38.837381	38.901	200	PEHD PN 6		85
	B127	B131	310104	5191.6	5319.77	5.3125	49.9815	2.65625	24.99075	158.08	1.243	128.17	0.00957484	1.2272068	949.83	948.45	988.73	987.5043	38.901491	39.054	160	PEHD PN 6		100
	B131	B133	B6	5319.77	5400	3.9563	44.669	1.97815	22.3345	149.45	1.111	80.23	0.00778635	0.6246986	948.45	947.99	987.5	986.8796	39.054284	38.89	160	PEHD PN 6	90	
	B133	B135	B7	5400	5460.4	25.8564	40.7127	12.9282	20.35635	142.68	1.012	60.40	0.00656486	0.3965174	947.99	947.84	986.88	986.4831	38.889586	38.643	160	PEHD PN 6	200	
	B135	B136	310077	5460.4	5473.34	4.45	14.8563	2.225	7.42815	86.187	1.168	12.94	0.01702315	0.2202796	947.84	947.81	986.48	986.2628	38.643068	38.453	90	PEHD PN 6		85
	B136	B139	B8	5473.34	5582.36	5.1438	10.4063	2.5719	5.20315	72.133	1.178	109.02	0.02152554	2.3467146	947.81	947.54	986.26	983.9161	38.452789	36.376	75	PEHD PN 6	110	
B139	B141	310078	5582.36	5650	4.2625	5.2625	2.13125	2.63125	51.296	0.844	67.64	0.01437604	0.9723956	947.54	947.38	983.92	982.9437	36.376074	35.564	63	PEHD PN 6		85	
B141	B143	310079	5650	5705.9	1	1	0.5	0.5	22.361	1.592	55.90	0.18297907	10.22853	947.38	947.24	982.94	972.7151	35.563678	25.475	20	PEHD PN 6		85	
						493.387							5705.90											

