

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'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 : IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME DU PROJET :

Dimensionnement d'un réseau d'irrigation du périmètre (434ha)
irrigué à partir de la STEP de KAIS w.KHENCHELA.

PRESENTE PAR

M^r AIDAOUI ABOUAMAMA

Devant les membres du jury

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
M^r : AZIB Makhoulf	Professeur	Président
M^r : BENKACIALI Tarek	M.C.B	Examineur
M^{me} : MAZOUZI Sabra	M.A.A	Examineur
M^r : BOUZIANE Omar	M.A.B	Examineur
M^r : RASSOULE Abdelaziz	M.C.A	Promoteur

Septembre - 2017

بسم الله الرحمن الرحيم

اللهم انا نحمدك على ما علمت من البيان والهمت من التبيان كما نحمدك على ما أسبغت من العطاء وأسبلت من الغطاء ونعود بك منشرة اللسن وفضول الهذر كما نعوذ بك من معرة اللكن وفضوح الحصر ونستكفي بك الافتتان بإطراء المادح وإغضاء المسامح كما نستكفي بك الانتصاب لإزراء القادح وهتك القادح ونستغفرك من سوق الشهوات الى سوق الشبهات كما نستغفرك من نقل الحطوات الى خطط الخطيئات ونستوهب منك توفيقا قائدا الى الرشد وقلبا متقلبا مع الحق ولسانا متحليا بالصدق ونطقا مؤيدا بالحجة وإصابة ذائدة عن الزيغ وعزيمة قاهرة هوى النفس وبصيرة ندرك بها عرفان القدر وأن تسعدنا بالهداية الى الدراية وتعضدنا بالإعانة على الابانة وتعصمنا من الغواية في الرواية وتصرفنا عن السفاهة في الفكاهة حتى نأمن حصائد اللسنة ونكفي غوائل الزخرفة فلا نرد مورد مآثمه ولا نقف موقف مندمة ولا نرهق بتبعية ولا معتبة ولا نلجأ الى معذرة عن بادرة

اللهم فحقق لنا هذه المنية وأنلنا هذه البغية ولا تضحنا عن ظلك السابغ ولا تجعلنا مضغة للماضغ فقد مددنا إليك يد المسألة وبخعنا بالاستكانة لك والمسكنة واستنزلنا كرمك الجم وفضلك الذي عم بضراعة الطلب وبضاعة الامل بالتوسل بمحمد سيد البشر والشفيع المشفع في المحشر الذي ختمت به النبيين وأعليت درجته في عليين ووصفته في كتابك المبين فقلت وانت اصدق القائلين " وما ارسلناك الا رحمة للعالمين " اللهم فصل عليه وعلى آله الهادين وأصحابه الذين شادوا الدين واجعلنا لهديه وهداهم متبعين وانفعنا بمحبته ومحبتهم اجمعين انك على كل شيء قدير وبالإجابة جدير

Remerciements

Si je suis là aujourd'hui, c'est grâce à Dieu tout puissant, je le remercie de m'avoir guidé, éclairé mon chemin et de m'avoir permis de réaliser ce modeste travail.

Je tiens à exprimer ici mes plus sincères remerciements à mon directeur de mémoire, Professeur RASSOUL Abdelaziz, pour la confiance qu'il m'accordée, sa disponibilité et sa patiente inconditionnelle tout le temps qu'il a consacré à la direction de ce travail. C'est grâce à son soutien que j'ai pu mener ce travail à terme.

Nous tenons également à remercier messieurs les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de siéger à notre soutenance.

Je tiens ensuite à remercier mes parents pour le soutien inconditionnel dont ils ont fait preuve depuis que mon projet professionnel est défini. Merci pour le soutien financier, moral, psychologique et matériel. Si je suis ici aujourd'hui, c'est grâce à vous !

Je remercie également toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont participé à l'élaboration de ce mémoire.

Enfin, je remercie mes amis et camarades de promotion.



Dédicace

Je dédie ce travail ... ✍

A mon très cher père

*A celui qui m'a aidé à découvrir le « savoir » le trésor inépuisable.
De tous les pères, tu as été le meilleur, tu as su m'entourer d'attention,
m'inculquer les valeurs nobles de la vie, m'apprendre le sens du travail,
de l'honnêteté et de la responsabilité.*

A ma très chère mère

*A la plus douce et la plus merveilleuse de toutes les mamans.
A une personne qui m'a tout donné sans compter. Aucun hommage ne
saurait transmettre à sa juste valeur l'amour le dévouement et le respect
que je porte pour toi.*

A mon frère et mes chères sœurs

A Toute ma famille, grande et petite

A Tous mes amis et Tous les étudiants de ma promotion

Enfin, à tous ceux qui me connaissent et m'aiment.



ملخص:

يعتبر نقص المياه المخصصة للزراعة مشكلة تتعايش معها الكثير من المناطق في مختلف العالم بما فيها الجزائر، مما دفع بالسلطات السعي لإيجاد وتوفير بدائل للحد ومواجهة هذه المعضلة، خاصة وأن المجال الزراعي يحتاج كميات جد معتبرة من المياه.

يدخل إنجاز هذه المذكرة ضمنيا تحت إطار الحلول المقترحة للحد من هذا النقص، حيث تتضمن وتهدف إلى دراسة لإعادة استعمال المياه القذرة، التي تم تصفيتها على مستوى محطة التصفية التابعة لبلدية قيس بولاية خنشلة.

لتحقيق مرادنا، قمنا بكافة الدراسات والتحليل التي تتميز بها المنطقة، وهذا انطلاقا من المناخ التربة ونوعية المياه المصفاة... إلخ. مع تبين دقيق إلى كافة أنظمة السقي الحديثة : السقي بالتقطير والسقي بالرش.

Résumé :

Le manque d'eau destiné à l'irrigation est un problème très connu dans le monde, aussi bien en Algérie.

Cela nécessite que les fonctionnaires trouvent et fournissent des solutions de rechange pour réduire et traiter ce problème, d'autant plus que le secteur agricole a besoin de très grandes quantités d'eau.

Mon mémoire est implicite dans le cadre des solutions proposées pour réduire cette pénurie, qui comprend et vise à étudier la réutilisation des eaux usées sales qui ont été filtrée au niveau de la station d'épuration de la commune Kaiis Wilaya Khanshla.

Pour atteindre notre objectif, nous avons réalisé toutes les études et analyses qui caractérisent la région (climat type de sol, la qualité de l'eau épurée, etc.), avec une identification précise de tous les systèmes d'irrigation modernes (goutte à goutte, aspersion)

Abstract:

The lack of water allocated to agriculture is a problem from which many regions in the world, suffer including Algeria,

This necessitates that officials find and provide alternatives to reduce and address this dilemma, especially as the agricultural sector needs very large quantities of water. As a solution to reduce this shortage, this work aims to study the reuse of dirty water that has been filtered at the level of the filter station of the municipality of Kais Wilaya Khanshla. To achieve our goal we have carried out all the studies and analyzes that characterize the region from the soil climate, the quality of the filtered water, etc. with precise identification of all modern irrigation systems: watering with distillation and sprinkler

Table des matières

Introduction générale & Problématique

Chapitre I. Présentation générale de la zone d'étude

I.1.Introduction :	1
I.2.Différentes situations :	1
I.2.1. Situation géographique :	1
I.2.2.Situation topographique :	2
I.2.2.Situation géologique :	2
I.2.4.Situation Climatologie :	3
a-Température :	3
b-Pluviométrie :	4
c-Evaporation :	5
d- Les vents :	5
e-L 'humidité relative de l'air :	7
I.2.5.Les phénomènes secondaires:	8
I.3.Conclusion:	10
I.4.Localisation de la STEP :	11
I.5.réseau Hydrographique :	14
I.6. Classification du climat :	15
I.6.1. Indice de Martonne :	15
I.6.2. Classification du climat selon le diagramme d'Emberger :	16
I.6.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen :	17
I.7. Conclusion :	18

Chapitre II. ANALYSE DES RESSOURCES EN SOL _____ 19

II.1. Introduction :	19
II.2. Classification des sols :	19
II .2.1. Rappel sur la classification CPCS, 1969	19
II .3.Caractéristiques morphologiques et analytiques des sols	21
II .4.Présentation des descriptions de profils	22
II .5.Etude des facteurs limitant et choix des aptitudes culturales	29
II .5.1.Profondeur du sol	29
II .5.2.Texture et structure du sol	29
II .5.3.Calcaire actif	29
II.6. Conclusion	29

III.1. Introduction	30
III .2.Définition	30
III .3.Nature et origine des eaux usées	30
III .4.Les principaux paramètres de la pollution	30
III .4.1.Les paramètres physiques de la pollution	31
III .4.2.Les paramètres chimique de la pollution	32
III .5.Effets des sels et du sodium sur les plantes et sur les sols	37
III .6.L'irrigation avec des eaux usées	38
III .6.1.L'avantage de La réutilisation des eaux usées	39
III .6.2.L'inconvénient de La réutilisation des eaux usées	39
III .7.Mode d'utilisation	39
III .7.1. Demande en eau	39
III .7.2.Norme de qualité des eaux usées épurées aptes à la réutilisation (normes OMS, FAO)	40
III.8. Conclusion :	41
III .9.Présentation de la STEP de KAIS :	42
III .9.1.Localisation de la STEP :	42
III .9.2.L'origine des effluents à traiter :	43
III .9.3.Type de traitement :	43
III .10.Analyse physico-chimiques des eaux épurées de la station d'épuration de la commune KAIS :	43
III .10.1.Introduction	43
III .10.2.Recommandations	45

IV.1. Introduction	46
IV .2.Etude de la précipitation annuelle :	46
IV .3.Homogénéité de la série pluviométrique ::	47
IV .4.Etude des pluies moyennes mensuelles et annuelles ::	49
IV .5.Ajustement statistique des pluies :	52
IV .6.Détermination de l'année de calcul	57
IV.7. Conclusion	58

V.1. Introduction :	_____	59
V.2. Besoins en eau des cultures :	_____	59
V.3. L'évapotranspiration potentielle de référence (ET _o)	_____	59
V.4. Calcul de l'évapotranspiration de référence (ET ₀) par la formule Penman-Monteith:	___	60
V.5. L'évapotranspiration maximale (ET _M ou ET _c) :	_____	61
V.6. Efficience de l'irrigation :	_____	62
V.7. La pluie efficace ::	_____	62
V.8. Choix des cultures ::	_____	63
V.9. Définition des besoins en eau d'irrigation nette d'une culture :	_____	63
V.10. Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures :	_____	63
V.11. Occupation des sols :	_____	65
V.12. Assolements des cultures :	_____	65
V.13. Estimation des besoins en eau des cultures : :	_____	66
V.14. Calcul des besoins en eau pour les Assolements 1 et 2 :	_____	72
V.15. Evaluation du débit caractéristique :	_____	74
V.16. Estimation des besoins en eau totaux du secteur :	_____	74
V.17. Conclusion :	_____	75

Chapitre VI. Dimensionnement de réseau d'adduction et de distribution _____ **76**

VI.1. Introduction :	_____	76
VI.2. Description de l'aménagement proposé :	_____	76
VI.2.1 Découpage des ilots d'irrigation :	_____	76
VI.2.2. Taille des ilots :	_____	76
VI.2.3. Découpage des ilots :	_____	77
VI.3. Schéma d'adduction et distribution : :	_____	77
VI.4. Ouvrages d'adduction : :	_____	78
VI.4.1. Conduite d'amenée :	_____	78
VI.4.2. Réservoir de régulation :	_____	78
VI.4.3. Station de pompage :	_____	78
VI.5. Découpage du périmètre en îlots :	_____	78
VI.6. Implantation des bornes:	_____	80
VI.6.1. Type et nombre de bornes :	_____	80

VI.8.Choix du diamètre de la borne :	83
VI.9.Découpage des ilots :	83
VI.5. Conclusion :	85
VI .11.Dimensionnement de réseaux d'adduction :	86
VI .11.1.Calcul du débit d'équipement (débit refoulé) :	86
VI 11.2.Conduite de refoulement :	86
VI .13.Dimensionnement du réseau de distribution :	91
VI .13.1.Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire :	91
VI .13.2.Vitesses admissibles :	91
VI .13.3.Choix du matériau des conduites :	91
VI .13.4.Caractéristiques des canalisations :	91
VI .13.5.Calcul des diamètres :	92
VI .13.6.Estimation des pertes de charge :	92
VII.3. Dimensionnement par canons arroseurs (enrouleurs) :	95
VII.3. Dimensionnement par canons arroseurs (enrouleurs) :	95
VII.3. Dimensionnement par canons arroseurs (enrouleurs) :	95

Chapitre VII. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation _____ 96

Parte 1 : Choix de système d'irrigation _____ 96

VII.1. Introduction :	95
VII .2.Choix des techniques d'irrigation :	95
VII .3. Différentes techniques d'arrosages :	95
VII .4.Avantages et les inconvénients de l'irrigation par gravité :	96
VII .5.L'irrigation par aspersion :	96
VII .6.Différentes installations à la parcelle :	97
VII .7.Irrigation localisée (Goutte à goutte) :	97
VII .8. Choix de la technique d'arrosage :	98
VII 9. Conclusion :	99

Parte 2 : Dimensionnement du réseau d'irrigation _____ 100

VII .10. Introduction :	100
VII .11. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par Aspersion :	100
VII .12.Dimensionnement d'un réseau d'irrigation goutte à goutte :	109

VII .12.1.Introduction : :	109
VII .12.2.Dimensionnement hydraulique d'un réseau de goutte à goutte :	109
VII .12.3.Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée:	111
VII .13.Dimensionnement des différentes parties du réseau :	117
VII .13.1.Calcul du diamètre et la vitesse de la rampe :	117
VII .13.2.Calcul du diamètre de porte rampe: :	118
VII .13.3.Calcul de caractéristique de conduites secondaires :	119
VII .14. Conclusion :	120

Conclusion générale 118

Références bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Chapitre I : PRESENTATION DE LA ZONE

Tableau I-1: Moyennes mensuelles des températures (°C).....	3
Tableau I-2 : Répartition pluviométrique mensuelle de la Station d'Ain Mimoun (Période 1969-2010).....	4
Tableau I-3 : Evapotranspiration Potentielle (ETP) annuelle moyenne de la Région...	5
Tableau I-4 : Vitesse Moyenne de Vent.....	6
Tableau I-5 : Humidité relative Station Foun El Gueiss (Période 1991- 2004)..	7
Tableau I-6 : Moyennes mensuelles et annuelles des orages observés à la station de Batna .	8
Tableau I-7: : nombre moyen de jours de grêle mesuré à Batna.....	8
Tableau I-8 : Nombre moyen de jours de gelée à la station de Batna	9
Tableau I-9 : Nombre moyen du sirocco relevé à la station de Batna	10
Tableau I-10: Caractéristiques Morpho métriques d u bassin versants de la zone d'étude.....	14
Tableau I-11: Classification du climat selon De Martonne.....	15

Chapitre III : CARACTERISTIQUES DE LA STEP

Tableau III-1 : Concentration maximale en éléments traces recommandés pour les eaux d'irrigation (Ayers et Westtot, 1985).....	35
Tableau III-2 : Classification des eaux d'irrigation.....	36
Tableau III-3 : Seuils des brûlures par les Na Cl.....	36
Tableau III-4 : Concentration maximale en Bore dans l'eau d'arrosage.....	37
Tableau III-5 : Seuils de résistance de quelques plantes cultivées à la salinité.....	38
Tableau III-6 : les paramètres réglementant des rejets.....	40
Tableau III-7 : Barème de qualité pour l'eau d'irrigation.....	44
Tableau III-8 : Evaluation de la qualité de l'eau d'irrigation.....	44

Liste des tableaux

Chapitre IV : ETUDE HYDROLOGIQUE

Tableau IV-1: Paramètres des stations climatiques (ONM/ANRH).....	46
Tableau IV-2 : Détail de calcul d'homogénéité de la série pluviométrique à la station de référence (070704).....	48
Tableau IV-3 : Pluies moyennes mensuelles et annuelles de la station de référence (070704) d'Ain Mimoun	50
Tableau IV-4: résultat de khi carré par le logiciel hyfran pour la loi normal	54
Tableau IV-5 : résultat de khi carré par le logiciel hyfran pour la loi normal.....	56
Tableau IV-6: Ajustement à la loi log-normal (Galton).....	57
Tableau IV-7: Ajustement à la loi log-normal (Galton).....	58
Tableau IV-8: pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm).....	58

Chapitre V : LES BESOINS EN EAUX DES CULTURES

Tableau V-1: Calcul de la pluie efficace par le Cropwat	62
Tableau V-2 : Précipitation efficace dans la zone d'étude.....	63
Tableau V-3: Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre.....	65
Tableau V-4 : Assolement propose pour le périmètre de KAIS.....	66
Tableau V-5: Besoins en eau des céréales (Blé).....	67
Tableau V-6: Besoins en eau de Poivron	67
Tableau V-7: Besoins en eau des Oignons	68
Tableau V-8: Besoins en eau du Pomme de terre	68
Tableau V-9: Besoins en eau du Tomate.....	69
Tableau V-10: Besoins en eau du Carotte	69
Tableau V-11: Besoins en eau de Petit pois	70
Tableau V-12: Besoins en eau de l'Haricote	70
Tableau V-13: Besoins en eau des Olives	71
Tableau V-14: Besoins en eau des Pommiers.....	71
Tableau V-15: Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1.....	72
Tableau V-16: Récapitulatif des besoins pour l'assolement 2.....	72
Tableau V -17: Besoin en eau d'irrigation des cultures.....	74

Liste des tableaux

Chapitre VI : DIMENSIONNEMENT DE RESEAU D'ADDUCTION ET

DE DISTRIBUTION

Tableau VI-1 : Taille des ilots et débit d'équipement correspondant.....	77
Tableau VI-2 : Répartition du nombre d'ilots par classe de taille.....	77
Tableau VI-3 : Nombre d'ilots.....	79
Tableau VI-4 : différent type des bornes	80
Tableau VI-5 . Répartition du nombre de borne par nombre d'exploitant.....	82
Tableau VI-6 : Choix du diamètre de la borne.....	83
Tableau VI-7 : Calcul des débits des ilots et choix du diamètre de la borne	83
Tableau VI- 8 : calcul de HMT pour divers diamètres de la conduite	88
Tableau VI-9 : calcul de HMT pour divers diamètres de la conduite (suite)	88
Tableau VI-10 : calcule des dépenses énergétiques annuelles en fonction des diamètres	89
Tableau VI-11 : calcule du prix de revient des diamètres de la conduite.....	89
Tableau VI- 12 : bilan technico-économique.....	90
Tableau VI-13 : Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions).....	93

Chapitre VII : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION

Tableau VII-1 : Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.....	98
Tableau VII-2 : ilot choisir comme exemple de dimensionnement.....	100
Tableau VII-3 : résultats de calcul pratique d'aspersion	108
Tableau VII-4 : ilot choisir comme exemple de dimensionnement.....	109
Tableau VII-5 : Caractéristique de la conduite secondaire.....	119

Liste des figure

Chapitre I : PRESENTATION DE LA ZONE

Figure. I-1 : Situation géographique de la commune de la ville de Kais.....2

Figure. I.2 : Températures moyennes interannuelles.....4

Figure I-3 : Histogramme des pluviométries moyenne mensuelles5

Figure I-4 : variation de la vitesse du vent..... 7

Figure I-5 : carte délimitation du périmètre.....11

Figure I-6 : Localisation de la STEP.....12

Figure I-7 : image satellitaire de STEP de commune Kais.....13

Figure I-8 : Diagramme bioclimatique d’Emberger.....16

Figure I-9 : Diagramme Ombrothermique.....17

Chapitre II : ANALYSE DES RESSOURCES EN SOL

Figure II-1 : Situation des profils sur photo satellitaire.....21

Chapitre III : CARACTERISTIQUES DE LA STEP

Figure III-1 : carte délimitation du périmètre42

Figure III-2 : diagramme de Riverside, d’après l’US Salinity Laboratory Staff
d’irrigation.....45

Chapitre IV : ETUDE HYDROLOGIQUE

Figure. IV -1: Localisation des Stations Pluviométriques utilisée à partir de la carte
Hydroclimatique.....47

Figure. IV I-2: Ajustement des pluies annuelles à la loi normal (Gauss).....53

Figure. VI-3: Ajustement des pluies annuelles à la loi log-normal (Galton).....55

Chapitre V : LES BESOINS EN EAUX DES CULTURES

Figure. V1 : calcul de L'ET0 entrées dans le Cropwat.....61

***Chapitre VI : DIMENSIONNEMENT DE RESEAU D'ADDUCTION ET
DE DISTRIBUTION***

Figure VI-1 : résultats de l'étude technico-économique.....90

Chapitre VII : DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU D'IRRIGATION

Figure VII-1: Parcelle type de 5 ha.....101

Figure VII-2: Schéma du modèle type 5 ha d'aspersion.101

Figure VII-3: Parcelle type de 3 ha.....109

Figure VII-4: Schéma de la parcelle type de 3ha de goutte-à-goutte.....110

Liste des planches

Planche n°1 :

Plan de situation général du périmètre de KAIS w KHANCHELA

Planche n°2 :

Plan d'occupation du sol du périmètre de KAIS w KHANCHELA

Planche n°3 :

Profil en long du périmètre de KAIS w KHANCHELA (conduite de distribution et refoulement)

Introduction générale

L'irrigation est le domaine d'activité qui consomme le plus d'eau. D'où la nécessité de trouver des solutions afin de satisfaire la demande en eau pour l'irrigation.

La réutilisation des eaux usées en agriculture devient de plus en plus courante. Cette réutilisation a pour objectif principal la récupération des eaux usées et leur utilisation pour l'irrigation.

Dans ce cadre, nous avons entamé une étude sur un périmètre d'une superficie de **434 Ha** dans la commune de **Kais** wilaya de **khanchela**. Il s'agit de concevoir un réseau d'irrigation sur un périmètre de la région afin d'éviter toute évolution négative sur le milieu récepteur. En effet, les eaux de la station d'épuration de **Kais** seront mobilisées dans ce domaine. Pour cela, il est envisagé des analyses physico-chimiques et bactériologiques de ces eaux pour une éventuelle utilisation dans l'irrigation.

Ce travail rentre dans l'économie d'eaux de première main et la protection de l'environnement, dans le cadre de développement durable

Chapitre I :
PRESENTATION DE LA
ZONE

Chapitre -I-

Présentation générale de la zone d'étude

I.1.Introduction

La présentation de la zone est nécessaire Avant tout projet d'irrigation pour connaître toutes les caractéristiques du site, donc dans ce chapitre on a essayé de faire une présentation détaillée de notre zone d'étude, du point de vue situation géographique, caractéristiques climatiques, et socio-économiques etc.

I.2.Différentes caractéristiques

I.2.1. caractéristiques géographiques

La ville de Kais est l'une des communes de la wilaya de Khenchela, située au Nord- Ouest de la wilaya, elle fait partie des hautes plaines.

Elle est structurée en :

- Un Centre - Urbain (KAIS).
- Une vaste zone Agricole (les plaines du Nord et Nord-Est).

La commune de Kais est limitée par :

- Au Nord par Remila.
- A l'Ouest par Chelia.
- Au Sud par Tamza.
- A l'Est par El-Hamma.

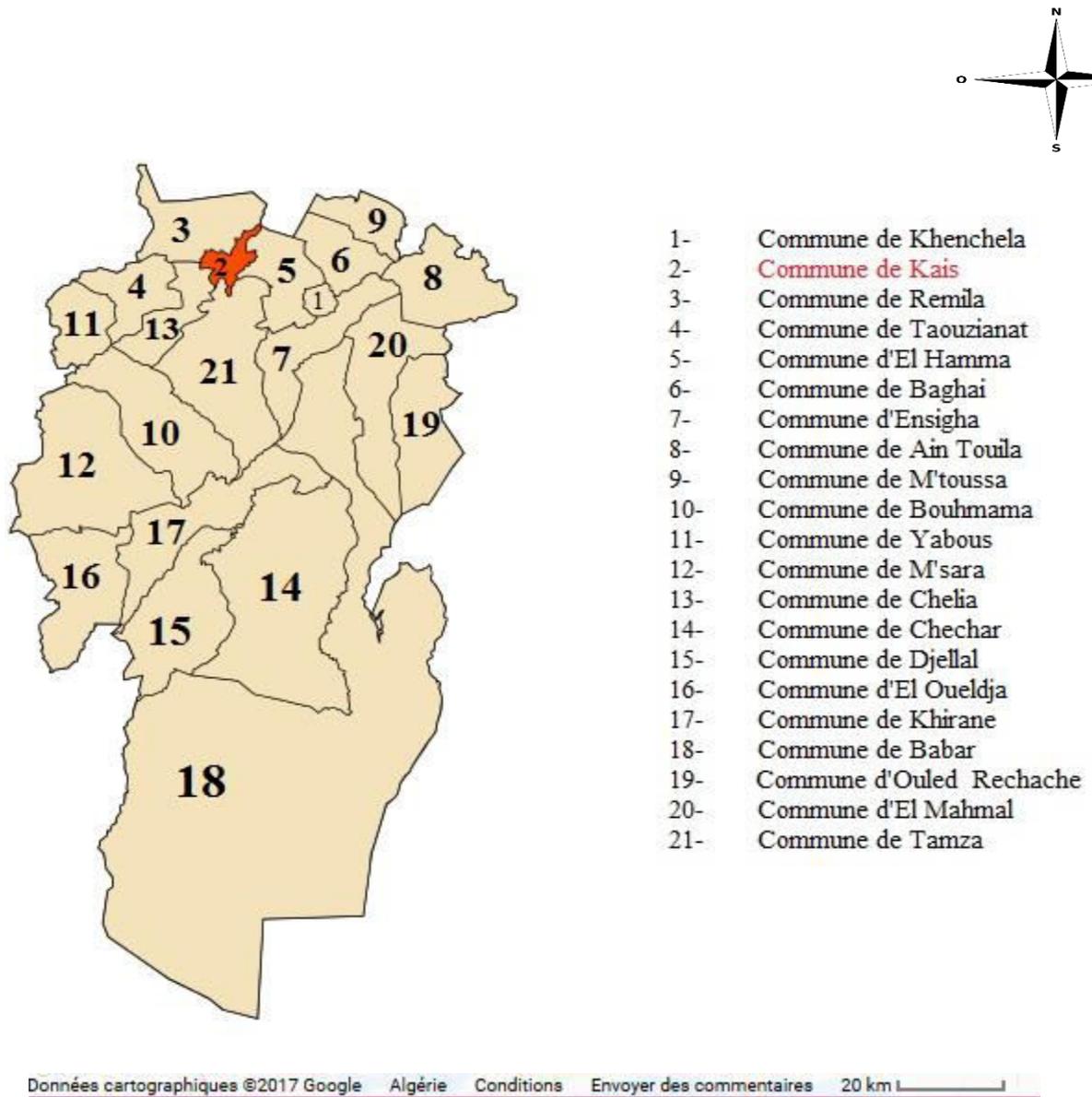


Figure I-1 : Situation géographique de la commune de la ville de Kais (w.khanchela)

I.2.2. caractéristiques topographiques

La zone d'étude fait partie des hauts plateaux située au Nord /Ouest de la wilaya, elle est traversée par l'Oued Kais qui passe à côté de la STEP et représente un milieu récepteur des eaux usées épurées, ce dernier déverse en aval dans Oued Aadjardia. En général le périmètre est plat avec une très faible pente varie entre 0.4% et 1.0 %.

Le périmètre est limité par deux courbes de niveau des altitudes suivantes, maximum de 878 m et le minimum de 863 m

I.2.3. caractéristiques géologiques

Le périmètre est caractérisé par une seule unité géologique composé du quaternaire à dominance de calcaire. Il couvre une très vaste surface de (60%) de la surface totale de la région avec une épaisseur assez limitée. Cette surface a recueillie 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 :

a- 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

b- 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 peut atteindre 8 à 10 m.

I.2.4. caractéristiques Climatiques

Les données météorologiques pour la région de Kais, sont ceux utilisées par le barrage de Foum El Gueiss, dont les séries d'observations s'étale sur une période de 30 ans (1975-2005).

Cette station est limitrophe du périmètre et la commune de Kais. Elle est située au niveau du barrage de Foum El-Gueiss.

a-Température

La température moyenne annuelle est de 16,6°C avec des températures extrêmes de 6 °C en hiver et 27 °C en été. Les amplitudes thermiques sont très fortes (30 – 35°C) en moyenne.

Tableau I-1 : Moyennes mensuelles des températures (°C)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	sept	oct	Nov	dec	An
T min (°C)	0.5	2.66	5.57	6.37	11.7	16.3	18.4	18.8	17.7	11.7	6.29	3.56	10.0
T max (°C)	13.01	14.65	18.7	22.19	26.63	31.86	35.95	35.1	28.92	25.85	21.61	9.1	23.6
T moy (°C)	6.8	8.65	12.13	14.28	19.21	24.11	27.21	26.29	21.85	18.64	13.95	6.33	16.6

(Source ONM) (1975-2005)

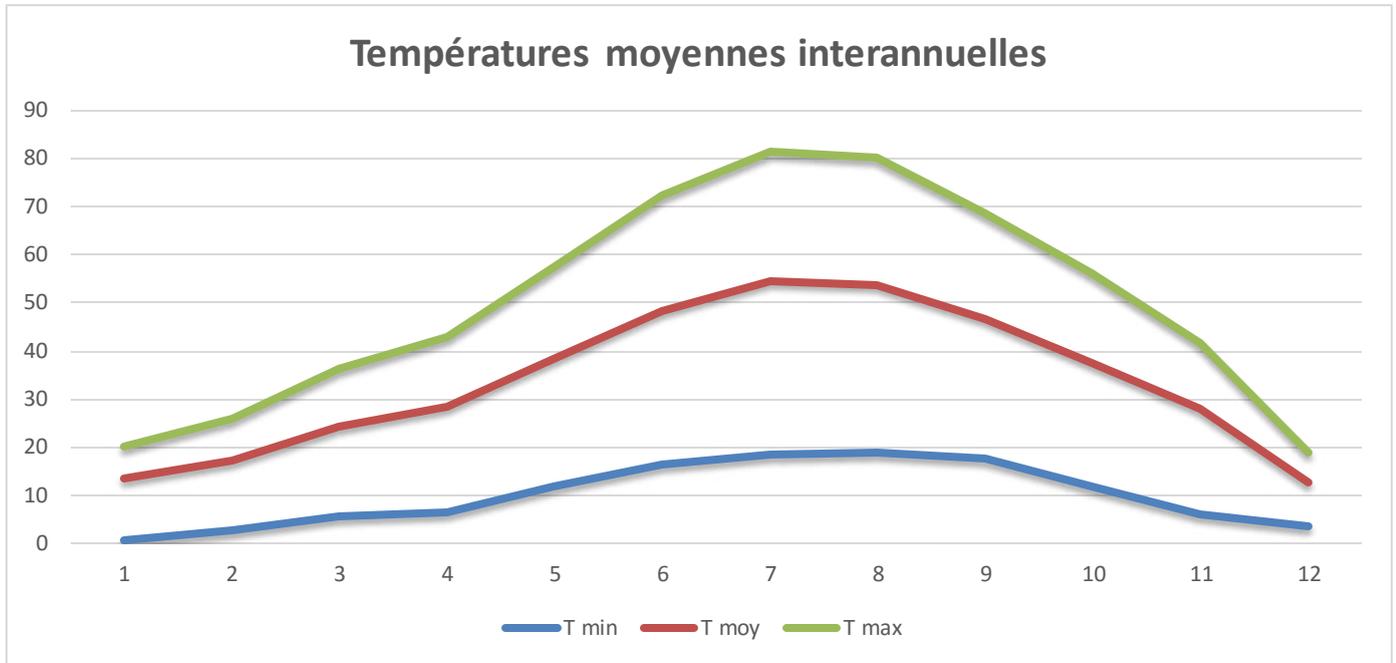


Figure I-2 : Températures moyennes interannuelles

b-Pluviométrie

Les observations faites par les services de l'ANRH sur une longue période de 1969 – 2010 soit environ 40 ans. La moyenne annuelle est de 444.30 mm au niveau de la station Ain-Mimoun. C'est une station permanente relevant des données complète par rapport aux stations environnante.

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

Mois	Jan	Fe v	Mar	Avril	Mai	Juin	Juit	Août	Sept	Oc t	Nov	Dec	Annuel
P(mm)	38.3	34.9	52.4	46.9	48.3	23.9	13.9	26.3	40.6	37.6	38.9	42.3	444.3
P (%)	8.62	7.86	11.7	10.5	10.87	5.38	3.13	5.92	9.14	8.46	8.76	9.52	100.00

(Source ANRH Constantine)(1969-2010)

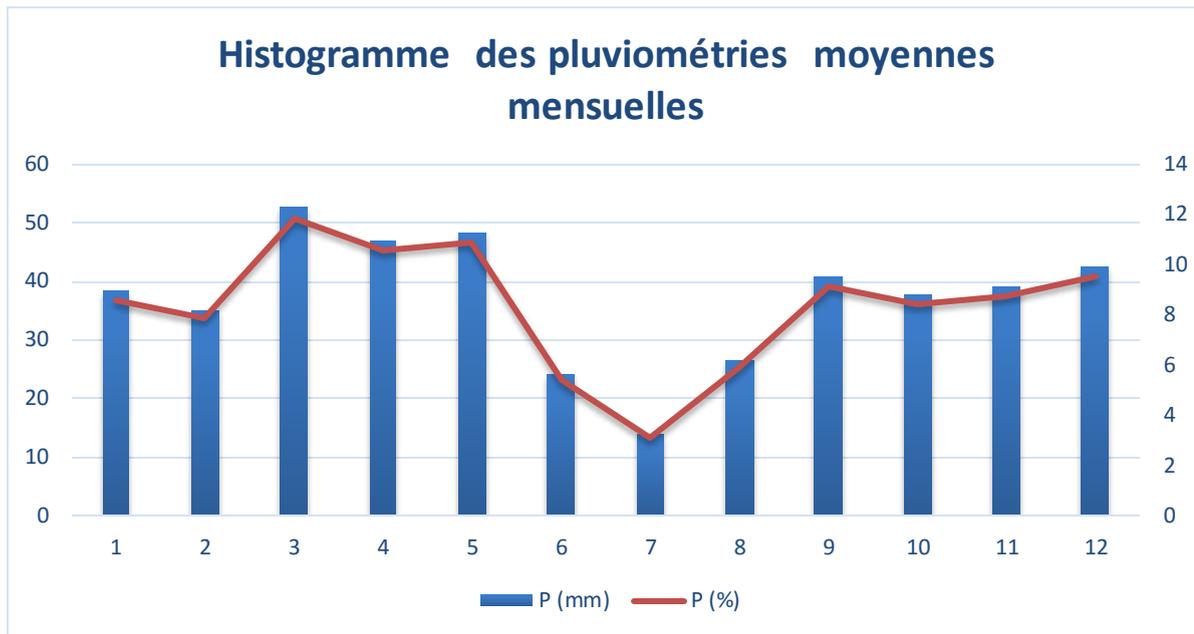


Figure I-3 : Histogramme des pluviométries moyennes mensuelles.

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.

c-Evaporation

Par manque de données au niveau de la station la plus proche Foum El-Gueiss, nous avons utilisé la station de Babar situé au niveau du barrage. L'estimation de l'évaporation sur la période de 1990 à 2008 est atteignant une valeur de 240 mm et la plus basse a été enregistrée au mois de Décembre avec 29 mm .L'évapotranspiration (ETP) a enregistré une moyenne de 1 410 mm

Tableau I-3: Evapotranspiration Potentielle (ETP) annuelle moyenne de la Région

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	An
ETP (mm)	147	90	46	29	31	43	79	123	165	207	240	211	1410

(Source l'ANRH)(1990-2008)

d-.Vents

Généralement les vents chargés de pluies viennent de Nord-Ouest après avoir perdu une grande partie de l'humidité sur l'Atlas telien, il souffle pendant l'Automne et l'hiver et une partie de printemps.

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

- **Les vents Sud-Ouest** : Ils 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**: Ils 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.

Les données de la vitesse moyenne de vents sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau I-4: Vitesse Moyenne de Vent

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	An
La vitesse moyenne de vent													
V (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
Nombre de jours de Sirocco													
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)

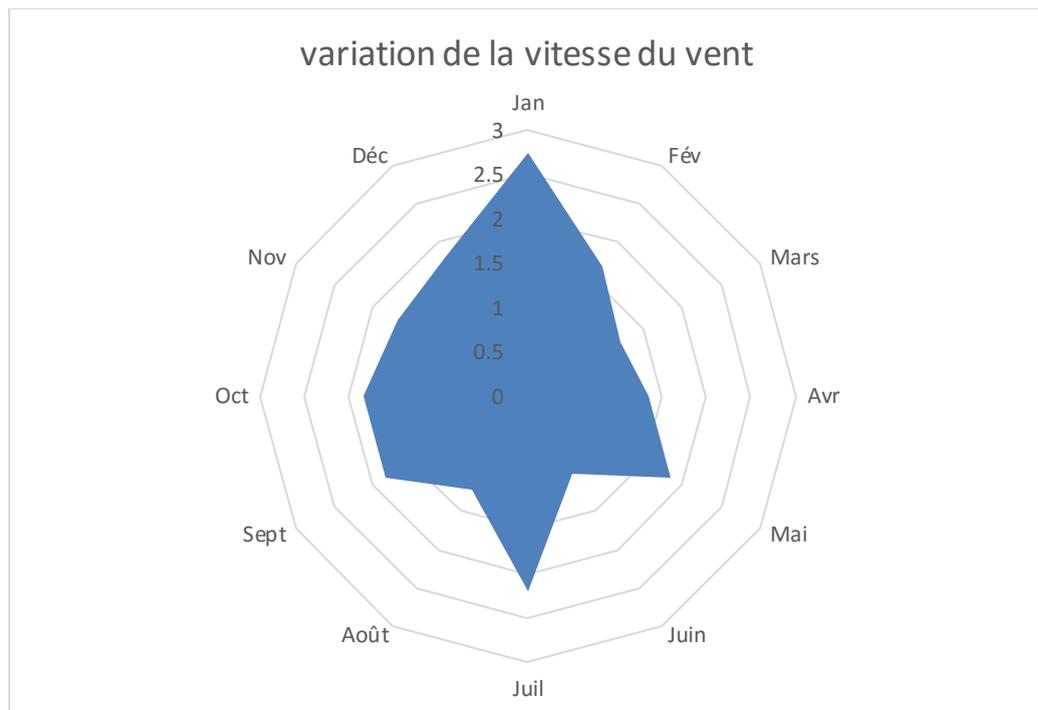


Figure I-4 : variation de la vitesse du vent

e-L'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 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-5: Humidité relative Station Foun El Gueiss (Période 1991- 2004)

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	An
H en%	64.1	64.8	63.4	58.1	47.6	45.9	43.8	43.8	49.2	63.2	61.6	46.6	55.9

Source Station Foun El Gueiss (Période 1991- 2004)

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

f- La neige :

A Batna les chutes de neige tombent durant 15 jours à l'altitude de 1040 m, l'enneigement est important, la hauteur varie avec les années, la durée moyenne de l'enneigement est de 8.3 jours. Les quantités d'eau produites par la neige alimentées les oueds et parfois les rapses.

g- Les orages :

L'orage étant un phénomène plus local que la pluie.

Tableau I-6: Moyennes mensuelles et annuelles des orages observés à la station de Batna :

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	An
Nombre de jours	0.1	0	0.9	1.0	4.00	3.6	2.6	3.5	3.6	1.5	0.1	0.1	21

Source : la station de Batna

h- La grêle :

La grêle comme l'orage étant un phénomène très localisé. Dans le tableau suivant, on donne les valeurs de la grêle à la station de Batna.

Tableau I-7 : nombre moyen de jours de grêle mesuré à Batna

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	An
Nombre de jours	0.8	0.8	1.1	0.6	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3	0.5	5.8

Source : la station de Batna

La grêle n'accompagne pas nécessairement les orages. Le nombre de jours de grêle est maximum du mois de janvier à Mars.

La fréquence de la grêle est fortement influencée par les conditions locales, le relief en particulier joue un rôle très important. Plus, la station sera élevée, plus le grêle aura des chances d'arriver au sol sans avoir fondu et plus la probabilité de la grêle sera grande.

i- La gelée blanche :

La gelée blanche est un phénomène correspondant à un dépôt de cristaux de glace sur une surface refroidie par rayonnement nocturne.

Dans la région de Batna, ce phénomène est fréquent.

Tableau I-8: Nombre moyen de jours de gelée à la station de Batna :

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	An
Nombre de jours	10.5	5.3	3.7	1.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	3.5	8.6	33.4

Source : la station de Batna

j- Le sirocco :

La fréquence et l'intensité du sirocco sont utiles en raison de son action néfaste sur les cultures. Il représente un danger pour les cultures de printemps.

Tableau I-9: Nombre moyen du sirocco relevé à la station de Batna :

Mois	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	An
Nombre de jours	0.0	0.4	1.9	2.3	1.5	2.8	5.1	2.1	2.0	0.4	0.4	0.1	19

Source : la station de Batna

Le nombre moyen de jour de sirocco varie entre 1.5 à 5.1 jours entre Mai et Juillet. La pointe est observée en Juillet avec 5.1 jours. Le total annuel est de 19 jours. Cette intensité est acceptable par rapport à d'autres plaines telliennes.

Les différents djebels entourant la région sont probablement en faveur de l'atténuation de la fréquence du sirocco.

I.3. Conclusion

Vu le faible apport pluvial, toute culture ne peut être pratiquée que sous irrigation, les besoins en eau seront élevés (fortes amplitudes thermiques, sécheresse atmosphérique, vents froids et chauds fréquents et gelées importantes)

Ces conditions climatiques sévères limiteront le choix des cultures envisageables dans cette région.

Les fortes températures supérieures à 30°C, les écarts thermiques diurnes élevés, provoquent chez certains végétaux des accidents de végétation et de fructification.

Une protection du périmètre est indispensable, vu la fréquence et la vitesse des vents (brise-vents).

La climatologie est l'un des facteurs de la pédogénèse des sols. Une forte pluviométrie entraîne certains éléments minéraux des djebels vers les plaines alluviales où la pente diminue considérablement.

I.4. Localisation de la STEP :

La station d'épuration de Kais est située au Nord-Ouest de la wilaya de Khenchela, elle est implantée sur un site couvrant une superficie de 5 ha.

Elle est limitée par :

- Ville de Kais au Sud.
- Route wilaya N° 01 à l'Est.
- Remila au Nord.
- Route nationale N° 88 à l'Ouest.

Le périmètre se trouve en aval et limitrophe de la STEP de Kais

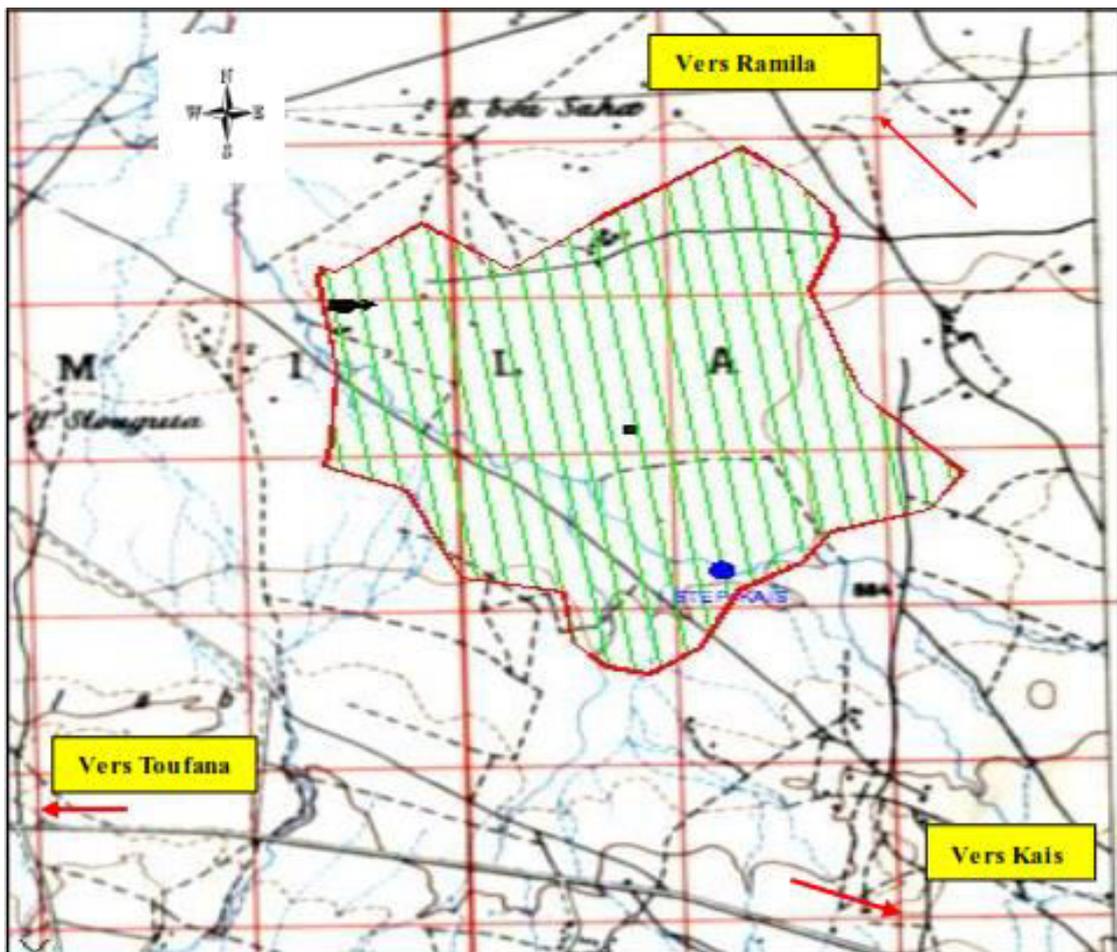


Figure I-5 : carte délimitation du périmètre (extrait de la carte d'état majeure de Toufana 1/50.000^{ème}).

Source : HYDRO PROJET OUEST HP.O
 2, Rue Bahi Amar Es Senia Oran
 Tél : (041) 58 32 73/74 Fax : (041) 58 32 70
 Email : hpo@hpoues t.com

La station d'épuration est opérationnelle sous la maîtrise d'Office National de l'Assainissement (ONA) de la wilaya de Khercheka.