Conduite	Tronçon		parcelle	PK début	PK arrivé	SUPERFICIE		Débit Q (l/s)		Diamètre (mm)	Vitesse V (m/s)	Long. L (m)	Perte de charge		Côte du Projet		Côte piézométrique		Pression libre		Diamètre ext (mm)	Classe Pression (Bars)	Té	BORNE
	Debut	Arrivee				Part	comu	partie	cumu				Linéair (m/m)	Total (m)	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval				
CONDUITE C	B65	C2	330042	0	50	1.2812	294.4593	0.6406	147.22965	383.7052	1.172	50.00	0.0028601	0.1430051	978.48	975.9	1000.9	1000.771	22.434495	24.871	400	PEHD PN 6		85
	C2	C4	330043	50	150	2.0625	293.1781	1.03125	146.58905	382.8695	1.167	100.00	0.00283725	0.2837246	975.9	974.2	1000.8	1000.488	24.87149	26.288	400	PEHD PN 6		85
	C4	C8	330041	150	321.15	3.7188	291.1156	1.8594	145.5578	381.5204	1.158	171.15	0.00280063	0.4793276	974.2	972.4	1000.5	1000.008	26.287765	27.608	400	PEHD PN 6		85
	C8	C11	330044	321.15	411.09	2.1438	287.3968	1.0719	143.6984	379.0757	1.144	89.94	0.00273515	0.2459997	972.4	971.69	1000	999.7624	27.608438	28.072	400	PEHD PN 6		85
	C11	C13	D	411.09	482.95	215.901	285.253	107.9505	142.6265	377.6592	1.135	71.86	0.00269773	0.1938589	971.69	971.13	999.76	999.5686	28.072438	28.439	400	PEHD PN 6	400	
	C13	C15	330047	482.95	550	10.014	69.352	5.007	34.676	186.2149	1.104	67.05	0.00588776	0.3947742	971.13	970.97	999.57	999.1738	28.438579	28.204	200	PEHD PN 6		150
	C15	C21	330052	550	833.84	5.3125	59.338	2.65625	29.669	172.2469	0.944	283.84	0.0044191	1.2543177	970.97	970.82	999.17	997.9195	28.203805	27.099	200	PEHD PN 6		100
	C21	C27	330053	833.84	1058.88	3.5938	54.0255	1.7969	27.01275	164.3556	0.86	225.04	0.00371863	0.8368409	970.82	970.7	997.92	997.0826	27.099487	26.383	200	PEHD PN 6		85
	C27	C31	330054	1058.88	1230.39	1.75	50.4317	0.875	25.21585	158.795	1.254	171.51	0.00973412	1.6694997	970.7	968.81	997.08	995.4131	26.382646	26.603	160	PEHD PN 6		85
	C31	C34	330055	1230.39	1310.6	1.875	48.6817	0.9375	24.34085	156.0155	1.211	80.21	0.00912169	0.7316506	968.81	967.3	995.41	994.6815	26.603147	27.381	160	PEHD PN 6		85
	C34	C37	330056	1310.6	1407.15	7.5296	46.8067	3.7648	23.40335	152.9815	1.164	96.55	0.00848573	0.8192969	967.3	962.67	994.68	993.8622	27.381496	31.192	160	PEHD PN 6		100
	C37	C49	320058	1407.15	1966.23	3.8185	39.2771	1.90925	19.63855	140.1376	0.977	559.08	0.00614524	3.4356803	962.67	959.76	993.86	990.4265	31.192199	30.667	160	PEHD PN 6		100
	C49	C65	320030	1966.23	2732.3	3.3244	35.4586	1.6622	17.7293	133.1514	0.882	766.07	0.00509108	3.9001242	959.76	941.44	990.43	986.5264	30.666519	45.086	160	PEHD PN 6		85
	C65	C73	320020	2732.3	3074.77	2.8852	32.1342	1.4426	16.0671	126.7561	0.799	342.47	0.00424759	1.4546717	941.44	934.88	986.53	982.9518	45.086394	48.072	160	PEHD PN 6		85
	C73	C80	320004	3074.77	3374.74	2.0821	29.249	1.04105	14.6245	120.9318	1.192	299.97	0.01191657	3.574613	934.88	931.58	982.95	980.5564	48.071781	48.976	125	PEHD PN 6		85
	C80	C86	320002	3374.74	3605.01	3.8446	27.1669	1.9223	13.58345	116.5481	1.107	230.27	0.01040257	2.3954	931.58	923.71	980.56	978.161	48.976381	54.451	125	PEHD PN 6		100
	C86	C98	230066	3605.01	4155.04	9.8082	23.3223	4.9041	11.66115	107.9868	1.227	550.03	0.01465989	8.0633813	923.71	917.53	978.16	970.0976	54.450982	52.568	110	PEHD PN 6		150
	C98	C112	230060	4155.04	4850	3.0459	13.5141	1.52295	6.75705	82.20128	1.062	694.96	0.01430121	9.938766	917.53	911.52	970.1	960.1588	52.5676	48.639	90	PEHD PN 6		85
	C112	C114	230059	4850	4950	0.2903	10.4682	0.14515	5.2341	72.34708	1.185	100.00	0.02176173	2.1761725	911.52	910.84	960.16	957.9827	48.638834	47.143	75	PEHD PN 6		85
	C114	C117	C1	4950	5082.3	2.0375	10.1779	1.01875	5.08895	71.33688	1.152	132.30	0.02066426	2.7338817	910.84	909.95	957.98	955.2488	47.142662	45.299	75	PEHD PN 6	90	
	C117	C118	230034	5082.3	5086.02	1.9227	8.1404	0.96135	4.0702	63.79812	0.921	3.72	0.01369989	0.0509636	909.95	909.92	955.25	955.1978	45.29878	45.278	75	PEHD PN 6		85
	C118	C127	210149	5086.02	5481.71	0.188	6.2177	0.094	3.10885	55.75706	0.997	395.69	0.01954001	7.7317846	909.92	901.03	955.2	947.466	45.277816	46.436	63	PEHD PN 6		85
	C127	C130	210148	5481.71	5569.48	1.5313	6.0297	0.76565	3.01485	54.90765	0.967	87.77	0.01846673	1.6208249	901.03	900.69	947.47	945.8452	46.436032	45.155	63	PEHD PN 6		85
	C130	C134	210147	5569.48	5718.69	0.0222	4.4984	0.0111	2.2492	47.42573	1.146	149.21	0.03327216	4.9645392	900.69	900.11	945.85	940.8807	45.155207	40.771	50	PEHD PN 6		85
	C134	C135	210145	5718.69	5721.89	0.7	4.4762	0.35	2.2381	47.30856	1.14	3.20	0.03297066	0.1055061	900.11	900.1	940.88	940.7752	40.770668	40.675	50	PEHD PN 6		85
	C135	C137	210146	5721.89	5754.29	0.2261	3.7762	0.11305	1.8881	43.45227	0.962	32.40	0.02411212	0.7812326	900.1	899.98	940.78	939.9939	40.675162	40.014	50	PEHD PN 6		85
	C137	C140	210144	5754.29	5863.23	0.4313	3.5501	0.21565	1.77505	42.13134	0.904	108.94	0.0215227	2.3446834	899.98	899.6	939.99	937.6492	40.013929	38.049	50	PEHD PN 6		85
	C140	C142	210143	5863.23	5950	1.4313	3.1188	0.71565	1.5594	39.48924	1.241	86.77	0.05038625	4.3720153	899.6	899.32	937.65	933.2772	38.049246	33.957	40	PEHD PN 6		85
	C142	C144	210140	5950	6011.72	0.625	1.6875	0.3125	0.84375	29.04738	0.671	61.72	0.01627435	1.0044527	899.32	898.94	933.28	932.2728	33.95723	33.333	40	PEHD PN 6		85
	C144	C148	210141	6011.72	6166.96	0.7375	1.0625	0.36875	0.53125	23.04886	1.691	155.24	0.20457222	31.757791	898.94	896.04	932.27	900.515	33.332778	4.475	20	PEHD PN 6		85
	C148	C150	210142	6166.96	6229.54	0.325	0.325	0.1625	0.1625	12.74755	0.517	62.58	0.02313486	1.4477793	896.04	895.04	900.51	899.0672	4.4749864	4.0272	20	PEHD PN 6		85

294.459

6229.54