Les points représentatifs suivants du site ont pour coordonnées

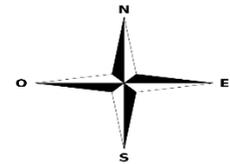
Lambert : X1 :309.745 Y1 :393.2532

X2 :309.964 Y2 : 393.2763

X3 :310.111 Y3 : 393.2543

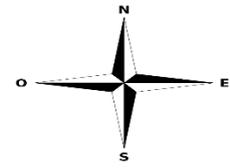
X4 :309.872 Y3 : 393.2396

L'altitude de la STEP est de 878 m



2017-03-29 .04 :50 PM

Figure I-6 : Localisation de la STEP



2017-03-29 02 :03 PM

Figure I-7 : image satellitaire de STEP de commune Kais

I.5. réseau Hydrographique

Le bassin de Ioued Kais appartenant au flanc Sud-Ouest et sud Est du grand bassin des hauts plateaux constantinois, prend sa source dans les hauteurs des montagnes dans la forêt de Djebel Ich oufartatou située au sud-ouest de la ville de Kais ,et la forêt de Ikhf Chaachoue situé au sud-est de la ville, Dans le Djebel Aures (1376m),

Le réseau hydrographique est moyennement dense, généré par un relief à très faible pentes.

Tableau I-10 : Caractéristiques Morpho métriques d u bassin versants de la zone d'étude

Bassins Versants	Périm Km	Suf Km ²	Hmax Km	Hmin Km	Hmoy Km	Lth Km	X	Y
BV1	35.00	68.13	1476	860	1168	13	304	3924

I.6. Classification du climat

Pour la classification du climat, on utilise généralement les paramètres agro-météorologiques, qui reposent sur la température et la pluviométrie de la zone.

I.6.1. Indice de Martonne

L'indice d'aridité de Martonne est un paramètre qui permet la classification du climat en fonction d'un rapport de température sur la pluviométrie annuelle, cet indice nous renseigne sur la nécessité d'introduction de l'irrigation par rapport au climat :

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

Avec :

I_A : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C).

Tableau I. 11 : Classification du climat selon De Martonne

Valeurs de I	Type de climat	Irrigation
$I < 5$	Désertique	Indispensable
$5 < I < 10$	Très sec	Indispensable
$10 < I < 20$	Sec	Souvent Indispensable
$20 < I < 30$	Relativement humide	Parfois utile
$I > 30$	Humide	Inutile

Dans notre cas, nous avons :

$$I_A = \frac{444.3}{16.6 + 10} \approx 16.69$$

$$I_A = 16.69, \text{ donc : } 10 < I_A \leq 20$$

D'où notre climat est sec, on conclue que l'irrigation est souvent indispensable.

I.6.2. Classification du climat selon le diagramme d’Emberger

Le quotient pluviométrique d’Emberger s’exprime par la formule suivante

$$Q = \frac{1000.p}{\frac{M+m}{2} \cdot (M-m)} = \frac{2.1000.p}{M^2 - m^2} \quad (I-2)$$

Avec :

- Q** : coefficient pluviothermique d’Emberger.
- P** : précipitation moyenne annuelle (mm).
- M** : moyenne des températures maximales (Kelvin).
- m** : moyenne des températures minimales (Kelvin).

Pour : P=444.3 ; M= 35.95°C et m=0.5°C

D’où
$$Q = \frac{2 \cdot 1000 \cdot 444.3}{(35.95 + 273)^2 - (0.5 + 273)^2} = 43.03$$

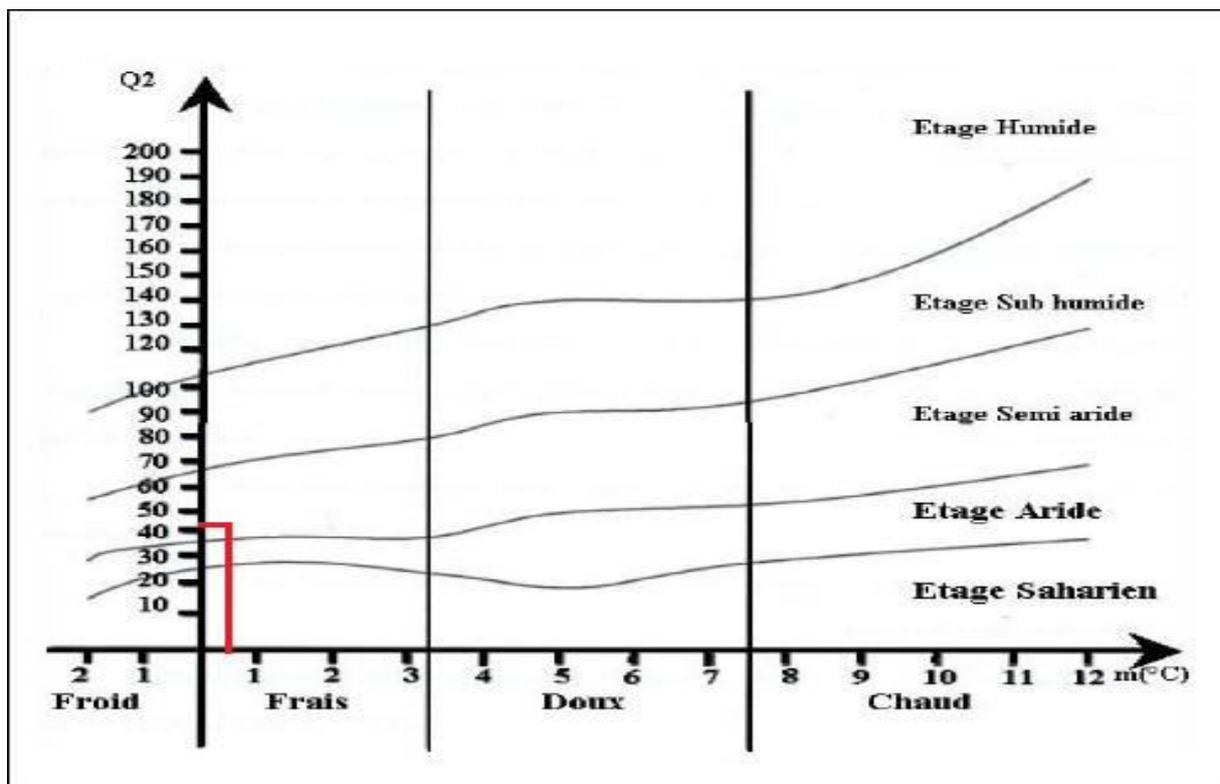


Figure I-8 : Diagramme bioclimatique d’Emberger

D'après le diagramme bioclimatique d'Emberger (voir Figure I-8), on peut dire que le climat de notre région est un climat **Frais, Sous l'étage : semi-aride (Frais)**

I.6.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gausсен

Dans cet indice, on considère qu'un mois est sec quand le cumul des précipitations exprimées en millimètre est inférieur au double de la température, c'est-à-dire quand le rapport $P/T < 2$, ce diagramme ombrothermique permet la détermination de la période sèche. Lorsque la courbe des précipitations passe au-dessous de la courbe des températures, la période qui s'étale entre les points d'interactions des deux courbes correspond à la durée de la période sèche.

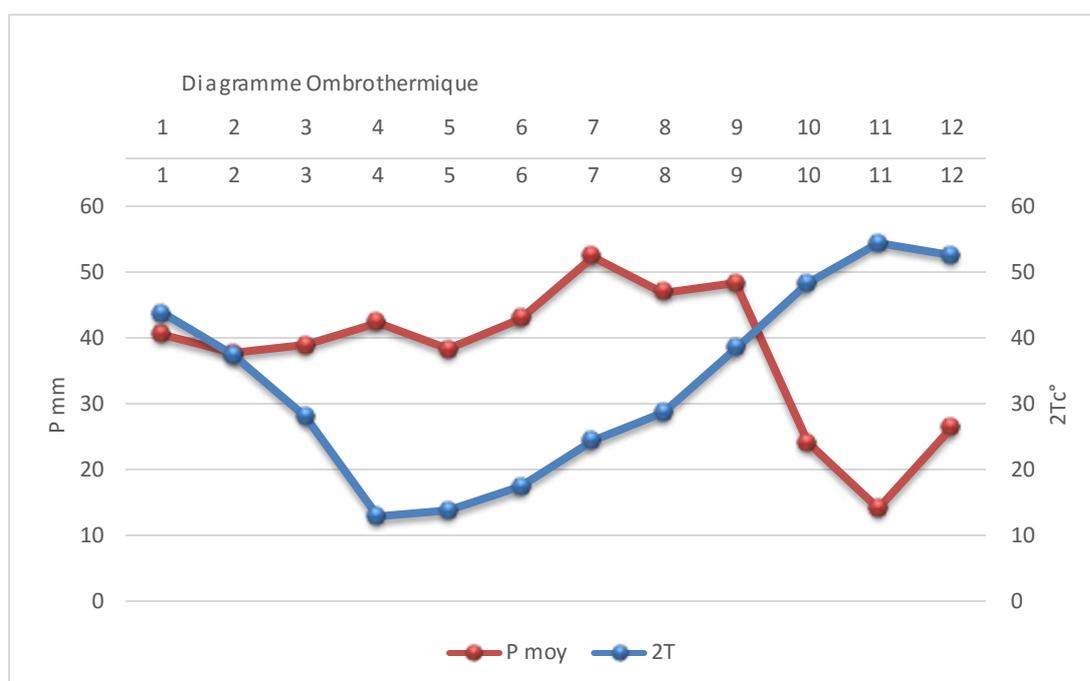


Figure I-9 : Diagramme Ombrothermique

Le diagramme Ombrothermique de la région révèle la présence d'une période sèche qui dépasse quatre mois (mai, juin juillet août septembre et octobre), de ce fait, il est indispensable d'apporter l'eau par l'irrigation à la zone d'étude notamment pendant cette période qui confirme le caractère de cette zone .

Chapitre II :
ANALYSE DES
RESSOURCES EN SOL

Chapitre II

ETUDE DU SOL

II .1.Introduction

Dans ce chapitre on a essayé de faire une étude Agro-pédologie du sol de notre périmètre, pour permettre de caractériser les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols de façon à améliorer leur fertilité.

II .2.La 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 ».

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

II .2.1. Rappels sur la classification CPCS, 1969

L'étude pédologique existante a été faite sur la base de la classification CPCS, 1969 adapté par la méthode ANRH .A cet effet, il est important de faire des rappels sur les paramètres à prendre en charge de la classification utilisée.

a. bases de la classification des sols

Nous avons opté pour travailler avec la classification française (CPCS, 1969), qui est la plus utilisée en Algérie. Les principales bases de cette classification sont : la classe, la sous classe, le groupe, le sous-groupe, la famille, la série et le type, bien que les analyses demandées ne remplissent pas les conditions pour que les sols soient bien classifiés.

Nous avons donc, comblé ce déficit par nos connaissances en matière de sols. A noter aussi que pour aboutir à une bonne classification, il faut connaître les réserves organiques du sol ainsi que leur saturation en ions (solution du sol).

b. les unités majeures

✓ **les classes** : les critères fondamentaux pour toutes les classes sont :

- le degré d'évolution et la différenciation du profil,
- la nature de l'altération et de la formation des argiles,
- les processus physico-chimiques de base liés à la nature et aux propriétés du complexe organo-minéral existant dans le profil.

✓ **Les sous classes** : leur différenciation reposent sur des critères résultant des conditions de pédo-climat, dans lequel entrent non seulement les notions de température et d'humidité du sol (liés ou non au climat local), mais aussi la notion de saturation de la solution du sol en certains ions (cations et anions).

C'est donc l'ambiance physico-chimique qui est utilisée pour définir les sous-classes, dont les éléments principaux sont :

- La température,
- L'humidité,
- L'état réduit ou oxydé,
- La solution du sol.

✓ **Les groupes** : ils sont définis :

- Par des caractères morphologiques du profil : différenciation de certains horizons,
- Lessivage du calcaire, des éléments colloïdaux,...etc.

✓ **Les sous-groupes** : ils comprennent en général plusieurs sous-groupes dont les caractères essentiels des profils sont les mêmes, mais différenciés soit par :

- Une intensité variable d'une catégorie à l'autre, du processus fondamental d'évolution caractéristique du groupe.
- La manifestation d'un processus secondaire indiqué par certains nouveaux éléments du profil (concrétions, induration, tâches d'hydromorphie, élargissement de la structure,...).

c. Les unités mineures

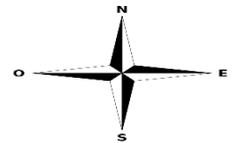
- ✓ **La famille** : ce sont toutes les séries formées à partir du même matériau pétrographique.
- ✓ **La série** : c'est une unité cartographique de classification dont les caractères édaphiques sont suffisamment homogènes pour que les variations typologiques n'aient pas d'influence marquée sur la croissance des plantes cultivées ou spontanées.

II .3.Caractéristiques morphologiques et analytiques des sols

Sur la base de la classification française, on rencontre dans les bas-fonds des sols peu évolués, et sur des grés calcaires et calcaires des sols bruns calcaires

Les sols de l'aire d'étude sont répartis en deux (2) classes de sol :

- ❖ Les sols peu évolués,
- ❖ Les sols calcimagnésiques



2017-04-04 11:49 PM

Figure II-1 : Situation des profils sur photo satellitaire

II .4.Présentation des descriptions de profils

Les descriptions morphologiques ont été effectuées sur les échantillons qui correspondent aux profils types qui caractérisent les unités observées.

Profil N° :01

- **Situation** : A l'Est de la station d'épuration juste après la STEP sur une distance 250 m

X = 334 385

Y= 3929 133

- **Topographie** : Pente très faible
- **Géomorphologie** : Glacis - terrasse
- **Végétation /Culture** : blé dur
- **Aspect de la surface du sol** : terrain labouré, la charge caillouteuse inexistante.
- **Classe** : sols peu évolués

Classification

- **Sous classe** : d'origine non climatique
- **Groupe** : d'apport a luvial
- **Sous-groupe** : verticale
- **Famille** : alluvions récentes calcaires
- **Série** : sur un niveau alluvial profond
- **Type** : argileux- limoneux..

Source : HYDRO PROJET OUEST H.P.O 2 , Rue Bahi Amar Es Senia Oran Tél : (041) 58 32 73/74

Description :

0 – 25 cm : horizon de labours (Ap), humide, brun clair- friable , porosité assez bonne, structure polyédrique fine émoussée assez bien développée, texture limono-argileuse. Présence des racines et des fines radicelles, la matière organique décelable et en décomposition des débris de chaumes des céréales, vive effervescence à HCL généralisée, transition nette.

25 – 60 cm : horizon analogue au précédent, brun clair, humide, très compact et assez friable, structure polyédrique moyenne émoussée mal développée, porosité moyenne, texture limono argileuse, peu de racines et des fines radicelles, la matière organique peu décelable, vive effervescence HCI généralisé et transition nette.

60 – 130 cm : brun plus foncé, sec, texture limono-argileuse, structure polyédrique fine à moyenne anguleuse bien développée porosité moyenne, existence des poches très faibles de graviers et grains de sables, matière organique non décelable, des fentes de retraits de très faible importance visible, vive effervescence HCI généralisée.

Profil N° :01

Profondeur (cm)		0 – 25	25 - 60	60 - 130
Granulométrie (%)	Argile	34	27	47
	Limon fin	45	39	28
	Limon grossier	17	25	10
	Sable grossier	4	6	8
	Sable fin	0	3	7
carbone organique (%)		1.31	0.97	0.78
Matière organique (%)		2.25	1.68	1.34
Azote (N) (%)		1.14	0.86	0.56
Phosphor total (‰)		0.8	0.8	0.7
Potassium total (‰)		1.65	1.3	1.25
Calcaire total %		23.1	27.	19.4
Calcaire actif %		13.9	14.	12.4
Densité réelle		2,61	2,4	
PH (1/2,5 Kcl)		7,8	7,9	8.2
C.E mmhos/cm		1.8	1.6	1.1
Complexe adsorbant (méq /100 gde sol)	Ca ²⁺	12.7	12.8	13.6
	Mg ²⁺	0.6	0.8	2.3
	K ⁺	0.4	0.2	0.3
	Na ⁺	1.1	1.2	0.8
	C.E.C	14.8	15	17
Solution du sol (méq /l)	Ca ²⁺	1.2	1.4	2.2
	Mg ²⁺	0.1	0.1	0.1
	K ⁺	0.1	0.1	0.2
	Na ⁺	3.2	3.6	4.3
	Cl ⁻	1.3	2.1	4.6
	SO ₄ ²⁻	2.3	6	6.6
	HCO ₃ ⁻	1.4	1.5	1.7
Azote assimilable (ppm)		1.57	0.9	0.6
Phosphore assimilable (ppm)		1.5	1.7	1.9
Potassium assimilable (meq/100 g)		0.3	0.56	0.42
Gypse		-	0.1	0.1
Perméabilité K Hénin (g/m ³)		7.45		

Source : HYDRO PROJET OUEST H.P.O 2 , Rue Bahi Amar Es Senia Oran Tél : (041) 58 32 73/74

Profil N° :02

Profondeur (cm)		0 – 15	15 - 60	60 - 110
Granulométrie (%)	Argile	32	36	32
	Limon fin	37	35	38
	Limon grossier	12	11	13
	Sable grossier	15	15	14
	Sable fin	4	3	3
Calcaire total %		35	41	42
Calcaire actif %		13	13.7	13.6
carbone organique (%)		1.22	0.64	0.46
Matière organique (%)		2.1	1.1	0.8
Azote (N) (%)		1.2	0.8	0.6
Phosphore total (‰)		0.8	0.9	0.6
Potassium total (‰)		1.66	1.89	2.2
Densité réelle		2,61	2,45	
PH (1/2,5 Kcl)		7,95	8.04	8.16
C.E mmhos/cm		0.7	0.8	1.1
complexe adsorbant (méq/100 g de sol)	Ca ²⁺	13.5	17.34	15.05
	Mg ²⁺	0.06	0.5	0.8
	K ⁺	1.89	1.5	1.95
	Na ⁺	0.55	0.66	1.2
	C.E.C	16	20	19
solution du sol	Ca ²⁺	0.8	0.9	2.2
	Mg ²⁺	0.08	0.14	0.16
	K ⁺	0.1	0.2	0.5
	Na ⁺	0.7	1.1	1.2
	Cl ⁻	0.1	0.2	0.4
	SO ₄ ²⁻	0.6	0.5	0.6
	HCO ₃ ⁻	0.2	0.3	0.7
Azote assimilable (ppm)		1.2	1.3	2.2
Phosphore assimilable (ppm)		1.3	1.3	1.9
Potassium assimilable (meq/100 g)		0.1	0.1	0.1
Gypse (%)		-	-	-
Perméabilité K Hénin (g/m ³)		10.6		

Source : HYDRO PROJET OUEST H.P.O 2 , Rue Bahi Amar Es Senia Oran Tél : (041) 58 32 73/74

Profil N° : 3

- **Situation** : Dans une parcelle cultivée en céréales, le propriétaire prépare les séguia pour irrigation d'appoint en submersion.

X = 309 663 **Y**= 3934 165

- **Topographie** : pente très faible.

- **Géomorphologie** : glacis de terrasse

- **Végétation** : céréales

- **Aspect de surface** : Existence des fentes de retraits

Classification

- **Classe** : Sols calcimagnésiques

- **Sous classe** : carbonatés

- **Groupe** : sols bruns calcaires

- **Sous-groupe** : vertique

- **Famille** : Colluvions fine calcaires

- **Série** : niveau alluviale calcaire

- **Type** : Limono-argileux

Description :

0 - 17 cm : frais, brun claire, horizon travaillé, texture limono, friable, structure moyenne à polyédrique fine bien développée, bonne porosité, peu compacte, existence de racines et fines radicelles, matière organique décelable, vive effervescence à Hcl++ généralisée, transition nette.

17 - 95 cm : Frais, à sec, brun claire, texture limono - argileuse à équilibré, prismatique à face lisse, existence de fentes de retrait, porosité bonne, présence des couches cailloux et amas calcaire éparpillés dans l'horizon, peu de racines et fines radicelles, matière organique décelable, bonne activité biologique, effervescence à Hcl+++ , transition nette.

Source : HYDRO PROJET OUEST H.P.O 2 , Rue Bahi Amar Es Senia Oran Tél : (041) 58 32 73/74

Profil N° :03

Profondeur (cm)		0 – 17	17 - 95	95 – 140
Granulométrie (%)	Argile	28	27	27
	Limon fin	43	34	37
	Limon grossier	16	15	16
	Sable grossier	5	10	8
	Sable fin	8	14	12
Calcaire total %		28	36	39
Calcaire actif %		15.6	16.7	17.3
carbone organique (%)		0.87	0.56	0.45
Matière organique (%)		1.5	0.97	0.78
Azote (N) (%)		1.3	0.6	0.6
Phosphore total (‰)		0.7	0.6	0.6
Potassium total (‰)		1.05	1.03	1.2
Densité réelle		2.2	2.3	
PH (1/2,5 KCl)		7.5	7.4	7.6
C.E mmhos/cm		0.7	0.8	1.15
complexe adsorbant (méq/100 g de sol)	Ca ²⁺	14	13.2	16.4
	Mg ²⁺	0.4	0.5	0.9
	K ⁺	0.5	0.5	0.4
	Na ⁺	0.8	1.1	1.7
	C.E.C	15.7	15.3	19.4
solution du sol	Ca ²⁺	0.8	0.95	1.6
	Mg ²⁺	0.15	0.23	0.28
	K ⁺	0.2	0.3	0.7
	Na ⁺	0.8	1.1	1.6
	Cl ⁻	0.7	0.8	3.6
	SO ₄ ²⁻	-	0.6	1.2
	HCO ₃ ⁻	-	1.6	1.8
Azote assimilable (ppm)		1.1	1.6	1.8
Phosphore assimilable (ppm)		1.3	1.6	2.2
Potassium assimilable (meq/100 g)		0.12	0.16	0.35
Gypse (%)		-	0.1	0.3
Perméabilité K Hénin (g/m ³)		12.6		

Source : HYDRO PROJET OUEST H.P.O 2 , Rue Bahi Amar Es Senia Oran Tél : (041) 58 32 73/74

II .5.Etude des facteurs limitant et choix des aptitudes culturales

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, et le calcaire actif.
- ✓ les contraintes socio-économiques et culturelles, ne seront pas abordées dans cette étude.
- ✓ Les contraintes liées à la fertilité du sol.

II .5.1.Profondeur du sol

Les sols de la zone étudiée sont caractérisés par des profondeurs très importante; généralement ils dépassent l'exploration racinaire des cultures

II .5.2.Texture et structure du sol

Les sols étudiés sont généralement à dominance des textures argilo-limoneuse. Ces derniers sont des contraintes majeures demandant des quantités d'eaux supplémentaires par rapport à leurs demandes normales. Ces doses pourront jouer le rôle d'empêcher la formation des fentes de retraits au début de semis ou plantation. Nous signalons l'entrée d'air pour les racines à travers les fentes de retraits. Pour les plantations arboricoles, nous recommandant des trous profonds.

II .5.3.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 dépassent 15%.

II .6.Conclusion :

ce chapitre a été traite l'analyse agro-pédologie de la zone d'étude Pour bien choisir le type de la culture à mettre en place nous avons quelques paramètres à respecter à savoir la pédologie du sol (structure, texture et la perméabilité) qui joue un rôle très important, les paramètres physico-chimiques du sol et de l'eau sans oublier le climat qui est un facteur essentiel.

Chapitre III :
CARACTERISTIQUES DE
LA STEP

Chapitre III

Caractéristiques de la STEP

III.1. Considérations Générales sur les eaux usées

III .2.Définition

L'eau usée est une eau contenant des rejets d'activités humaines, industrielles et agricoles qui peuvent provoquer ou accroître la pollution du milieu naturel dans lequel elle est rejetée. Cette pollution peut être provoquée par des matières en suspension, colloïdales ou en solution de nature organique ou minérale.

III .3.Nature et origine des eaux usées

Les eaux usées proviennent principalement de ces sources :

- ✓ Les eaux domestiques ;
- ✓ Les eaux usées industrielles ;
- ✓ Les eaux de pluie et de ruissellement

III .3.1.Les eaux usées domestiques

Elles proviennent des habitations, et caractérisent par leurs fortes teneurs en matières organiques, en sels minéraux (azote, phosphore), en détergent et germes fécaux.

Les eaux usées domestiques peuvent provenir de trois origines possibles :

- ✓ Eaux de cuisine : préparation des aliments, vaisselles, et sont riches en graisse.
- ✓ Eaux de buanderie : proviennent de lavage des locaux, elles contiennent des détergents, et des savons.
- ✓ Eaux vannes : proviennent des toilettes, et sont constituées de l'urine et de matières fécales diluées dans l'eau

III .3.2.Les eaux usées industrielles

Provenant des usines, elles sont caractérisées par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau. Tous les produits ou sous-produits de l'activité industrielle se retrouvent concentrés dans l'eau :

- ✓ Matières organiques et graisses (industries agroalimentaires, équarrissage...) ;
- ✓ Sels métalliques (traitement de surface, métallurgie) ;
- ✓ Acides, bases, produits chimiques divers (industrie chimique, tanneries...) ;
- ✓ Eaux chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- ✓ Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactives).

III .3.3.Les eaux de pluie et ruissellement

Ce sont des eaux de pluies et de lavage des chaussées. Ces eaux sont caractérisées par la présence des matières en suspension en grande majorité ainsi que des hydrocarbures provenant de la circulation automobile agricoles

III .4.Les principaux paramètres de la pollution

L'évaluation de la pollution d'une eau usée est basée sur la détermination de plusieurs paramètres physiques, chimiques et bactériologiques, ces paramètres indiquent le degré de pollution de ces eaux et donnent le danger qui peut être provoqué par leur rejet en milieu naturel.

III .4.1.Les paramètres physiques de la pollution

a- La couleur

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle (éléments métalliques, matières humiques, micro-organismes liés à un épisode d'eutrophisation,...), soit associée à sa pollution (composés organiques colorés). La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul domaine du visible.

b- L'odeur

Toute odeur est un signe de pollution ou de la présence de matières organiques en décomposition. En effet, une eau destinée à l'alimentation doit être inodore.

c- La température

La connaissance de la température est essentielle pour les réactions physico-chimiques et biologiques régies par leurs caractéristiques thermodynamiques et cinétiques.

La température est un paramètre souvent négligé dans les collecteurs urbains, mais qui devrait être plus souvent mesuré, surtout dans le cas de rejets industriels dans le réseau.

d- La conductivité

La mesure de conductivité électrique, paramètre non spécifique, est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux résiduaires, valeur inverse de la résistivité (résistance d'une tranche d'eau de 1cm² de section et de 1cm d'épaisseur); la conductivité est fonction de la concentration en espèces ionisées, principalement de nature minérale.

e- La turbidité

La turbidité liée à la présence plus ou moins importante de matière en suspension insoluble contenue dans l'eau usée, quel que soit d'origine minérale ou organique.

f- Les matières en suspension (M.E.S)

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable, mais une présence excessive de M.E.S peut entraîner des difficultés de transport et de distribution des effluents 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.

g- Les matières volatiles en suspension (MVS)

Elles représentent la fraction organique des matières en suspension et sont obtenues par calcination de ces MES à 105°C et MVS à 525°C donne la "perte au feu" et correspond à la teneur en MVS (en mg/l) d'une eau.

h- Les matières minérales (M.M)

C'est la différence entre les matières en suspension et les matières volatiles. Elles représentent donc le résidu de la calcination, et correspondent à la présence de sels, silice, poussières par exemple.

III .4.2.Les paramètres chimiques de la pollution

a- La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

Elle représente la pollution biodégradable. Cette méthode d'analyse de la pollution correspond à la quantité d'oxygène nécessaire, pendant 5 jours, aux matières organiques (bactéries) contenus dans l'eau pour oxyder une partie des matières carbonées.

b- La demande chimique en oxygène (DCO)

Elle représente la quantité totale de pollution oxydable et correspond à la quantité d'oxygène qu'il faut fournir grâce à des réactifs chimiques puissants, pour oxyder les matières contenues dans l'effluent.

c- Le carbone organique totale (COT)

Bien que le carbone organique total ne compte pas au rang des demandes d'oxygène, on peut le placer à proximité de celles-ci car il correspond aussi à une approche de la matière organique, dont le carbone est le constituant essentiel.

Le principe de COT repose sur la combustion des matières organiques carbonées d'un effluent après passage au four de 950°C sous un courant d'oxygène.

d- Le pH (potentiel hydrogène)

Le pH joue un rôle important dans le traitement biologique. Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées, il joue un rôle dans :

Les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité) ;

Les processus biologique, dont certains exigent des limites de pH très étroites se situant entre 6,5 et 8,5.

e- Les nutriments (Azote, phosphore...etc.)

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 présents 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.

Azote

En général, on craint l'excès de l'Azote pour deux principales raisons :

- Contamination de la nappe.
- Phénomène d'eutrophisation.

En effet, dans certains cas défavorables, un apport d'Azote excédentaire par rapport aux cultures, peut provoquer dans un sol sableux très perméable la contamination des eaux souterraines, il est donc souhaitable que les apports d'Azote ne soient pas disproportionnés à l'assimilation par les cultures. Il est clair que la présence d'une nappe phréatique utilisée pour l'alimentation en eau potable des populations ou des animaux impose la levée des contraintes qu'un projet de réutilisation d'effluents urbains doit prendre en compte.

Sur le plan cultural, un excès d'Azote provoque une perturbation de la production végétale, retarde la maturation de certaines cultures telles que, 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.

f. Définition d'eutrophisation

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

g. Eléments traces

Certains éléments traces 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.

Tableau III-1 : Concentration maximale en éléments traces recommandés pour les eaux d'irrigation (Ayers et Westot, 1985)

Eléments	Eaux utilisées en permanence tous types de sols	Utilisation allant jusqu'à 20 ans sur des sols à texture prie ayant un PH de 6 à 8,5 mg/l
Aluminium (AL)	5.0	20.00
Arsenic (AS)	0.1	2.00
Béryllium (Be)	0.1	0.50
Bore (B)	1	2.00
Cadmium (Cd)	0.01	0.05
Chrome (Cr)	0.10	1.00
Cobalt (Co)	0.05	5.00
Cuivre (Cu)	0.20	5.00
Fluorure (F)	1.00	15.00
Fer (Fe)	5.00	20.00
Plomb (Pb)	5.00	10.00
Lithium (Li)	2.50	2.50
Manganèse (Mn)	0.20	10.00
Molybdène (Mo)	0.01	0.05
Nickel (Ni)	0.20	2.00
Sélénium (Se)	0.02	0.02
Vanadium (V)	0.20	1.00
Zinc (Zn)	2.00	10.00

h. salinité

Le principal critère d'évaluation de la qualité d'une eau naturelle, dans la perspective d'un projet d'irrigation, est sa concentration totale en sels solubles dans l'eau traitée. La connaissance de la conductivité électrique, permet de classer les eaux d'irrigation en 04 classes représentées dans le tableau suivant

Tableau III-2 : Classification des eaux d'irrigation

C.E *10 ³ mmhos/cm	APPRECIATION
< 0.25	C1 : Eau faiblement saline, peut être utilisée pour irriguer la plupart des cultures sur la plupart des sols.
0.25 - 0.75	C2 : Eau moyennement saline, peut être utilisée si un lessivage moyen intervient.
0.75 - 2.25	C3 : Eau fortement saline, peut être utilisée si un lessivage du sol et culture est total en sel.
2.25- 5	C4 : Eau très fortement saline, ne convient pas à l'irrigation dans la canalisation ordinaire.

i. Chlorure de sodium

Les chlorures et le sodium peuvent également poser problème notamment en bord de mer, quand les réseaux d'égout drainent des eaux phréatiques saumâtres.

Certaines cultures, comme la vigne, les agrumes, les noyers et les haricots et d'une manière générale, les fruits à pépins et à noyaux sont sensibles à des concentrations relativement faibles en Na.

Concentrations en NaCl (mg/l) à partir desquelles on observe des brûlures des feuilles :

Tableau III-3 : Seuils des brûlures par les Na Cl

< 5	5 - 10	10 - 20	> 20
Amandier	Raisin	Orge	Choux fleur
Abricotier	Pomme de terre	Blé	Betterave sucré
Agrumes	Tomates	Concombre	Tournesol
Prunier	Gazons	Soja	

Quand les eaux réutilisées ont été chlorées et que le résiduel en chlore est trop élevé au moment de l'irrigation, il faut stocker l'eau dans un réservoir ouvert pendant quelques heures. Une teneur en chlore résiduel inférieur à 1 mg/l est sans danger pour le ferrailage, mais une concentration supérieure à 5 mg/l serait néfaste aux cultures si on utilise le système d'irrigation par aspersion.

j. le bore

Dans les eaux usées, le bore provient des lessives et des rejets industriels.

Lorsque sa concentration dépasse 1 mg/l, il peut être toxique pour les plantes les plus sensibles.

Tableau III-4 : Concentration maximale en Bore dans l'eau d'arrosage

Sensible 0,3 - 1 mg de B/l	Tolérance moy. 1-2 mg B/l	Tolérance 2-4 mg de B/l
Agrumes	Poivron	Carotte
Abricotier	Avoine	Laitue
Pêchier	Petit Pois	Choux
Cerisier	Maïs	Navet
Figuier	Blé	Oignon
Raisins	Orge	Luzerne
Pommier	Radis	Betteraves
Artichaut	Tomates	Asperge
	Tournesol	

(Source : Shainberg et Aster 1978)

k. Sodisation

L'accumulation de sodium sur le complexe absorbant des sols peut dégrader les propriétés physiques des sols.

Un excès de sodium par rapport aux alcalines - teneur (calcaire, magnésium) dans le complexe absorbant provoque un défloculation des argiles.

Ainsi, les risques de sodisation sont caractérisés par deux paramètres : le SAR (Sodium Absorption Ratio) et la conductivité électrique.

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca^{+2} + Mg^{+2})/2}} \quad (Na^+, Ca^{++}, Mg^{++} \text{ en meq/l}) \quad \text{(III-1)}$$

Une minéralisation élevée des eaux a un S.A.R. important et peut avoir des effets néfastes sur le sol, et une altération de la structure de celui-ci entraînant une réduction de la perméabilité.

III .5.Effets des sels et du sodium sur les plantes et sur les sols

D'après l'information collectée, lors de la collecte des données, la conductivité électrique des eaux traitées, correspond à une eau chargée en sels solubles. Ces derniers proviennent des éléments nutritifs existant dans les eaux usées traitées.

Tableau III-5 : Seuils de résistance de quelques plantes cultivées à la salinité

C.E mmhos/cm à 25°C	Plantes
12	Dattier
8	Orge, betterave à sucre, artichaut
4	Betterave fourragère, chou, soja, maïs, tournesol, avoine, luzerne, épinard, ray Grass,
3	Figuier, olivier, vigne, tomate, chou-fleur, concombre, pomme de terre, oignon, ail, carotte, navet, laitue
2	Pommier, poirier, prunier, amandier, abricotier, pêcher
1.5	fraisier

III .6.L'irrigation avec des eaux usées

Dans la plupart des pays en développement, les systèmes de traitement des eaux usées sont très peu étendus ou sont peu efficaces, ce qui engendre une pollution de l'eau à vaste échelle et l'utilisation d'eau de mauvaise qualité pour l'irrigation des cultures, notamment à proximité des centres urbains. Cela pose de grands risques pour la santé publique, en particulier lorsque la production est consommée crue.

La récupération et la réutilisation de l'eau usée s'est avérée être une option réaliste pour couvrir le déficit en eau et les besoins croissants en eau dans les pays du Proche Orient, mais aussi pour se conformer aux règlements relatifs au rejet des eaux usées, en vue de la protection de l'environnement et de la santé publique. En outre, du point de vue environnemental, la récupération et la réutilisation de l'eau usée urbaine traitée pour l'irrigation constituent probablement l'approche d'élimination la plus sûre et la plus réaliste.

III .6.1.L'avantage de La réutilisation des eaux usées

- **au niveau économique**, une préservation quantitative de la ressource, les agriculteurs font des économies d'engrais ;
- **au niveau écologique** : la diminution des rejets d'eaux usées dans le milieu, la pollution agricole diminue.

III .6.2.L'inconvénient de La réutilisation des eaux usées

- **un risque sanitaire** : les MES protègent les micro-organismes de beaucoup de traitements, comme les traitements au chlore. Il existe donc une compétition entre l'élimination des micro-organismes et la préservation des MES en vue d'une utilisation agricole. Comme l'écrit J-A Faby dans son étude pour l'Office international de l'eau : « Le maintien d'une concentration importante en matière organique dans les eaux usées gêne considérablement l'efficacité des traitements destinés à éliminer les germes pathogènes » ;
- **un risque technique** : si les MES sont présentes en trop grand nombre, elles peuvent entraîner le bouchage des canalisations et systèmes d'irrigation ;
- **un risque agronomique et environnemental** : il est possible que les éléments soient apportés en excès. Dans ce cas, il y a un risque de pollution des sols et de diminution du rendement. Les taux en éléments nutritifs (nitrate essentiellement) et la salinité de l'eau utilisée (cause de la dégradation des sols) sont de première importance. Il faut donc trouver le bon équilibre entre le niveau de traitement, les besoins des cultures et la nature du sol.

L'utilisation d'eaux épurées pour l'irrigation doit donc se faire avec précaution.

On retiendra enfin que l'irrigation, qui suit un rythme saisonnier, nécessite en général de grands volumes de stockage.

III .7.Mode d'utilisation

La demande en eaux usées réutilisées peut être permanente ou temporaire.

Elle dépend essentiellement du type de climat et de son rapport avec l'existence ou non de période spécifique bien identifiée de déficit en eau du sol.

III .7.1. Demande en eau

La demande en eau du point de vue qualitatif est conditionnée par :

- le climat (ensoleillement, précipitation, température et vents).
- Le sol (permutabilité, qualité, salinité, disposition pour le colmatage).
- Adaptation des cultures.
- Méthodes de cultures.
- Prescription 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 .7.2. Norme de qualité des eaux usées épures aptes à la réutilisation (normes OMS, FAO)

La réutilisation, pour l'irrigation des eaux usées épurées, obéit à une norme de qualité, largement inspirée des recommandations de l'OMS et de la FAO. Par ailleurs, le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluent liquide spécifie les limites des valeurs de ses divers paramètres, comme indiqué sur le tableau qui suit :

Tableau III-6 : les paramètres réglementant des rejets

paramètres	symbole	Unité	Valeurs maximales
Indice PH	PH		5.5 à 8.5
température	T°	C°	30
Conductivité électrique	CE	µS/cm	7000
phosphates	PO4	Mg/l	02
ammonium	NH4	Mg/l	
Matières en suspension à 105 c°	M.E.S	Mg/l	30
Demande chimique en oxygène	D.C.O	Mg/l	120
Demande biochimiques en oxygène	D.B.O5	Mg/l	40
Huiles et graisses	/	Mg /l	20
hydrocarbures	/	Mg/l	20
Pesticides organochlorés	/	Mg/l	0.05
cadmium	Cd	Mg/l	0.2
Chrome 3+	Cr	Mg/l	3
Chrome 6+	Cr	Mg/l	0.1
paramètres	symbole	Unité	Valeurs maximales
cuivre	cu	Mg/l	03
plomb	pb	Mg/l	01
nikel	Ni	Mg/l	05
arsenic	As	Mg/l	0.5
zinc	zn	Mg/l	05
bore	B	Mg/l	3
cobalt	Co	Mg/l	0.1
fer	Fe	Mg/l	5
manganèse	Mn	Mg/l	0.5
mercure	Mg	Mg/l	0.001

Sources (décret exécutif n° 93-160 DU 10 juillet 1996 réglementant les rejets d'effluent liquid- JORADP).

III .9.Présentation de la STEP de KAIS :

III .9.1.Localisation de laSTEP :

La station d'épuration de Kais est située au Nord-Ouest de la wilaya de Khenchela, elle est implantée sur un site couvrant une superficie de 5 ha.

Elle est limitée par :

- Ville de Kais au Sud.
- Route wilaya N° 01 à l'Est.
- Remila au Nord.
- Route nationale N° 88 à l'Ouest.

le périmètre se trouve en aval et limitrophe de la STEP de Kais

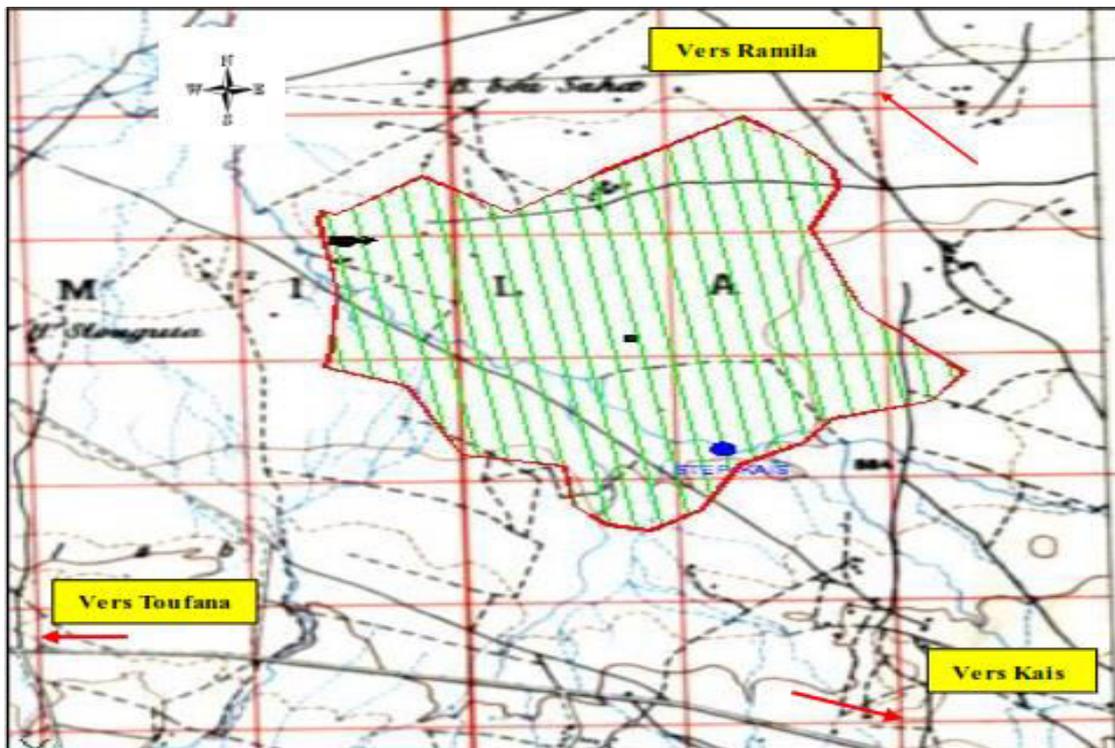


Figure III-1 : carte délimitation du périmètre (extrait de la carte d'état majeure de Toufana 1/50.000^{ème}).

Source : HYDRO PROJET OUEST H.P.O 2 , Rue Bahi Amar Es Senia Oran Tél :
(041) 58 32 73/74

III .9.2.L'origine des effluents à traiter :

La Station d'Épuration de Kais traite toutes les eaux usées de la ville de Kais.

Le réseau d'assainissement de la ville est du type pseudo-séparatif, les eaux usées sont constituées par des effluents d'origine domestique ou par des effluents provenant des activités commerciales .Les effluents à traiter sont donc des effluents urbains.

La longueur totale du réseau d'assainissement est de 89148 ml avec un taux de branchement de 97.5 % (Source : annuaire statistique de la wilaya de Khenchela 2012).

Les eaux usées brutes arrivent gravitaire à travers une conduite de diamètre 800

III .9.3.Type de traitement :

Le principe du traitement adopté est celui d'une épuration **biologique par boues activées à faible charge** compte tenu d'un rejet de 30 mg/l en DBO5, L'épuration biologique est l'étape essentielle du traitement car elle doit permettre :

- o L'élimination de la pollution carbonée,
- o La nitrification de la pollution azotée par transformation de l'azote
- o Organique et de l'azote ammoniacal en nitrites puis en nitrates,
- o La dénitrification afin d'éliminer l'azote contenu dans les nitrites et les nitrates en le transformant en azote gazeux rejeté vers l'atmosphère,
- o L'élimination des substances phosphorées.

III .10.Analyse physico-chimiques des eaux épurées de la station d'épuration de la commune KAIS :

III .10.1.Introduction

Lorsqu'on veut réaliser un aménagement hydro-agricole, l'un des chapitres les plus importants qu'il ne faut pas négliger, est celui de la qualité de l'eau d'irrigation. L'eau épurée de la step de kais qui sera destiné à l'irrigation du périmètre est de qualité acceptable, et qui peu répond aux normes des eaux réutiliser destiner à l'irrigation.

Remarque :

Toutes les analyses physico-chimiques ont été faites au niveau du laboratoire d'analyse d'eau de l'**agence nationale des ressources hydrauliques d'Alger (ANRH)**.

Les eaux de réutilisations du futur périmètre proviennent du chef-lieu de la ville de Kais.

La Salinité et dureté des eaux de la STEP de Kais :

Tableau III-7 : 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	2	légère
Matière dissoutes totales (Mg/l)	< 700	700 - 2000	> 2000	30	aucune
RAS (Ratio Absorption Sodium)	< 3	3 - 9	> 9	2,53	aucune
Alcalinité ou dureté (équivalent en CaCO ₃)	80 - 120		> 200		
Ph	< 7	7 - 8	> 8	7,6	légère

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

- Normes du SAR :

- ✓ SAR ≤ 10 Risque faible ;
- ✓ 10 < SAR ≤ 18 Risque moyen ;
- ✓ 18 < SAR ≤ 26 Risque élevé ;
- ✓ < 26 Risque très élevé

Pour la STEP de KAIS SAR=2.53 (Bulletin d'analyse N°3167/15 reçu le 24/06/2015) est très faible (SAR<10 Risque faible)

Tableau III-8 : 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 µmhos/cm à 25°C	< 750	750 - 3000	> 3000	2000
Concentration total mg/l	< 500	500 - 2000	> 2000	1440

D'après les normes le risque est **léger à modéré**

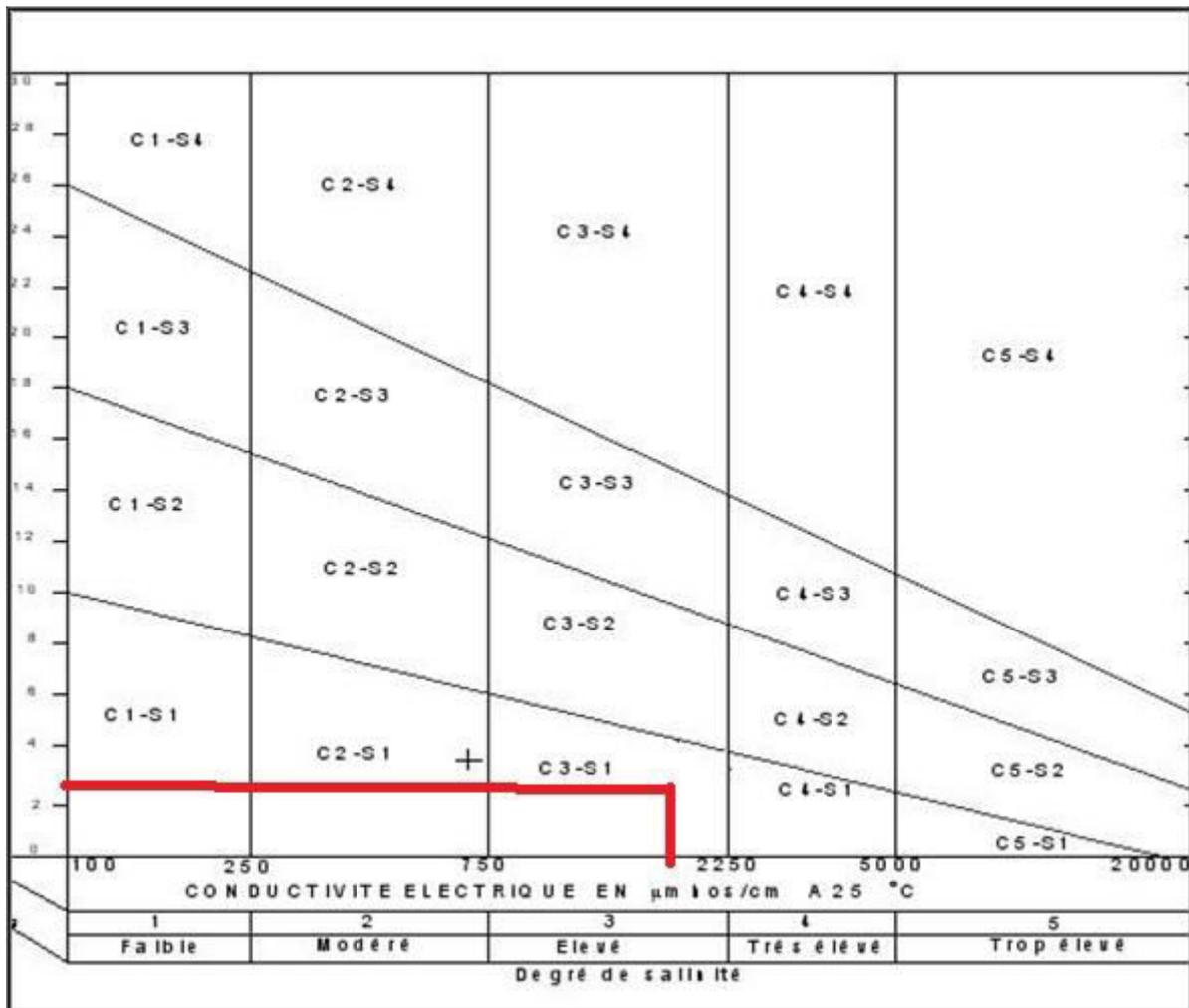


Figure III-2 : diagramme de Riverside, d'après l'US Salinity Laboratory Staff (1954).

SAR=2.53 et CE = 2000 donc d'après **Riverside** la classe de notre périmètre est **C3S1**

III .10.2.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 Kais.

Chapitre IV :
ETUDE
HYDROLOGIQUE

Chapitre IV

Etude hydrologique

IV .1.Introduction

L'hydrologie est une science qui étudie la phase du cycle d'eau qui débute avec l'arrivée de celle-ci sur la surface de la terre . Actuellement, l'hydrologie est devenue une science importante de l'art d'ingénieur intéressé à l'exploitation et au contrôle des eaux naturelles . des études hydrologiques plus ou moins poussées sont indispensables pour toute mise en œuvre de projet hydroélectrique, de distribution d'eau ,de protection contre les crues ,d'assainissement , de drainage , d'irrigation ,de barrage et de navigation fluviale etc ...

IV .2. Etude de la précipitation annuelle :

L'étude des précipitations constitue un élément essentiel pour l'analyse des ressources en eaux. Cette étude est basée sur les données des stations pluviométriques disponibles 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=313,136km, Y=3927,651km, à 19km au Nord-Ouest de son centre de gravité et à 5.4 km de la station d'Ain Mimoun) au données pluviométriques (cumulée et maximale journalière) assez complètes, étalées sur une période d'observation assez longue. Les paramètres des stations sont donnés au tableau suivant. Ces données, surtout celles de la pluviométrie maximale journalière, sont plus ou moins régulières et s'étalent sur une période assez longue. .Ces données pluviométriques collectées au niveau de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) .

Tableau IV-1 : Paramètres des stations climatiques (ONM/ANRH)

Nom de la station	Foum El Gueiss	Ain Mimoun
Code (ANRH)	07 07 01	07 07 04
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

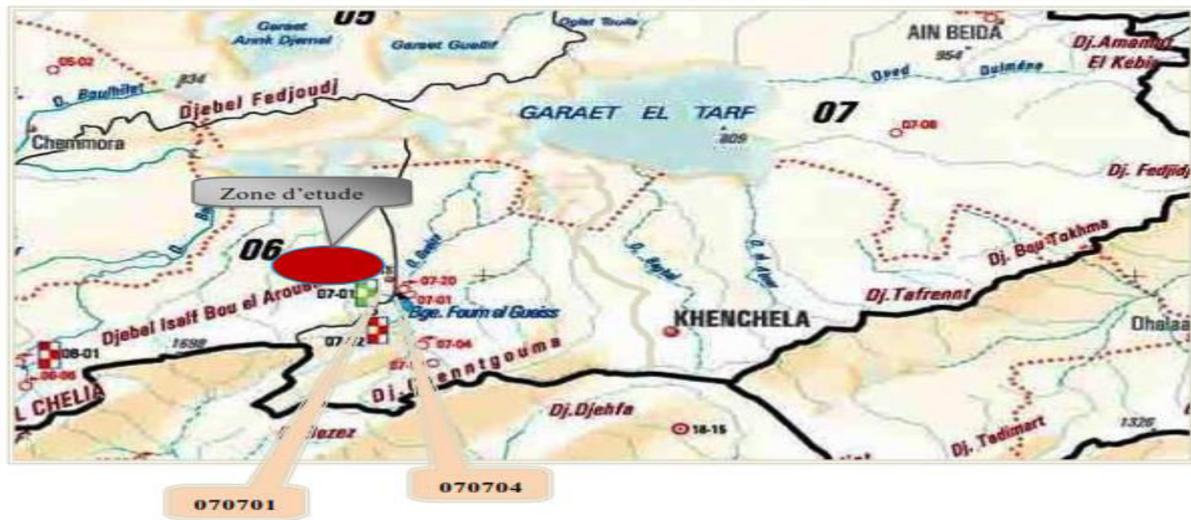
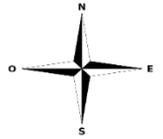


Figure IV-1 : Localisation des Stations Pluviométriques utilisée à partir de la carte Hydroclimatique de l'ANRH échelle 1/100.000

Pour l'exécution de l'étude hydrologique, nous avons pris en considération la station de **d'Ain Mimoun** qui est proche du site et comporte une période d'observations de pluies annuelles plus longue.

IV .3.Homogénéité de la série pluviométrique :

Avant de procéder au comblement des lacunes et extension des séries pluviométriques, nous avons testé l'homogénéité des échantillons en notre possession par l'utilisation du test non paramétrique de Wilcoxon pour l'identification des anomalies et les valeurs erronées. Le test d'homogénéisation appliqué sur les données pluviométriques sert à détecter les valeurs erronées dans les séries étudiées. Le test de Wilcoxon est le plus puissant teste non paramétrique, souvent sollicité dans les études hydrologiques (études des pluies et des apports). La série de donnée d'origine devra être devisée en deux sous séries X et Y telles que N1 et N2 représentant respectivement le nombre (taille) de ces deux séries, avec $N1 \leq N2$. On constitue la série XUY après avoir classé la série d'origine par ordre décroissant puis on attribue à chaque valeur son rang en précisant à quelle sous série elle appartient.La vérification de l'homogénéité des séries se fait à un degré de probabilité de 95%.

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

Avec :

○ $W_x = \sum |rangx| Wx$: Somme des rangs de l'échantillon x (IV-1)

○ $W_{min} = \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} - 1,96 \left[\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right]^{0,5}$ (IV-2)

○ $W_{max} = (N_1 + N_2 + 1)N_1 - W_{min}$ (IV-3)

Tableau IV-2 : Détail de calcul d'homogénéité de la série pluviométrique à la station de référence (070704)

Rang	Série d'origine	Série X (mm)	Série Y (mm)	Ordre décroi	X U Y(origine)
1	265.5	265.5	528	704.4	X
2	688.3	688.3	432.3	688.3	X
3	257.4	257.4	325	686	Y
4	550.4	550.4	315.4	615.6	X
5	615.6	615.6	686	592.9	Y
6	418	418	139.9	568.6	X
7	568.6	568.6	534.9	550.4	X
8	512.4	512.4	339.3	534.9	Y
9	473.8	473.8	417.2	530.6	X
10	288.4	288.4	257.7	528	Y
11	283.2	283.2	351.7	519.25	Y
12	388.6	388.6	415.4	512.4	X
13	460.5	460.5	459.6	501	X
14	530.6	530.6	472.5	483.9	Y
15	445.4	445.4	592.9	473.8	X
17	301.4	301.4	444	472.5	Y
18	423.2	423.2	299.8	460.5	X
19	400.8	400.8	519.25	459.6	Y
20	363.4	363.4	483.9	445.4	X
21	292.4	292.4	431.01	444	Y
22	422.9	422.9		432.3	Y
23	704.4	704.4		431.01	Y
24	501	501		423.2	X
25	528			422.9	X
26	432.3			418	X
27	325			417.2	Y
28	315.4			415.4	Y
29	686			400.8	X
30	139.9			388.6	X
31	534.9			363.4	X
32	339.3			351.7	Y
33	417.2			339.3	Y
34	257.7			325	Y
35	351.7			315.4	Y
36	415.4			301.4	X
37	459.6			299.8	Y
38	472.5			292.9	X
39	592.9			288.4	X
40	444			283.2	X
41	299.8			265.5	X
42	519.25			257.7	Y
43	483.9			257.4	X
44	431.01			139.9	Y

Détermination du paramètre :

$$W_x = \sum |\text{rang}_x|$$

W_x : Somme des rangs de l'échantillon x

$$W_x = \sum |\text{rang}_x| = 1+2+4+6+7+9+12+13+15+18+20+24+25+26+29+30+31+36+38+39+40+41+43 = \mathbf{509}$$

$$\text{Et } W_y = \sum |\text{rang}_y|$$

W_y : Somme des rangs de l'échantillon y

$$W_y = \sum |\text{rang}_y| = 3+5+8+10+11+14+16+17+19+21+22+23+25+27+28+32+33+34+35+37+42+44 = \mathbf{465}$$

$$W_{\min} = \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} - 1,96 \left[\frac{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right]^{0,5}$$

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

Avec :

$$N_1 = \mathbf{21} \quad ; N_2 = \mathbf{24}$$

Ce que implique :

$$W_{\min} = 373.849 \approx \mathbf{374}$$

$$W_{\max} = 592.151 \approx \mathbf{592}$$

$$\mathbf{W_{\min} = 374 < W_x = 509 < W_{\max} = 592}$$

La condition du test est vérifiée. La série pluviométrique de la zone d'étude est donc homogène à un intervalle de confiance de 95%.

IV .4. Etude des pluies moyennes mensuelles et annuelles :

Les précipitations sont définies comme l'ensemble des eaux météorologique recueillies par un bassin versant sous forme liquide (pluie, brouillard, rosée...) ou sous forme solide (neige, grêle, givre...).

La hauteur de précipitation est la hauteur de la lame d'eau précipitée qui s'accumulerait sur une surface horizontale si toutes les précipitations y étaient immobilisées sous forme liquide. Son unité de mesure est le **mm** . Sur une surface de 1 ha, 1 mm de pluie représente 10 m³ d'eau.

Tableau IV-3 : Pluies moyennes mensuelles et annuelles de la station de référence (070704) d'Ain Mimoun

Année	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.		Fev.	mars	avril	mai	juin	Juil.	aout	annuel
1968	36.1	0	0	27.6	46.9	19	66.5	42.4	0.6	0	8	18.4	265.5
1969	175.2	102.2	0	82	24	1.3	14.5	150.8	71	46.9	20.4	0	688.3
1970	12.6	58.2	0	14.3	31.5	66.2	21.5	0	33	0	20.1	0	257.4
1971	0.0	27.3	29.5	17.3	72.9	36.9	98.1	135	80.5	44.5	8.4	0	550.4
1972	24.5	129.4	26.2	64.3	42.2	61.4	132.8	48.7	3.1	31.4	2.4	49.2	615.6
1973	6.3	21.9	12.8	182	6.6	41.5	42.9	36.6	12.5	27.4	20.2	7.3	418
1974	65.1	66.5	38.2	13.6	69.8	85.2	65	43.7	82.1	1.6	3.7	34.1	568.6
1975	33.8	5.5	82.8	21.8	45.5	64.3	101.7	30.3	77.1	12	15.3	22.3	512.4
1976	59	27.7	88.9	20.3	30.6	14.5	60.5	71.9	45.5	34.6	0	20.3	473.8
1977	13.5	0.1	113.6	1	10.6	33.1	31.8	11.7	20	0	0	53	288.4
1978	3	50.7	8.5	4	5.3	61.5	11	128.7	10.5	0	0	0	283.2
1979	122.8	4.5	6.4	20.4	11.3	75.8	85.3	57.1	0	3.7	0	1.3	388.6
1980	18.8	2.7	28.8	136.4	38.2	56.4	54.9	21.3	10.2	48.7	25.2	18.9	460.5
1981	54.1	27.9	11	20.3	76.6	43.5	28.8	144.5	123.9	0	0	0	530.6
1982	19.1	90.6	117	15.9	1.8	19.2	25.4	0	23	7.5	0	125.9	445.4
1983	0	60.8	14.8	20.9	43.5	48.9	53	38.4	4.7	5.1	1.4	9.9	301.4
1984	3.9	73	23.5	88	25.4	10.2	80.1	28	77.1	3	11	0	423.2
1985	73.4	22.4	7.3	16.4	20.4	18.7	175.9	34.1	15.9	10.8	0.4	5.1	400.8
1986	51	18.3	55.4	34.5	6.7	40	32.4	14.3	30.3	43.6	24.4	12.5	363.4
1987	15.2	25.5	21.6	20.7	30.3	17.3	7.8	18	62.8	65.8	0.9	6.5	292.4
1988	22.3	5.9	58.3	56.8	14.8	13.1	22.6	33.2	30.8	89.1	41.2	34.8	422.9
1989	81.5	36.6	18.5	39.1	202.3	0	71.4	42.8	65.2	5.4	54.5	87.1	704.4
1990	29.4	11.7	91	74.5	25.4	49.2	104.7	43.6	43.7	10.6	0	17.2	501
1991	35.8	98.9	29	17.5	43	36.4	106.3	73.2	81.4	6.5	0	0	528
1992	25	32.5	62.5	88.5	21	35.7	53.5	14.5	56	3.5	30.5	9.1	432.3
1993	31	21	24.6	67.5	35	29	42.2	30	7.4	0	22.5	14.8	325
1994	41.4	28.7	33.5	7	44	1.5	46.7	23	0	42.8	28.3	18.5	315.4

1995	63.6	56.3	23.5	12	73.5	155.7	96	67	73.4	40.5	9.5	15	686
1996	15.5	0	5.5	11.5	22	0	17	31	8	7.4	15.5	6.5	139.9
1997	0	39.7	83.5	54	0	37.7	82.7	77.2	67.2	33.7	2.4	56.8	534.9
1998	36.1	56.5	36.4	18.8	44.3	14.4	23.7	11.4	38	11	4.1	44.6	339.3
1999	21.5	58.4	83.5	71.5	13.1	3.8	10.5	7.1	103.1	30.6	0	14.1	417.2
2000	10.7	30.7	17.9	15.3	21.7	11	4.9	36.6	89.4	2.2	0	17.3	257.7
2001	81	48.8	34	13.6	8.7	36.7	22.1	22.5	0	0	0	84.3	351.7
2002	33.3	14.1	76.1	30.9	70.9	27.6	34.1	57.6	22	31.7	1.4	15.7	415.4
2003	20.9	60.8	40.8	21.8	8.9	17.9	27.2	34.8	116.5	82.5	27.5	0	459.6
2004	21.1	10.8	96	134.5	22.3	58.2	33.2	38.9	8	26	15	8.5	472.5
2005	30	31.2	29.3	50	75.9	45.2	8.1	25.9	123.8	96.4	38.5	38.6	592.9
2006	20.2	29	20.9	68	7.4	13.2	97.5	109.5	23.9	12.5	4	37.9	444
2007	31.9	8.3	15.3	17.9	12.3	9.9	25	19.3	76.5	3	43.7	36.7	299.8
2008	3.2	27.7	9.8	41.05	142.9	12.7	67.2	38.1	73	3.6	16.5	83.5	519.25
2009	126.6	17.6	7	16.7	68.2	25.2	29.6	74.5	66	32.9	4.4	15.2	483.9
2010	64.2	28.9	60	14.9	22.3	34.5	52.76	46.84	46.6	22.82	12.41	24.78	431.01
Moyenne	37.99	36.50	38.21	41.05	38.14	34.50	52.76	46.84	46.60	22.82	12.41	24.78	432.60

IV .5.Ajustement statistique des pluies :

Les données des pluies annuelles sont souvent ajustables à des lois statistiques nombreuses , ceci est du a la faible variabilité interannuelle pour certaines station.dans notre cas ,on utilise pour celle qui garantit le meilleur ajustement possible.les lois d'ajustement les plus communément employées dans le cas de plus annuelles sont les suivantes :

- **Loi normal (Gauss)**
- **Loi log-normal (Galton)**

IV .5.1.Ajustement des pluies annuelles à la loi de Gauss ou loi normale

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

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \text{ (Fréquence au non dépassement)} \quad \text{(IV-4)}$$

u Est la variable réduite de Gauss .Elle est donnée par $u = \frac{x-\bar{x}}{\sigma}$

Pour les calculs, on a utilisé le logiciel **HYFRAN**. Les résultats sont représentés dans les tableaux suivant

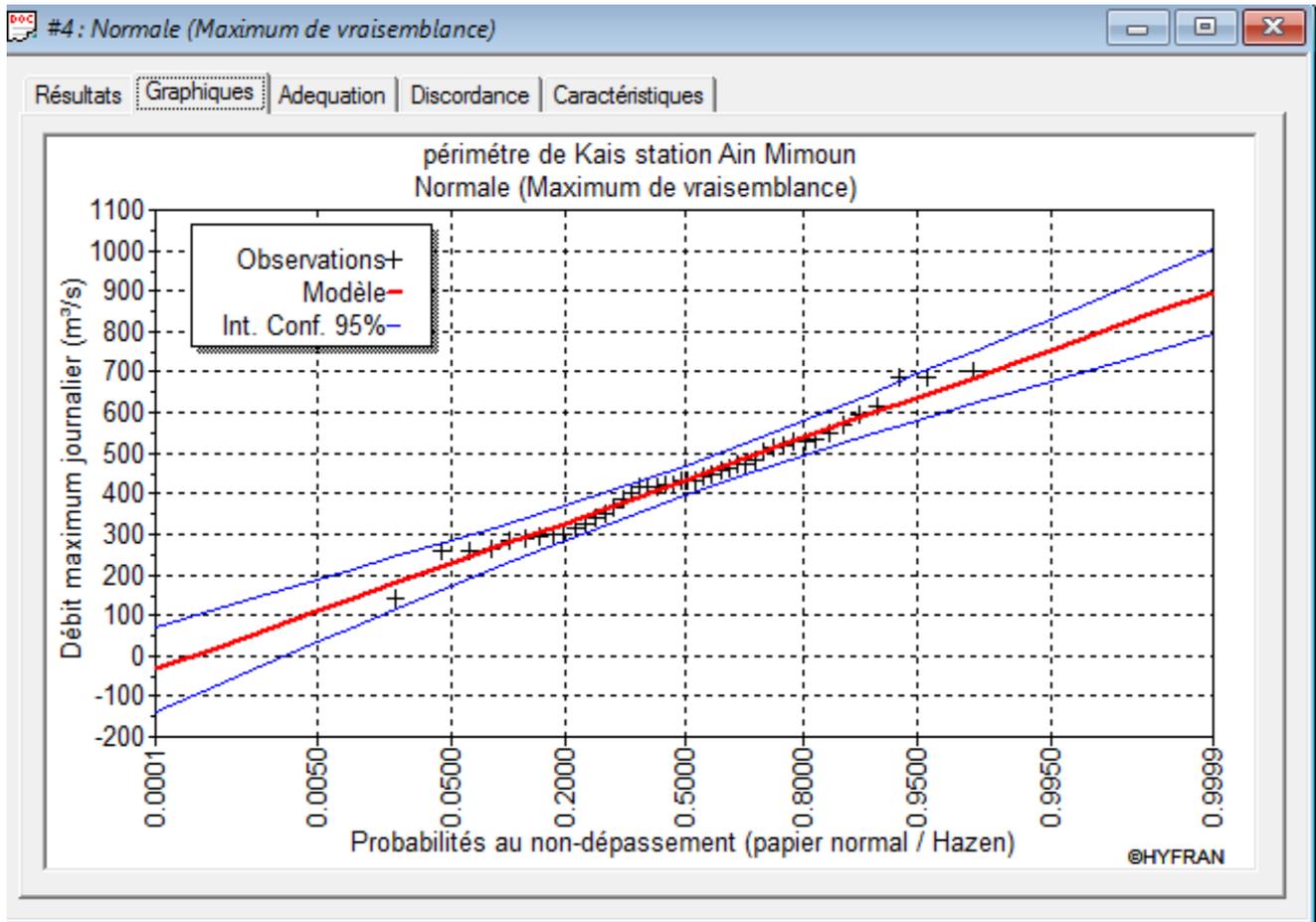


Figure IV-2: Ajustement des pluies annuelles à la loi normal (Gauss)

Tableau IV-4: résultat de khi carré par le logiciel hyfran pour la loi normal

khi carré (χ^2) calculée	Degré de liberté	Nombre de classe
7.44	6	9

IV .5.2.Ajustement à la loi log-normale (Galton) :

On dit qu'une Variable aléatoire X a une distribution log normal lorsque : $Y = \ln X$ est normal. La loi de Galton résulte de la loi normale mais rendue dissymétrique par un changement de variable. Sa fonction de répartition est donnée par :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \quad (\text{Fréquence au non dépassement}) \quad (\text{IV-5})$$

$$\text{Avec la valeur réduite } u \text{ est donnée par : } u = \frac{\ln x - \overline{\ln x}}{\sigma_{\ln x}}. \quad (\text{IV-6})$$

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

$\sigma_{\ln x}$: La variance calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique sa formule s'écrit comme suit :

$$\delta_{\ln x} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \overline{\ln(X)}]^2} \quad \text{Si } n < 30. \quad (\text{IV-7})$$

$$\delta_{\ln x} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \overline{\ln(X)}]^2} \quad \text{Si } n \geq 30. \quad (\text{IV-8})$$

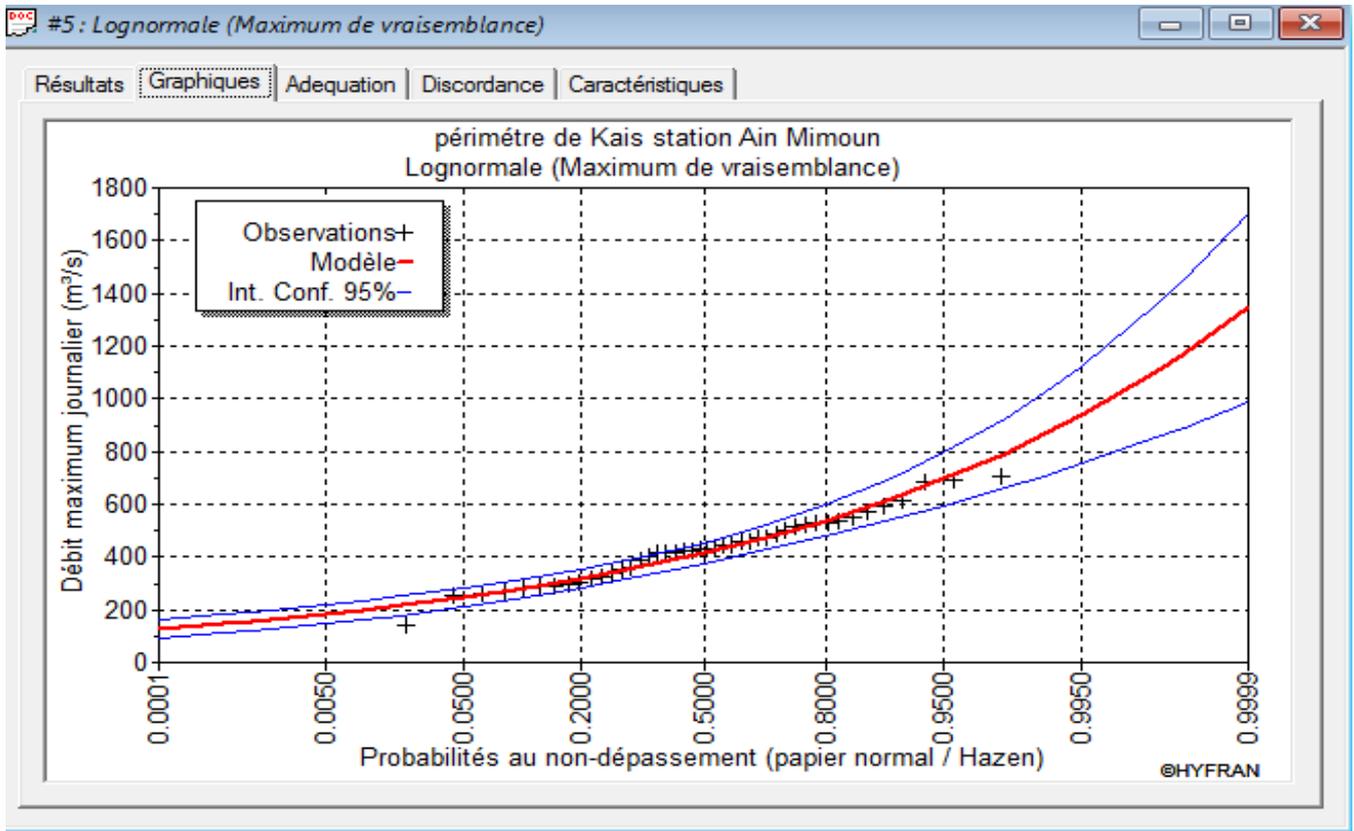


Figure IV-3 : Ajustement des pluies annuelles à la loi log-normal (Galton)

Tableau IV-5 : résultat de khi carré par le logiciel hyfran pour la loi normal

khi carré (χ^2) calculée	Degré de liberté	Nombre de classe
5.35	6	9

IV .5.3. Test de validité d'un ajustement

Statistique Khi² :

Comme critère de comparaison, la variable χ^2 est utilisée pour un risque de $\alpha = 5\%$ et un nombre de degré de liberté $\gamma = K-1-m$

Avec :

K= nombre de classes

m= nombre de paramètre de la loi

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - v_i)}{v_i} \quad (\text{IV-9})$$

Ou :

n_i : nombre d'observation contenues dans la classe i

v_i : nombre d'observation théorique calculés dans la classe i. Ce nombre doit être supérieur ou égale 5

χ^2 : variable aléatoire variant de 0 de ∞

et il faut vérifiée la condition suivant :

$\chi^2_{\text{calculée}} < \chi^2_{\text{théorique}}$

Avec : $\chi^2_{\text{théorique}} = g(\gamma, \alpha)$

Avec : $\gamma = 6$ et $\alpha = 0.05$

($\chi^2_{\text{théorique}}$: Tiré de la table de Gauss avec un nombre de degré de liberté $\gamma=6$ et $\alpha = 0.05$)

$\chi^2_{\text{théorique}} = 12.592$

$\chi^2_{\text{calculée}}$: donnée par le logiciel HYFRAN.

Pour la loi normale : $\chi^2_{\text{calculée}} = 7.44$

Pour la loi log-normale : $\chi^2_{\text{calculée}} = 5.35$

Et $\chi^2_{\text{théorique}} = 12.592$

Après examen des ajustements obtenus, il ressort que **la loi log-normale ajuste mieux** la série des pluies annuelles à la station de Ain Mimoun

(χ^2 calculée pour loi log-normale = 5.35 < χ^2 calculée pour loi normale = 7.44)

Tableau IV-6 : Ajustement à la loi log-normal (Galton)

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)			
T (période de Retour)	Q (fréquence)	XT (quantile)	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
50	0.98	799	69.5	662 - 935
20	0.95	700	52.9	597 - 804
10	0.9	623	41.4	542 - 704
5	0.8	541	30.9	480 - 602
3	0.6667	474	24.3	427 - 522
2	0.5	413	20.2	373 - 453
1.25	0.2	315	18	280 - 351
1.0005	0.0005	144	18	108 - 179
1.0001	0.0001	125	17.4	91.0 - 159

IV .6.Détermination de l'année de calcul

Puisque la loi log-normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région,

Tableau IV-7 : Ajustement à la loi log-normal (Galton)

T = 1/q	q = F(X) (probabilité au non-dépassement)			
T (période de Retour)	Q (fréquence)	XT (quantile)	Ecart-type	Intervalle de confiance (95%)
2	0.5	413	20.2	373 - 453
1.25	0.2	315	18	280 - 351

On a obligé de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante ,donc on doit déterminer l'année de calcul ,elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%)

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80% ,on utilisé la loi suivant :

$$P_{\text{moy } 80\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} * \frac{P_{\text{theorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{theorique (50\%) annuelle}}} \quad \text{(IV-10)}$$

P_{théorique de 50%}=413 mm

P_{théorique de 80%}=315mm

P_{moy80%}=0.763*P_{moy- mensuelle}

Tableau IV-8 : pluviométrie moyenne pour chaque mois en (mm)

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Janv.	Fev.	mas	avri l	Mai	juin	Juil.	Aout
P _{moy} mm/mois	37.99	36.50	38.21	41.05	38.14	34.5	52.76	46.84	46.6	22.82	12.41	24.78
P _{moy80%} mm/mois	27.77	26.68	27.93	30	27.87	25.21	38.56	34.23	34.06	16.68	9.07	18.11

IV .7.Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous peuvent conclure que :

- ✓ La zone étudié caractérisé par une pluie moyenne annuelle est de **432.8mm**, la pluie de 80% est de l'ordre de **315 mm**, la pluie de 50% est de l'ordre de **413mm**.
- ✓ La série pluviométrie est opérée sur plusieurs étapes ,vérification de l'homogénéisation ,ajustement avec deux lois (normal et log-normal) et vérification de la validité de ces lois avec les test statistique .

Chapitre V :
LES BESOINS EN EAUX
DES CULTURES

Chapitre V

Les besoins en eaux des cultures**V.1.Introduction :**

Le besoin en eau d'irrigation, est la quantité d'eau que l'on doit apporter à la culture pour être sûre qu'elle reçoit la totalité de son besoin en eau ou une fraction déterminée de celui-ci. Si l'irrigation est la seule ressource en eau, le besoin en eau d'irrigation sera au moins égal aux besoins en eau de la culture et il est souvent plus important en raison des pertes à la parcelle (besoins de lessivage) percolation profonde, inégalité de répartition...etc.

V.2.Besoins en eau des cultures

La première étape de l'établissement d'un projet d'irrigation consiste à déterminer les besoins en eau des cultures.

En termes généraux, le besoin en eau d'une culture est équivalent au niveau d'évapotranspiration nécessaire à sa croissance optimale.

V.3.L'évapotranspiration potentielle de référence (ET_o)

C'est l'évapotranspiration maximale (c.à.d. Le sol est à sa capacité de retentions) d'un gazon ras couvrant complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue (**Perrier, 1977**).

De façon précise, le besoin en eau est défini comme le niveau d'évapotranspiration d'une culture indemne de maladie et poussant dans une parcelle d'une surface supérieure à un hectare dans les conditions optimales de sol ; ces dernière consistent en une fertilité et une humidité suffisante pour atteindre le potentiel de production de la culture dans le milieu considéré.

Pour prédire l'évapotranspiration de référence on utilise des méthodes basées sur des variables climatiques, parmi les plus communiquèrent employés sont :

- Méthodes de lysimètre
- Méthodes des stations expérimentales
- Méthodes directes de l'évaporation
- Méthodes empiriques

En ce qui concerne les méthodes empiriques, il existe des formules de calcul dont les principales sont:

- Prinstley- Taylor
- Makkink
- Turc
- Hargreaves
- Blaney – Criddle

- Thornthwaite
- Penman et Monteith modifiée.

Sur la base des résultats de plusieurs études, notamment celle de (**Jensen, 1990**), la consultation d'experts menée par la FAO sur les méthodologies d'estimation des besoins en eau des cultures (**Smith 1992**), a conduit à recommander la méthode de Penman Monteith modifiée comme méthode privilégiée l'estimation de ETo.

V.4. Calcul de l'évapotranspiration de référence (ET₀) par la formule Penman-Monteith

La détermination de l'évapotranspiration de référence (ET₀) est calculée en se basant sur la formule de Penman-Monteith modifiée :

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta (Rn - G) + \gamma \frac{Cste}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (\text{V-1})$$

Avec:

ET₀ : évapotranspiration de référence [mm jour⁻¹],

R_n : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m⁻² jour⁻¹],

G : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m⁻² jour⁻¹],

T : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C]

u₂ : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s⁻¹],

e_s : pression de vapeur saturante [kPa],

e_a : pression de vapeur réelle [kPa],

e_s-e_a : déficit de pression de vapeur saturante [kPa],

Δ : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C⁻¹],

γ : constante psychrométrique [kPa °C⁻¹].

Pour l'exécution des calculs, nous avons appliqué le logiciel CROPWAT, où nous avons introduit les données mensuelles de la station météorologique d'Ain **Mimoun**

- Température : Les températures minimales et maximales mensuelles.
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprimée en pourcentage (%).
- Insolation journalière : donnée en heures d'insolation.
- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en km/jour.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ETo calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind m/s	Sunshine hours	Radiation MJ/m²/day	ETo mm/month
January	0.5	13.0	64	2.8	6.2	10.1	58.24
February	2.7	14.7	65	1.7	6.5	12.7	55.14
March	5.6	18.7	63	1.2	7.5	16.7	83.34
April	6.4	22.2	58	1.4	7.6	19.5	111.07
May	11.7	26.6	48	1.9	9.0	23.0	161.24
June	16.3	31.9	46	1.0	10.9	26.2	167.69
July	18.4	35.9	44	2.2	11.6	26.9	225.61
August	18.8	35.1	44	1.2	10.7	24.4	174.67
September	17.7	28.9	49	1.8	8.9	19.5	138.14
October	11.7	25.9	63	1.8	7.7	14.9	98.56
November	6.3	21.6	62	1.7	6.6	11.0	65.58
December	3.6	9.1	47	1.8	6.0	9.3	46.26
Average	10.0	23.6	54	1.7	8.3	17.9	1385.55

Figure V-1 : calcul de L'ET0 entrées dans le Cropwat

V.5.L'évapotranspiration maximale (ETM ou ETc)

L'évapotranspiration maximale d'une culture (ETM) qui régissent les besoins en eau d'une culture durant un stade végétatif donné se calcule en multipliant l'évapotranspiration de référence ETo par un coefficient cultural, Kc.

$$ET_c = K_c \times ET_0 \tag{V-2}$$

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.

V.6. 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:

$$E_i = E_t \cdot E_d \cdot E_u \tag{V-3}$$

Avec: **E_i**: Efficience d'irrigation en (%)

E_e: 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

V.7.La pluie efficace :

La pluie efficace est définie comme étant la fraction des précipitations qui contribuent effectivement à la satisfaction des besoins de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, et par percolation en profondeur etc....

Plusieurs méthodes permettent de calcules ces pluies, mais ici nous retenons la méthode de pourcentage détaillée comme suit :

$$\text{Pluies efficaces (en mm/mois)} = A \times \text{Pluies totales (mm/mois)} \tag{V-4}$$

Avec : **A** : coefficient estimé à 0,8. Les valeurs moyennes mensuelles de P_{eff} sont regroupées dans le tableau suivant:

Tableau V-1 : Calcul de la pluie efficace par le Cropwat

	Rain	Eff. rain
	mm	mm
January	27.9	22.3
February	25.2	20.2
March	38.6	30.8
April	34.2	27.4
May	34.1	27.2
June	16.7	13.3
July	9.1	7.3
August	18.1	14.5
September	27.8	22.2
October	26.7	21.4
November	27.9	22.3
December	30.0	24.0
Total	316.2	252.9

Tableau V-2 : Précipitation efficace dans la zone d'étude.

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
P (mm)	27.8	26.7	27.9	30	27.9	25.2	38.60	34.2	34.1	16.7	9.1	18.1
P _{eff} (mm)	22.2	21.4	22.3	24	22.3	20.2	30.8	27.4	27.2	13.3	7.3	14.5

V.8.Choix des cultures :

Le choix des cultures à mettre en place doit concilier entre les critères suivants :

- Les conditions climatiques de la région étudiée.
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation.
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique.

Pour l'établissement du calendrier cultural adaptable aux diverses condition du périmètre d'étude périmètre haut Isser, nous avons tenu compte :

- De la vocation agro-alimentaire de la région.
- Du choix des services agricoles de la wilaya qui tendent vers la diversification et l'intensification des cultures pratiquées dans la région.
- D'un aperçu sommaire sur les qualifications de la main d'œuvre actuelle dans la conduite des cultures envisagées.
- Des disponibilités des moyens de production.

V.9.Définition des besoins en eau d'irrigation nette d'une culture

C'est la quantité d'eau nécessaire à fournir à une culture pour satisfaire les besoins en eau durant tout son cycle végétatif. Cette quantité ne comprend ni les apports naturels, ni les diverses pertes subies pendant les stockages, les transports et la distribution, ni les besoins de lessivage.

V.10.Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

$$B = ETM - (P_{eff} + RFU_{i-1}) \quad (V-5)$$

Et :

$$ETM = ET_0 * KC \quad (V-6)$$

Avec :

Kc : coefficient qui dépend des conditions climatologiques

B : besoin en eau d'irrigation (mm).

ETM : évapotranspiration (mm/mois).

P_{eff} : pluie efficace

RFU_{i-1} : c'est la réserve facilement utilisable par les cultures, dans cette approche elle exprime

L'humidité du sol du mois précédent accessible aux cultures. Le calcul de la RFU se fait comme suit :

$$RFU = Y (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Da \cdot Z \quad (V-7)$$

Y : degré de tarissement. (2/3)

Da : densité apparente (1.35).

Z : profondeur d'enracinement mm.

H_{cc} : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (27%)

H_{pf} : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (16%)

Pe_{ff} : pluie efficace.

V.10.1. Calcul du débit spécifique

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture évalués précédemment à partir de la répartition culturale. La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 24 heures sur 24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle.

$$qs = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * E_i} \text{ l/s/ha} \quad (V-8)$$

B_{net} : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

N_i : nombre des heures d'irrigation=24h

N_j : nombre de jours du mois de pointe =30 jours

E_{i(k)} : Efficience d'irrigation

V.10.2. Evaluation du débit caractéristique :

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

$$Q_{car} = qs \cdot S \quad (V-9)$$

qs : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)

S : la superficie totales à irriguer = 400 ha

V.11. Occupation des sols :

Avant de déterminer les besoins en eau des cultures il est obligé de définir l'occupation du sol et la répartition des cultures dans le périmètre, on a essayé de proposer des scénarios qui sont retenue dans le tableau suivant :

Tableau V-3: Scénarios d'occupation du sol par l'ensemble de l'exploitation du périmètre

Scenarios	Céréales %	Maraichères %	Fourragères %	Arboricultures %	Totales %
1	50	25	0	25	100
2	40	30	10	20	100
3	15	35	20	30	100

On a choisir le scenario 1 car notre sol est de class peu évolue et sols calcimagnésiques et ce scenario adapter mieux avec ce choix des cultures.

V.12. Assolements des cultures

L'assolement est la division des terres d'une exploitation agricole en parties distinctes, appelées soles consacrées chacune à une culture donnée pendant une saison culturale. Dans chaque sole, les cultures peuvent varier d'une année à l'autre.

La rotation est la succession culturale ou rotation, qui est une notion différente. Donc L'assolement est la diversité géographique des cultures à un moment donné.

La rotation culturale est un élément important du maintien ou de l'amélioration de la fertilité des sols et donc un atout pour l'augmentation des rendements. On peut ainsi avoir des rotations biennales, triennales, quadriennale... .

V.12.1. Avantages de la rotation des cultures

- Elle contribue à rompre le cycle vital des organismes nuisibles aux cultures, en particulier la succession de plantes de familles différentes (par exemple alternance de graminées et de plantes oléifères, type blé et colza) permet de rompre avec le cycle de certaines adventices ;
- Grâce aux systèmes racinaires différents, le profil du sol est mieux exploré, ce qui se traduit par une amélioration des caractéristiques physiques du sol et notamment de sa structure, et donc de la nutrition des plantes ;
- L'emploi de légumineuses permet l'ajout d'azote symbiotique dans le sol. D'une façon générale, la composition des différents résidus de cultures participe à la qualité de la matière organique du sol.

La rotation culturale a donc un effet important sur la vie du sol et la nutrition des plantes.

Pour notre part, nous avons choisi un assolement biennal, qui vise l'intensification des céréales, étant donné que le périmètre de kais est une entité agricole qui a pour objectifs l'intensification et la diversification des cultures céréalières et fourragères.

Dans notre cas, nous avons retenu le scenario, qui permet de mieux diversifier les cultures et les rotations des cultures.

L'assolement proposé est détaillé comme suit :

Tableau V-4 : Assolement propose pour le périmètre de KAIS

<i>SOLE I</i>		<i>SOLE II</i>	
Culture	Superficie (ha)	Culture	Superficie (ha)
blé	200	Carotte	200
Piment/Poivron	25	Petit pois	25
Oignon	25	Haricot	25
P.D.T (AS)	25	Tomate	25
Tomate (AS)	25	Oignon	25
Arboriculture :(Olivier, Pommier)	100	Arboriculture :(Olivier, Pommier)	100
TOTAL	400		400

NB :

S : saison

AS : arrière-saison

V.13. Estimation des besoins en eau des cultures :

Pour chaque culture on calcule les besoins suivant le stade végétatif :

$$\text{Besoin brut (mm)} = \text{Besoin nette} / k \quad (\text{V-10})$$

K : coefficient de l'efficience d'irrigation

K= [0.45,0.5] pour le système gravitaire

K=0.75 pour le système d'aspersion

K= 0.9 pour le système goutte à goutte

On a choisi k=0.75 le système d'aspersion

Tableau V-5 : 1-Besoins en eau des céréales (Blé):

Mois	Pluie moye (mm)	Pluie eff(mm)	ET0 (mm)	Z	KC	ETM (mm)	RUF	RUF réelle	Besoin nette (mm)	Besoin brut (mm)	Besoin brut (m ³ /ha)	Qsp (l/s/ha)
Sep	27.8	22.24	58.24					0	0	0	0	0.00
Oct.	26.7	21.36	55.14					0	0	0	0	0.00
Nov.	27.9	22.32	83.34	0.3	0.35	29.2	29.7	9.9	6.88	9.2	91.7	0.04
Déc.	30	24	111.07	0.4	0.35	38.9	39.6	13.2	5	6.7	66.7	0.03
Jan	27.9	22.32	161.24	0.5	0.51	82.2	49.5	16.5	46.68	62.2	622.4	0.24
Fév.	25.2	20.16	167.69	0.5	0.87	145.9	49.5	0	109.24	145.7	1456.5	0.56
Mar	38.6	30.88	225.61	0.5	1.1	248.2	49.5	0	217.32	289.8	2897.6	1.12
Avril	34.2	27.36	174.67	0.6	1.1	192.1	59.4	0	164.74	219.7	2196.5	0.85
Mai	34.1	27.28	138.14	0.1	1	138.1	9.9	0	110.82	147.8	1477.6	0.57
Juin	16.7	13.36	98.56	0.2	0.48	47.3	19.8	6.6	6.44	8.6	85.9	0.03
Juill.	9.1	7.28	65.58					0	0	0	0	0.00
Aout	18.1	14.48	46.26					0	0	0	0	0.00

Tableau V-6 :2-Besoins en eau de Poivron :

Mois	Pluie moye (mm)	Pluie eff(mm)	ET0 (mm)	Z	KC	ETM (mm)	RUF	RUF réelle	Besoin nette (mm)	Besoin brut (mm)	Besoin brut (m ³ /ha)	Qsp (l/s/ha)
Sep	27.8	22.24	58.24				0	0	0	0	0.0	0.00
Oct.	26.7	21.36	55.14				0	0	0	0	0.0	0.00
Nov.	27.9	22.32	83.34				0	0	0	0.0	0.0	0.00
Déc.	30	24	111.07				0	0	0	0.0	0.0	0.00
Jan	27.9	22.32	161.24				0	0	0	0.0	0.0	0.00
Fév.	25.2	20.16	167.69				0	0	0	0.0	0.0	0.00
Mar	38.6	30.88	225.61				0	0	0	0.0	0.0	0.00
Avril	34.2	27.36	174.67	0.7	0.7	122.269	69.3	0	94.909	126.5	1265.5	0.49
Mai	34.1	27.28	138.14	1.1	0.9	124.326	108.9	0	97.046	129.4	1293.9	0.50
Juin	16.7	13.36	98.56	1.1	0.9	88.704	108.9	0	75.344	100.5	1004.6	0.39
Juill.	9.1	7.28	65.58	1.1	0.7	45.906	108.9	0	38.626	51.50	515.0	0.20
Aout	18.1	14.48	46.26					0	0	0	0.0	0.00

Tableau V-7 : 3-Besoins en eau des Oignons :

Mois	Pluie moye (mm)	Pluie eff(mm)	ET0 (mm)	Z	KC	ETM (mm)	RUF	RUF réelle	Besoin nette (mm)	Besoin brut (mm)	Besoin brut (m ³ /ha)	Qsp (l/s/ha)
Sep	27.8	22.24	58.24				0	0		0.0	0.0	0.00
Oct.	26.7	21.36	55.14	0.5	0.7	38.598	49.5	16.5	17.24	23.0	229.8	0.09
Nov.	27.9	22.32	83.34	0.7	0.8	66.672	69.3	23.1	27.85	37.1	371.4	0.14
Déc.	30	24	111.07	0.8	0.95	105.5165	79.2	0	58.42	77.9	778.9	0.30
Jan	27.9	22.32	161.24	0.8	0.95	153.178	79.2	0	130.86	174.5	1744.8	0.67
Fév.	25.2	20.16	167.69	0.8	0.75	125.7675	79.2	0	105.61	140.8	1408.1	0.54
Mar	38.6	30.88	225.61				0			0.0	0.0	0.00
Avril	34.2	27.36	174.67				0			0.0	0.0	0.00
Mai	34.1	27.28	138.14				0			0.0	0.0	0.00
Juin	16.7	13.36	98.56				0			0.0	0.0	0.00
Juill.	9.1	7.28	65.58				0			0.0	0.0	0.00
Aout	18.1	14.48	46.26							0	0.0	0.00

Tableau V-8 : 4-Besoins en eau du Pomme de terre :

Mois	Pluie moye (mm)	Pluie eff(mm)	ET0 (mm)	Z	KC	ETM (mm)	RUF	RUF réelle	Besoin nette (mm)	Besoin brut (mm)	Besoin brut (m ³ /ha)	Qsp (l/s/ha)
Sep	27.8	22.24	58.24				0			0.0	0.0	0.00
Oct.	26.7	21.36	55.14				0			0.0	0.0	0.00
Nov.	27.9	22.32	83.34				0			0.0	0.0	0.00
Déc.	30	24	111.07				0			0.0	0.0	0.00
Jan	27.9	22.32	161.24				0			0.0	0.0	0.00
Fév.	25.2	20.16	167.69	0.4	0.45	75.46	39.6	13.2	55.30	73.7	737.3	0.28
Mar	38.6	30.88	225.61	0.6	0.8	180.49	59.4	0	136.41	181.9	1818.8	0.70
Avril	34.2	27.36	174.67	0.6	1	174.67	59.4	0	147.31	196.4	1964.1	0.76
Mai	34.1	27.28	138.14	0.6	0.75	103.61	59.4	0	76.33	101.8	1017.7	0.39
Juin	16.7	13.36	98.56				0			0.0	0.0	0.00
Juill.	9.1	7.28	65.58				0			0.0	0.0	0.00
Aout	18.1	14.48	46.26							0	0.0	0.00

Tableau V-9 :5-Besoins en eau du Tomate :

Mois	Pluie moye (mm)	Pluie eff(mm)	ET0 (mm)	Z	KC	ETM (mm)	RUF	RUF réelle	Besoin nette (mm)	Besoin brut (mm)	Besoin brut (m ³ /ha)	Qsp (l/s/ha)
Sep	27.8	22.24	58.24				0			0.0	0.0	0.00
Oct.	26.7	21.36	55.14				0			0.0	0.0	0.00
Nov.	27.9	22.32	83.34				0			0.0	0.0	0.00
Déc.	30	24	111.07				0			0.0	0.0	0.00
Jan	27.9	22.32	161.24				0			0.0	0.0	0.00
Fév.	25.2	20.16	167.69				0			0.0	0.0	0.00
Mar	38.6	30.88	225.61	0.7	0.75	169.21	69.3	0	138.33	184.4	1844.4	0.71
Avril	34.2	27.36	174.67	0.9	0.9	157.20	89.1	0	129.84	173.1	1731.2	0.67
Mai	34.1	27.28	138.14	1.2	1.05	145.05	118.8	0	117.77	157.0	1570.2	0.61
Juin	16.7	13.36	98.56	1.2	0.85	83.78	118.8	0	70.42	93.9	938.9	0.36
Juill.	9.1	7.28	65.58				0			0.0	0.0	0.00
Aout	18.1	14.48	46.26							0	0.0	0.00

Tableau V-10 :6-Besoins en eau du Carotte :

Mois	Pluie moye (mm)	Pluie eff(mm)	ET0 (mm)	Z	KC	ETM (mm)	RUF	RUF réelle	Besoin nette (mm)	Besoin brut (mm)	Besoin brut (m ³ /ha)	Qsp (l/s/ha)
Sep	27.8	22.24	58.24	0.3	0.42	24.46	29.7	9.9	2.22	3.0	29.6	0.01
Oct.	26.7	21.36	55.14	0.4	0.7	38.60	39.6	13.2	7.34	9.8	97.8	0.04
Nov.	27.9	22.32	83.34	0.5	0.81	67.51	49.5	16.5	31.99	42.6	426.5	0.16
Déc.	30	24	111.07	0.6	0.77	85.52	59.4	19.8	45.02	60.0	600.3	0.23
Jan	27.9	22.32	161.24	0.7	0.57	91.91	69.3	23.1	49.79	66.4	663.8	0.26
Fév.	25.2	20.16	167.69			0.00	0			0.0	0.0	0.00
Mar	38.6	30.88	225.61							0.0	0.0	0.00
Avril	34.2	27.36	174.67							0.0	0.0	0.00
Mai	34.1	27.28	138.14							0.0	0.0	0.00
Juin	16.7	13.36	98.56							0.0	0.0	0.00
Juill.	9.1	7.28	65.58							0.0	0.0	0.00
Aout	18.1	14.48	46.26							0	0.0	0.00

Tableau V-11 :7-Besoins en eau de Petit pois :

Mois	Pluie moye (mm)	Pluie eff(mm)	ET0 (mm)	Z	KC	ETM (mm)	RUF	RUF réelle	Besoin nette (mm)	Besoin brut (mm)	Besoin brut (m ³ /ha)	Qsp (l/s/ha)
Sep	27.8	22.24	58.24				0			0.0	0.0	0.00
Oct.	26.7	21.36	55.14				0			0.0	0.0	0.00
Nov.	27.9	22.32	83.34				0			0.0	0.0	0.00
Déc.	30	24	111.07				0			0.0	0.0	0.00
Jan	27.9	22.32	161.24	0.7	0.8	128.99	69.3	0	106.67	142.2	1422.3	0.55
Fév.	25.2	20.16	167.69	0.7	0.95	159.31	69.3	0	139.15	185.5	1855.3	0.72
Mar	38.6	30.88	225.61	0.7	0.85	191.77	69.3	0	160.89	214.5	2145.2	0.83
Avril	34.2	27.36	174.67	0.7	0.75	131.00	69.3	0	103.64	138.2	1381.9	0.53
Mai	34.1	27.28	138.14			0.00				0.0	0.0	0.00
Juin	16.7	13.36	98.56							0.0	0.0	0.00
Juill.	9.1	7.28	65.58							0.0	0.0	0.00
Aout	18.1	14.48	46.26							0	0.0	0.00

Tableau V-12 : 8-Besoins en eau de l'Haricote :

Mois	Pluie moye (mm)	Pluie eff(mm)	ET0 (mm)	Z	KC	ETM (mm)	RUF	RUF réelle	Besoin nette (mm)	Besoin brut (mm)	Besoin brut (m ³ /ha)	Qsp (l/s/ha)
Sep	27.8	22.24	58.24							0.0	0.0	0.00
Oct.	26.7	21.36	55.14							0.0	0.0	0.00
Nov.	27.9	22.32	83.34							0.0	0.0	0.00
Déc.	30	24	111.07							0.0	0.0	0.00
Jan	27.9	22.32	161.24	0.5	0.5	80.62	49.5	0	58.30	77.7	777.3	0.30
Fév.	25.2	20.16	167.69	0.5	0.85	142.54	49.5	0	122.38	163.2	1631.7	0.63
Mar	38.6	30.88	225.61	0.7	0.95	214.33	69.3	0	183.45	244.6	2446.0	0.94
Avril	34.2	27.36	174.67	0.7	0.9	157.20	69.3	0	129.84	173.1	1731.2	0.67
Mai	34.1	27.28	138.14	0.7	0.7	96.70	69.3	0		0.0	0.0	0.00
Juin	16.7	13.36	98.56							0.0	0.0	0.00
Juill.	9.1	7.28	65.58							0.0	0.0	0.00
Aout	18.1	14.48	46.26							0	0.0	0.00

Tableau V-13 : 9-Besoins en eau des Olives :

Mois	Pluie moye (mm)	Pluie eff(mm)	ET0 (mm)	Z	KC	ETM (mm)	RUF	RUF réelle	Besoin nette (mm)	Besoin brut (mm)	Besoin brut (m ³ /ha)	Qsp (l/s/ha)
Sep	27.8	22.24	58.24	1.2	0.7	40.77	118.8	39.6	-21.07	-28.1	-281.0	-0.11
Oct.	26.7	21.36	55.14	1.2	0.7	38.60	118.8	39.6	-22.36	-29.8	-298.2	-0.12
Nov.	27.9	22.32	83.34	1.2	0.7	58.34	118.8	39.6	-3.58	-4.8	-47.8	-0.02
Déc.	30	24	111.07	1.2	0.75	83.30	118.8	0	19.70	26.3	262.7	0.10
Jan	27.9	22.32	161.24	1.2	0.75	120.93	118.8	0	98.61	131.5	1314.8	0.51
Fév.	25.2	20.16	167.69	1.2	0.75	125.77	118.8	0	105.61	140.8	1408.1	0.54
Mar	38.6	30.88	225.61	1.2	0.85	191.77	118.8	0	160.89	214.5	2145.2	0.83
Avril	34.2	27.36	174.67	1.2	0.85	148.47	118.8	0	121.11	161.5	1614.8	0.62
Mai	34.1	27.28	138.14	1.2	0.85	117.42	118.8	0	90.14	120.2	1201.9	0.46
Juin	16.7	13.36	98.56	1.2	0.85	83.78	118.8	0	70.42	93.9	938.9	0.36
Juill.	9.1	7.28	65.58	1.2	0.9	59.02	118.8	39.6	51.74	69.0	689.9	0.27
Aout	18.1	14.48	46.26	1.2	0.9	41.63	118.8	39.6	-44.23	-58.968	-589.7	-0.23

Tableau V-14 : 10-Besoins en eau des Pommiers :

Mois	Pluie moye (mm)	Pluie eff(mm)	ET0 (mm)	Z	KC	ETM (mm)	RUF	RUF réelle	Besoin nette (mm)	Besoin brut (mm)	Besoin brut (m ³ /ha)	Qsp (l/s/ha)
Sep	27.8	22.24	58.24							0.0	0.0	0.00
Oct.	26.7	21.36	55.14							0.0	0.0	0.00
Nov.	27.9	22.32	83.34							0.0	0.0	0.00
Déc.	30	24	111.07							0.0	0.0	0.00
Jan	27.9	22.32	161.24							0.0	0.0	0.00
Fév.	25.2	20.16	167.69							0.0	0.0	0.00
Mar	38.6	30.88	225.61	1.2	0.6	135.37	118.8	0	104.49	139.3	1393.1	0.54
Avril	34.2	27.36	174.67	1.2	0.8	139.74	118.8	0	112.38	149.8	1498.3	0.58
Mai	34.1	27.28	138.14	1.2	0.85	117.42	118.8	0	90.14	120.2	1201.9	0.46
Juin	16.7	13.36	98.56	1.2	0.9	88.70	118.8	0	75.34	100.5	1004.6	0.39
Juill.	9.1	7.28	65.58	1.2	0.8	52.46	118.8	0	45.18	60.2	602.5	0.23
Aout	18.1	14.48	46.26	1.2	0.8	37.01	118.8	39.6	22.53	30.037333	300.4	0.12

V.14.Calcul des besoins en eau pour les Assolements 1 et 2 :

Tableau V-15 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 1.

besoin nette pour les cultures d'assolement -1-							
	blé	Poivron	ognion	Pomme de terre	tomate	olivie	pomme
sept	0	0	0	0	0	-21.07	0
oct	0	0	17.24	0	0	-22.36	0
nov	6.88	0	27.85	0	0	-3.58	0
dec	5	0	58.42	0	0	19.7	0
janv	46.68	0	130.86	0	0	98.61	0
fév	109.24	0	105.61	55.3	0	105.61	0
mars	217.32	0	0	136.41	138.33	160.89	104.49
avr	164.74	94.909	0	147.31	129.84	121.11	112.38
mai	110.82	97.046	0	76.33	117.77	90.14	90.14
juin	6.44	75.344	0	0	70.42	70.42	75.34
juill	0	38.626	0	0	0	51.74	45.18
août	0	0	0	0	0	-44.23	22.53
totals	667.12	305.925	339.98	415.35	456.36	626.98	450.06
besMax	217.32	97.046	130.86	147.31	138.33	160.89	112.38

Tableau V-16 : Récapitulatif des besoins pour l'assolement 2

besoin nette pour les cultures d'assolement -2-							
	carotte	petit pois	haricot	tomate	ognion	olivie	pomme
sept	2.22	0	0	0	0	-21.07	0
oct	7.34	0	0	0	17.24	-22.36	0
nov	31.99	0	0	0	27.85	-3.58	0
dec	45.02	0	0	0	58.42	19.7	0
janv	49.79	106.67	58.3	0	130.86	98.61	0
fév	0	139.15	122.38	0	105.61	105.61	0
mars	0	160.89	183.45	138.33	0	160.89	104.49
avr	0	103.64	129.84	129.84	0	121.11	112.38
mai	0	0	0	117.77	0	90.14	90.14
juin	0	0	0	70.42	0	70.42	75.34
juill	0	0	0	0	0	51.74	45.18
août	0	0	0	0	0	-44.23	22.53
totals	136.36	510.35	493.97	456.36	339.98	626.98	450.06
besMax	49.79	160.89	183.45	138.33	130.86	160.89	112.38

D'après les deux tableaux on prend le débit spécifique de l'Assolement 1 car il est le plus exigeant. D'où les besoins de pointe correspondent au mois de mars (Assolement 1), soient donc 667.12 mm/mois, et ($q_s=3.34$ l/s/ha).

Remarque :

Il y a un risque de surdimensionnement car le débit spécifique calculé est très important :

$$q_s = 3.34 \text{ l/s/ha} < 1.5 \text{ l/s/ha}$$

.

Pour y remédier, nous avons trois méthodes pour estimer le débit spécifique :

- ✓ Prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures;
- ✓ Prendre en considération le débit spécifique de la culture la plus exigeante
- ✓ Prendre en considération la moyenne des débits spécifiques des cultures les plus exigeantes;

Pour résoudre ce problème on a essayé de travailler avec la première méthode et on Prendre la moyenne des débits spécifiques de l'ensemble des cultures

$$q_s = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * E_i} \text{ l/s/ha} \quad (\text{V-11})$$

B_{net} : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

N_i : nombre des heures d'irrigation=24h

N_j : nombre de jours du mois de pointe =30 jours

E_{i(k)} : Efficience d'irrigation

Pour le blé :

$$q_{s1} = 1.12 \text{ l/s/ha}$$

Pour la pomme de terre :

$$q_{s2} = 0.7 \text{ l/s/ha}$$

Pour la tomate :

$$q_{s3} = 0.71 \text{ l/s/ha}$$

Pour l'olivier :

$$q_{s4} = 0.83 \text{ l/s/ha}$$

Pour la pompier :

$$q_{s5} = 0.54 \text{ l/s/ha}$$

Pour le petit pois :

$$q_{s6} = 0.83 \text{ l/s/ha}$$

Pour l'haricote :

$$qs_7 = 0.94 \text{ l/s/ha}$$

$$qs = (1.12+0.7+0.71+0.83+0.54+0.83+0.94)/ 7$$

$$qs = 0.81 \text{ l/s/ha}$$

donc

Le débit spécifique moyen est de : 0.81 l/s/ha

Ce débit est largement inférieur à 1,5 l/s/ha donc le choix de ce débit reste valable.

V.15. Evaluation du débit caractéristique

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

$$Q_{car} = qs \cdot S$$

qs : débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)

S : la superficie nette à irriguer = 400 ha

$$Q_{car} = qs \cdot S = 0.81 * 400 = 324 \text{ l/s} = 1166.4 \text{ m}^3 / \text{h}$$

V.16. Estimation des besoins en eau totaux du secteur

La connaissance des volumes totaux d'irrigation est indispensable, elle permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage. Étant donné, que nous avons pris en considération un assolement biennal, nous avons calculé les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant.

Tableau V-17 : Besoin en eau d'irrigation des cultures

Cultures	Surfaces (ha)	Bes nette (mm)	Bes brut (m ³ /ha)	Bes tot (m ³)
Blé	200	667.12	5003.4	1000680
poivron	25	305.92	2294.4	57360
ognion	25	339.98	2549.85	63746.25
pdT	25	415.35	3115.125	77878.125
tomate	25	456.36	3422.7	85567.5
olivier	50	626.98	4702.35	235117.5
pommier	50	450.06	3375.45	168772.5
			totals	1689121.88

V.17. Conclusion

Cette étude a pour but principal de déterminer les besoins en eau des cultures ainsi que le volume nécessaire pour le mois de pointe et pour l'ensemble de l'année. Étant donné la vocation agricole de la région d'étude, nous avons choisi deux assolements qui prennent en considération les cultures céréalières. Et aussi d'après ce chapitre on peut dimensionner notre réseau d'irrigation qui est le prochaine chapitre (réseau d'adduction et réseau de distribution).

Chapitre VI :
DIMENSIONNEMENT DE
RESEAU D'ADDUCTION
ET DE DISTRIBUTION

Chapitre VI**Dimensionnement de réseau d'adduction et de distribution****VI.1.Introduction**

Dans ce chapitre on a essayé de dimensionner des différents ouvrages de transfert et distribution (adduction, conduite de refoulement, station de pompage etc..). Le choix du tracé de la conduite de refoulement et de la conduite de distribution, sont le résultat de l'implantation de la future station de pompage par rapport à l'aire d'irrigation, et cela en vue d'assurer une alimentation totale du périmètre d'irrigation, avec les pressions nécessaires, jusqu'aux bornes d'irrigation.

VI.2.Description de l'aménagement proposé :**VI.2.1Découpage des ilots d'irrigation :**

Ilots d'irrigation est défini comme l'unité Hydro-Agricole alimentée par une seule prise d'irrigation.

La prise (ou borne) d'irrigation représente le point limite du système de distribution où l'administration du réseau d'irrigation intervient directement dans la gestion de l'eau. En aval de la prise, la gestion de l'eau est à la charge de l'exploitant, ou d'un groupe d'exploitants.

La situation foncière actuelle dans la zone d'étude est très hétérogène, la taille des parcelles et des exploitations est très variable, de 0,125 ha jusqu'à 54.58 ha et la forme des parcelles est souvent très irrégulière.

VI.2.2.Taille des ilots :**Taille maximum :**

La taille maximum de l'ilot est déterminée en fonction du débit d'équipement de la prise en relation avec le débit fictif continu maximum. En outre, le débit fourni par la prise d'irrigation doit correspondre à une main- d'eau compatible avec la méthode d'irrigation adoptée au niveau de l'exploitation.

Taille minimum :

La taille minimum de l'ilot dépend essentiellement du nombre maximum d'exploitants qui se partagent une seule prise.

Afin d'éviter la multiplication de prises individuelles et pour obtenir un débit d'équipement adéquat sans trop sur-dimensionner la prise, il est nécessaire, dans le cas des parcelles de petite taille, de regrouper plusieurs parcelles dans un même ilot.

Pour donner une main - d'eau raisonnable, le débit d'équipement minimum de la prise a été fixé à 5 l/s. Ce débit correspond à une superficie minimum de l'ilot de 5 ha. Cependant, et même si l'on se limite à un regroupage de quatre (04) parcelles par îlot, la taille de ce dernier est très souvent plus petite que la superficie indiquée ci-dessus .Dans ce cas, l'ilot sera en effet, sous-dimensionné par rapport au débit d'équipement de la prise.

Les classes de taille de l'ilot ainsi que les débits d'équipement correspondant sont indiqués dans le tableau ci-dessus :

Tableau VI-1: Taille des ilots et débit d'équipement correspondant.

Taille d'ilot (ha)	Débit d'équipement de la prise (l/s)
5<S<10	10
10<S<15	15
15<S<20	20
20<S<35	35

VI.2.3.Découpage des ilots :

Le découpage des ilots a été effectué en respectant les principes suivants :

- Les limites des ilots suivent les limites des parcelles telles qu'elles sont indiquées sur les plans parcellaires.
- Les tailles des ilots sont conformes aux classes de superficie définies dans les sections précédentes. En général, le nombre d'exploitants regroupés dans un ilot ne dépasse pas quatre(04).
- Dans le cas où une grande exploitation doit-être divisée en deux ilots au plus, ces ilots sont dans la mesure du possible, de la même taille.

La liste complète des ilots est présentée en annexe, cette liste indique pour chaque ilot, les détails des parcelles incluses dans l'ilot et la S.A.U. nette de l'ilot.

Le tableau n°20 donne la répartition du nombre d'ilots par classe de taille (selon les débits normalisés des prises).

Tableau VI-2: Répartition du nombre d'ilots par classe de taille.

Classe de taille (ha)	Nombre d'ilot
2= \leq S<5	1
5= \leq S<10	11
10= \leq S<15	17
15= \leq S<20	4
20= \leq S<35	3

VI.3.Schéma d'adduction et distribution :

• **d'adduction :**

L'adduction consiste à projeter une conduite de refoulement, qui prend départ de la station de pompage, située à proximité de la STEP jusqu'au réservoir de régulation

• **Distribution :**

La distribution se fait à partir du réservoir de stockages, dont la capacité est de 20000 m³, sera projeté au point élevé du périmètre sur une côte élevée à 884 m par rapport au périmètre d'irrigation .Vu la topographie du périmètre d'étude (terrain plat) la variante du réseau de distribution arrêter est présenter comme suite :

La distribution se fait à partir des réservoirs de capacité de (2*5000 m³+10.000 m³) situé au sommet du périmètre, par une conduite de diamètre 630 en PEHD.

La conduite de distribution longe le périmètre sur un linéaire de 7787

Des conduites de distribution secondaires et tertiaires seront projetées à l'intérieur du périmètre jusqu'à la dernière borne. Ces conduites sont en PEHD et de diamètres variables sur un linéaire de 12807 ml.

VI.4. Ouvrages d'adduction :

Le réseau d'adduction comprend les ouvrages, conduites et équipements suivants :

VI.4.1. Conduite d'amenée :

Le projet consiste à la projection d'une station de pompage à proximité de la STEP, afin de refouler les eaux traitées vers les réservoirs de stockage. Une conduite d'amenée sera projetée qui achemine les eaux épurées du dernier regard vers la station de pompage .

VI.4.2. Réservoir de régulation :

Des réservoirs de régulation de 20000 m³ (2*5000 m³+10.000 m³) (**voir annexes pour le chapitre VI**) sera projetée à un point très élevé para port le périmètre destinée à recevoir les eaux traitées, pour les distribuer dans le périmètre. Le stockage se fait dans les réservoirs qui sont différents selon leur emplacement au sol.

Il existe trois types de réservoir :

- Enterré.
- Semi-enterré.
- Surélevé.

Le choix entre les différents modèles repose sur des considérations, techniques et économiques.

Le dimensionnement de ces ouvrages est basé sur la disponibilité de la ressource d'irrigation, et en fonction des besoins d'irrigation mensuelle par jour (voir détail en annexe) le bassin d'accumulation alimenté par la station de pompage. Ce réservoir a les caractéristiques suivantes :

COTE TERRAIN NATUREL : (TN : 893.99 m).

COTE DE LA HAUTEUR D'EAU :(He : 895.99m).

COTE DU RADIER DU BASSIN : (891.99 m).

VI.4.3. Station de pompage :

L'installation de la station de pompage permettra de refouler les eaux d'irrigation du dernier regard qui rejette dans l'exutoire vers le bassin de régulation.

Les pompes sont déterminées par :

- ✓ La hauteur manométrique (HMT);
- ✓ Le débit d'équipement;
- ✓ La puissance;

La station de pompage est implantée à la coté du canal d'adduction concerné. Les pompes seront installées dans un bâtiment. Ce bâtiment sera construit pour abriter l'ensemble des installations suivantes :

- Equipement hydraulique, hydro –mécaniques principaux et auxiliaires.
- Appareillages électriques.

Le type de bâtiment choisi devra en premier lieu satisfaire aux facteurs suivants :

- Modes de raccordement des bâtiments à la prise d'eau.
- But de la station de pompage (AEP, irrigation).
- Type des pompes et des moteurs (à axe horizontal, vertical).
- Condition de la nature (climat, relief, géologie, hydrogéologie).
- Matériau de construction du bâtiment.

VI.5. Découpage du périmètre en îlots :

L'îlot d'irrigation est par définition la plus petite entité hydraulique desservie par une borne d'irrigation.

Le projet a été conçu pour que la majorité des agriculteurs puissent disposer d'une prise d'eau et d'une pression suffisante pour la pratique du mode d'irrigation approprié (soit le gravitaire ou le goutte-à-goutte).

Dans notre cas, les îlots d'irrigation définis sont au nombre de 36 îlots formés de un (01) à six (06) parcelles d'une superficie qui varie de 0,12 ha jusqu'à 54 ha.

Tableau VI-3: Nombre d'ilot.

N° ilot	Superficie ilot en ha	Nombre d'exploitation
1	17,6125	1
2	5,7688	2
3	7,5938	2
4	6,9626	4
5	8,2875	3
6	12,2875	2
7	9,7876	3
8	10,675	4
9	11,6875	2
10	10,0438	2
11	12,9868	2
12	9,3827	3
13	34,3625	1
14	19,9375	2
15	16,2875	1
16	8,7625	2
17	10,1	3
18	10,9375	3
19	10,7	3
20	18,6141	1
21	10,5983	1
22	11,275	4
23	7,1447	2
24	7,8662	4
25	5,3928	3
26	10,7461	4
27	22,689	1
28	13,186	1
29	14,2394	1
30	9,1982	1
31	20,2248	1
32	11,0375	2
33	13,0303	1
34	11,5564	3
35	2,0625	3
36	10,9751	2
TOTAL	434	79

VI.6.Implantation des bornes

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

Les bornes sont implantées en limite ou au centre de manière à pouvoir desservir plusieurs exploitants (1à 04 au maximum) à partir de la même borne.

VI.6.1.Type et nombre de bornes

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

Tableau VI-4 : différent type des bornes (voir Annexe III (pour le chapitre VI)

Borne type I		
	<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

Borne type II		
	<p>Cette borne convient à l'irrigation de plusieurs parcelles à des débits moyens à élevés.</p> <p>Elle comporte un corps modulaire avec des embases de raccords de différents DN et une réhausse anti-gel optionnelle avec purgeur.</p> <p>Son système de vannage est commun.</p> <p>Les sorties permettent la connexion de tubulures DN 65 et 100 incluant les fonctions de régulation et comptage.</p>	<p>* Avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Permet l'irrigation de plusieurs 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"> • 4 sorties pour tubulures DN65 à 150 • Pression Max Admissible pour borne : 20 bars • Système modulaire • Option manchette antigel • Compteur pré-équipé pour la communication

Tableau VI-5: Répartition du nombre de borne par nombre d'exploitant.

TYPE DE BORNE	NOMBRE D'EXPLOITANT	NOMBRE D'ILOTS	N° D'ILOT
Borne à une seule sortie	$1 \leq n \leq 2$	11	1-13-15-27-28-29-30-31-33-20-21
Borne à deux sorties	$2 \leq n < 3$	12	2-3-6-9-10-11-12-14-16--23-32-36
Borne à trois sorties	$3 \leq n \leq 4$	8	5-7-17-18-19-25-34-35-
Borne à quatre sorties	≥ 10	5	26-24-22-8-4-

Le type de borne est lié au nombre d'exploitant par ilot type, qui sont disponible du marché :

- **Borne à une seule sortie** :

Servant aux ilots types de 1 exploitant maximum à la sortie.

- **Borne à deux sorties** :

Servant aux ilots types de 2 exploitants de façon à servir que deux à trois exploitants a la sortie.

- **Borne à trois sorties** :

Servant aux ilots types de 3 exploitants de façon à servir que deux à trois exploitants a la sortie.

- **Borne à quatre sorties** :

Servant aux ilots types dont le nombre d'exploitant atteint 4 exploitants.

VI.7.Calcul du débit aux bornes :

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

$$Q_b = q_s * S \quad \text{(VI-1)}$$

Avec :

Q_b : débit de chaque ilot (l/s)

q_s : débit spécifique (l/s/ha)

S : superficie de l'ilot (ha)

VI.8.Choix du diamètre de la borne

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

Tableau VI-6 : Choix du diamètre de la borne.

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

VI.9.Découpage des ilots

Tableau VI-7 : Calcul des débits des ilots et choix du diamètre de la borne

numéro d'ilot	surface d'ilot	numéro du parcelle	surfce du parcelle	surface d'ilot	débit spécifique (l/s/ha)	débit de la borne (l/s)	diamètre de la borne mm
1	17.6125	23	17.6125	17.6125	0.81	14.27	100
2	5.7688	23	5.4313	5.7866	0.81	4.69	65
		23	0.3375		0.81		
3	7.5938	39	2.8813	7.5938	0.81	6.15	65
		91	4.7125		0.81		
4	6.9626	57	3.4125	6.9626	0.81	5.64	65
		58	2.3626		0.81		
		66	1.0500		0.81		
		59	0.1375		0.81		
5	8.2875	37	0.9250	8.2875	0.81	6.71	65
		38	6.5000		0.81		
		62	0.8625		0.81		
6	12.2875	24	3.9250	12.2875	0.81	9.95	100
		27	8.3625		0.81		
7	9.7876	25	0.8438	9.7876	0.81	7.93	65
		26	0.4938		0.81		
		28	8.4500		0.81		
	10.6750	60	0.3625	10.6750	0.81	8.65	100
					0.81		
		61	6		0.81		
		64	2.8375		0.81		

CHAPITRE VI DIMENSIONNEMENT DE RESEAU D'ADDUCTION ET DE DISTRIBUTION

8		65	1.4750		0.81		
	11.6875	29	8.8125	11.6875	0.81	9.47	100
9		36	2.8750		0.81		
	10.0438	33	7.8063	10.0438	0.81	8.14	100
10		92	2.2375		0.81		
	12.9868	30	2.5125	12.9868	0.81	10.52	100
11		31	10.4743		0.81		
	9.3827	32	5	9.38	0.81	7.60	100
		34	2.15		0.81		
12		75	2		0.81		
13	34.3625	76	34.3625	34.3625	0.81	27.83	200
	19.9375	74	9.6	19.9375	0.81	16.15	100
14		77	10.3375		0.81		
15	16.2875	79	16.2875	16.2875	0.81	13.19	100
	8.7625	80	4.4875	8.7625	0.81	7.10	65
16		81	4.2750		0.81		
	10.1	35	2.5000	10.1	0.81	8.18	100
		72	5.6500		0.81		
		73	1.9500		0.81		
17					0.81		
	10.9375	67	0.5500	10.9375	0.81	8.86	100
		68	3.9000		0.81		
18		71	6.4875		0.81		
	10.7	54	4.2125	10.7	0.81	8.67	100
					0.81		
		55	5.3500		0.81		
19		56	1.1375		0.81		
20	18.6141	59	18.6141	18.6141	0.81	15.08	100
21	10.5983	59	10.5983	10.5983	0.81	8.58	100
	11.2750	82	5.5125	11.2750	0.81	9.13	100
					0.81		
		86	0.6500		0.81		
22		87	1.6500		0.81		
	7.1447	88	3.4625	7.1447	0.81	5.79	65
23		69	3.0322		0.81		
	7.8662	83	4.1125	7.8662	0.81	6.37	65
					0.81		
		84	1.7750		0.81		
		85	0.4750		0.81		
	5.3928	64	2.1488	5.3928	0.81	4.37	65
24		58	3.4674		0.81		
		60	2.5679		0.81		65

		61	2.1963		0.81		
25		63	0.6286		0.81		
	10.7461	89	0.4500	10.7461	0.81	8.70	100
		90	5.4375		0.81		
		62	0.4982		0.81		
26		57	4.3604		0.81		
27	22.6890		22.6890	22.6890	0.81	18.38	100
28	13.1860	78	35.8750	13.186	0.81	10.68	100
29	14.2394	76	14.2394	14.2394	0.81	11.53	100
30	9.1982	79	9.1982	9.1982	0.81	7.45	65
31	20.2248	79	54.5800	20.2248	0.81	16.38	100
	11.0375	97	5.8750	11.0375	0.81	8.94	100
32		97	5.1625		0.81		
33	13.0303	69	16.0625	13.0303	0.81	10.55	100
	11.5564	51	3.3063	11.5564	0.81	9.36	100
		52	2.7063		0.81		
34		53	5.5438		0.81		
	2.0625	45	0.8500	2.0625	0.81	1.67	65
		48	1.0125		0.81		
35		49	0.2000		0.81		
	10.9751	43	3.8938	10.9751	0.81	8.89	100
36		44	7.0813		0.81		

VI.10.Conclusion

Au total, le périmètre exige 36 bornes pour permettre l'alimentation de l'ensemble des parcelles sur une surface de 434 ha.

VI .11.Dimensionnement de réseaux d'adduction

Il consiste de dimensionner ces trois (03) diapositives suivant :

- ✓ la conduite de refoulement
- ✓ la station de pompage
- ✓ réservoir de stockage

VI .11.1.Calcul du débit d'équipement (débit refoulé)

Le débit d'équipement est obtenu sur la base du débit sortant de la STEP **Qo = 83.33 l/s** multipliant par un coefficient 1.2 correspond à l'usure des roues des pompes en fonction du temps.

On prend une majoration de 20% comme marge de sécurité.

Donc

$$Q_{\text{éq}} = Q_o * 1.2 \quad \text{(VI-2)}$$

Avec :

Qo : le débit sortant de la STEP

Qo = 83.33 l/s (donnée)

Application :

$$Q_{\text{éq}} = 1.2 * 83.33 = 99.996$$

On prend

$$Q_{\text{éq}} = 100 \text{ l/s}$$

VI 11.2.Conduite de refoulement

***Méthode de calcul :**

Le diamètre économique peut être déterminé par les expressions suivantes :

- Formule de **BONNIN**

$$D = \sqrt{Q} \quad Q \text{ en m}^3 / \text{s} \quad \text{(VI-3)}$$

- Formule de **BRESSE :**

$$D = 1.5 \sqrt{Q} \quad Q \text{ en m}^3 / \text{s} \quad \text{(VI-4)}$$

***Hauteur manométrique totale :**

Cette hauteur est calculée comme suit :

$$HMT = H_g + \Delta H_t \quad \text{(VI-5)}$$

D'où :

HMT: La hauteur manométrique en (m).

Hg: La hauteur géométrique de refoulement en (m).

ΔHt: La perte de charge totale de l'amont jusqu'au réservoir (m).

Avec :

$$\Delta H_t = \Delta H_s + \Delta H_L + J_{sp} \quad \text{(VI-6)}$$

ΔHL: perte de charge linéaire en (m).

ΔHs: perte de charge singulière, sont estimées à 20 % des pertes de charge.

Jsp: Perte de charge au niveau de la station de pompage =4m

Donc :
$$\Delta H_S = 1,2 * \Delta H_L \quad (VI-7)$$

On utilise la formule de Nikoratesi :
$$\lambda = [1.14 - 0.86 * (\epsilon / D)]^{-2} \quad (VI-8)$$

Et la formule de Darcy-Weisbach
$$\Delta H = \frac{8 * L * Q^2 * \lambda}{\pi^2 * g * D^5} \quad (VI-9)$$

$\zeta = 0.015$ pour le PEHD.

Avec :

ϵ : la rugosité absolue

g : Accélération de la pesanteur (m/s²)

L : longueur de la conduite (m)

λ : Coefficient de frottement qui est en fonction de la rugosité de la paroi interne de la conduite et du régime d'écoulement,

Puissance de pompage :

$$P = (q * g * HMT * Q) / 1000 * \eta \quad (VI-10)$$

P : puissance absorbée par la pompe (KW);

η : rendement de la pompe (65÷90)%.

q : la masse volumique de l'eau (1000 kg / m³)

***Energie consommée par le pompage :**

L'énergie consommée par la pompe au cours d'une année est le produit de la puissance de pompage et du temps (heures) de pompage par année

$$E = P * t * 365 \quad (VI-11)$$

E : énergie consommée pendant une année (KWh);

t : temps de pompage par jour (h) = 20 h

***Frais d'exploitation :**

Le frais d'exploitation en DA est défini par la formule suivant :

$$F_{exp} = E * e \quad (VI-12)$$

F_{exp} : Le frais d'exploitation en (DA)

E : L'énergie consommée par la pompe (KWh)

e : prix unitaire d'un KWh en DA

***Frais d'investissement amorti :**

Est donné par la formule suivant :

$$F_{inv\ amot} = P_x * A \quad (VI-13)$$

P_x : prix de la conduite en DA

A : Amortissement annuel en %

***Amortissement annuel :**

Les frais d'amortissement sont en fonction de la durée d'amortissement de la conduite et du taux d'annuité. Il est déterminé par la relation suivante

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i \tag{VI-14}$$

A : Frais d'amortissement (%);
 i : Taux d'annuité ; i = 8 % ;
 n : nombre d'années d'amortissement (30 ans).
 Donc : **A = 0.088 = 8.8 %**

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de notre conduite sont regroupés dans les tableaux suivants : **(voir Annexe IV pour le chapitre VI)**

Tableau VI-8 : calcul de HMT pour divers diamètres de la conduite

diam norma	diam int	longueur(m)	débit(m3/s)	lambda	ΔHL (m)
125	115.4	2568	0.1	0.0128	1329.47
160	147.6	2568	0.1	0.0122	370.44
200	184.42	2568	0.1	0.0117	116.66
250	230.8	2568	0.1	0.0112	36.46
315	290.8	2568	0.1	0.0108	11.01
400	369.4	2568	0.1	0.0103	3.19
500	461.8	2568	0.1	0.0099	1.01
630	581.8	2568	0.1	0.0096	0.30
710	655.6	2568	0.1	0.0094	0.16

Tableau VI-9 : calcul de HMT pour divers diamètres de la conduite (suite)

V (m/s)	Hg+Jsp	ΔHS (m)	ΔHt (m)	HMT	épaisseur
9.57	29.01	1595.36	2924.83	2953.84	4.8
5.85	29.01	444.52	814.96	843.97	6.2
3.75	29.01	139.99	256.64	285.65	7.79
2.39	29.01	43.75	80.21	109.22	9.6
1.51	29.01	13.22	24.23	53.24	12.1
0.93	29.01	3.83	7.02	36.03	15.3
0.60	29.01	1.21	2.21	31.22	19.1
0.38	29.01	0.37	0.67	29.68	24.1
0.30	29.01	0.20	0.36	29.37	27.2

Tableau VI-10 : calcul des dépenses énergétiques annuelles en fonction des diamètres

débit(m ³ /s)	diamètre	HMT	puissance (KW)	E (KWH)	Prix KWH(DA)	Fexp
0.1	125	2953.84	4458.026	32543591.4	4.2	136683083.8
0.1	160	843.97	1273.745	9298342.09	4.2	39053036.79
0.1	200	285.65	431.112	3147115.92	4.2	13217886.84
0.1	250	109.22	164.838	1203318.75	4.2	5053938.74
0.1	315	53.24	80.351	586565.557	4.2	2463575.339
0.1	400	36.02	54.362	396846.194	4.2	1666754.014
0.1	500	31.22	47.118	343962.748	4.2	1444643.54
0.1	630	29.68	44.794	326995.975	4.2	1373383.097
0.1	710	29.37	44.326	323580.586	4.2	1359038.462

Tableau VI-11 : calcul du prix de revient des diamètres de la conduite

diamètre	Longueur	Prix de ML	Prix tot	F inv amot (DA)
125	2568	784.70	2,015,109.6	181,359.9
160	2568	1,282.50	3,293,460.0	296,411.4
200	2568	2,014.00	5,171,952.0	465,475.7
250	2568	3,116.00	8,001,888.0	720,169.9
315	2568	4,940.00	12,685,920.0	1,141,732.8
400	2568	7,980.00	20,492,640.0	1,844,337.6
500	2568	12,445.00	31,958,760.0	2,876,288.4
630	2568	19,760.00	50,743,680.0	4,566,931.2
710	2568	24,985.00	64,161,480.0	5,774,533.2

Tableau VI-12: bilan technico-économique

diamètre	Bilan
125	136, 864,443.6
160	39, 349,448.2
200	13, 683,362.5
250	5,774, 108.7
315	3,605, 308.1
400	3, 511,091.6
500	4, 320,931.9
630	5, 940,314.3
710	7, 133,571.7



Figure VI-1 : résultats de l'étude technico-économique

Dans la figure 20 et le tableau 54 représentent le coût total entre l'investissement et l'exploitation en fonction des différents diamètres possibles et d'après la courbe d'optimisation le diamètre économique est le diamètre 400 mm

VI .13.Dimensionnement du réseau de distribution

VI .13.1.Caractéristiques des conduites du réseau de distribution gravitaire

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

VI .13.2.Vitesses admissibles

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

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

La vitesse admissible est choisie entre 0.5 m/s, comme vitesse minimale, et 2.5 m/s comme vitesse

VI .13.3.Choix du matériau des conduites

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

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

VI .13.4.Caractéristiques des canalisations :

a) Conduites en fonte :

Présentent plusieurs avantages :

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

Leur inconvénient est :

- Coût relativement important.

b) Conduite en acier :

• Les conduites en acier sont plus légères que les conduites en fonte, d'où l'économie sur le transport et la pose

- Bonne résistance aux contraintes (choc et écrasement).

Leur inconvénient est

- la corrosion.

c) Conduite en PEHD :

Ils sont les plus utilisés car ils présentent des avantages importants

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

Leur inconvénient est

- le risque de rupture dans le cas d'une mauvaise soudure.

VI .13.5.Calcul des diamètres :

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

$$D = \sqrt{\frac{4*Q}{\pi*v}} \quad (VI-15)$$

Q : débit, exprimé en m³/s ;

D: diamètre exprimé en m.

V : vitesse qui donne le diamètre économique m/s

VI .13.6.Estimation des pertes de charge :

Pour la détermination du diamètre de la conduite gravitaire du barrage vers la bêche, nous avons utilisé la formule de perte de charge de Darcy-Weisbac

$$\Delta H = \frac{8*L*Q^2*\lambda}{\pi^2*g*D^5} \quad (VI-16)$$

On utilise la formule de **Nikoratesi** :

$$\lambda = [1.14 - 0.86 * (\epsilon / D)]^{-2}$$

$\xi = 0.015$ pour le PEHD.

Avec :

ϵ : la rugosité absolue

g : Accélération de la pesanteur (m/s²)

L : longueur de la conduite (m)

λ : Coefficient de frottement qui est en fonction de la rugosité de la paroi interne de la conduite et du régime d'écoulement,

Tous les résultats sont trouvés dans le tableau suivant

Tableau VI-13 Résultats de calcul (vitesse, perte de charge et pressions)

conduite	n° tronçon	long (m)	Q(m ³ /s)	Dcalc (mm)	Dnorm (mm)	vitesse (m/s)	ΔH tot (m)	CTN (m)	C peiz (m)	pression (m)	pression (bar)
A	AA1-N1	2433.2	0.35155	569.665	630	1.38	3.98	859.42	893.6	34.18	3.42
	N1-B30	927.87	0.0698	369.859	400	0.65	0.56	859.21	892.54	33.33	3.33
	B30-N2	350.96	0.0626	370.799	400	0.58	0.17	858.5	892.21	33.71	3.37
	N2-B31	145	0.0437	290.425	315	0.66	0.12	858.6	891.98	33.38	3.34
	B31-B29	554.5	0.0191	185.120	200	0.71	0.90	857.02	890.26	33.24	3.32
	B29-A125	944	0.0191	185.120	200	0.71	1.53	851.71	887.31	35.6	3.56
C	N2-B32	362.66	0.0325	230.388	250	0.78	0.55	856.17	891.2	35.03	3.50
	B32-B28	511.23	0.0177	184.833	200	0.66	0.72	854.15	889.82	35.67	3.57
B	N1-B21	50	0.3014	582.905	630	1.13	0.05	859.48	893.5	34.02	3.40
	B21-N3	150	0.2913	580.817	630	1.1	0.15	859.68	893.24	33.56	3.36
	N3-B20	50	0.1009	369.783	500	0.94	0.06	859.75	893.21	33.46	3.35
	B20-B26	800	0.0853	353.411	400	0.87	0.91	855.02	891.55	36.53	3.65
	B26-N4	297.61	0.0769	352.140	400	0.79	0.28	854.08	891.04	36.96	3.70
	N4-B27	52.39	0.0304	278.302	250	0.5	0.03	853.88	890.91	37.03	3.70
	B27-B79	1006.1	0.0304	230.325	250	0.73	1.33	850.13	888.44	38.31	3.83
D	N4-B14	500	0.0592	291.093	315	0.89	0.75	852.57	889.69	37.12	3.71

CHAPITRE 6

Dimensionnement de réseau d'adduction et de distribution

	B14-B13	744.43	0.0436	290.092	315	0.66	0.61	850.31	888.54	38.23	3.82
	B13-D50	656.39	0.0436	290.092	315	0.66	0.54	848.86	887.52	38.66	3.87
E	N3-N5	340.26	0.1905	461.382	500	1.14	0.49	859.5	892.42	32.92	3.29
	N5-B25	459.74	0.0291	231.786	250	0.69	0.54	856.63	891.37	34.74	3.47
	B25-B15	450	0.0218	231.096	250	0.52	0.30	854.64	889.58	34.94	3.49
	B15-E29	30.74	0.0218	231.096	250	0.52	0.02	854.57	889.46	34.89	3.49
	N5-N6	200	0.1699	586.127	500	0.63	0.07	859.08	892.29	33.21	3.32
F	N6-B24	74.36	0.142	461.317	500	0.85	0.06	858.86	892.18	33.32	3.33
	B24-B23	275.64	0.1347	463.131	500	0.8	0.19	858.33	891.83	33.5	3.35
	B23-B18	400	0.1277	453.782	500	0.79	0.28	857.48	891.36	33.88	3.39
	B18-N7	150	0.1174	462.222	500	0.7	0.08	857.27	891.26	33.99	3.40
	N7-B4	200	0.0272	230.884	250	0.65	0.21	857.27	890.86	33.59	3.36
	B4-B3	457.82	0.0179	184.482	200	0.67	0.67	855.74	889.59	33.85	3.39
	B3-B2	542.18	0.0077	140.064	160	0.5	0.61	855.06	888.6	33.54	3.35
	B2-F72	567.46	0.0077	140.064	160	0.5	0.64	851.64	887.58	35.94	3.59
	N6-B22	150	0.0394	291.667	315	0.59	0.10	858.36	892.1	33.74	3.37
J	B22-B16	450	0.0243	184.437	250	0.91	1.21	856.17	891.36	35.19	3.52
	B16-B12	700	0.0126	179.170	200	0.5	0.59	852.73	890.33	37.6	3.76
	B12-J67	408.09	0.0126	179.170	200	0.5	0.34	851.51	889.73	38.22	3.82
	N7-N8	284.68	0.0981	464.179	500	0.58	0.10	855.07	891.06	35.99	3.60

CHAPITRE 6

Dimensionnement de réseau d'adduction et de distribution

	N8-B17	115.32	0.0689	370.327	400	0.64	0.07	854.64	890.93	36.29	3.63
	B17-N9	250	0.0611	369.529	400	0.57	0.12	854.72	890.7	35.98	3.60
	N9-B10	100	0.0309	280.582	315	0.5	0.05	853.26	890.62	37.36	3.74
	B10-B11	750	0.0174	184.664	200	0.65	1.02	849.87	888.61	38.74	3.87
	B11-G43	28.51	0.0174	184.664	200	0.65	0.04	849.74	888.53	38.79	3.88
H	N9-B9	200	0.0431	292.896	315	0.64	0.15	853.81	890.4	36.59	3.66
	B9-B7	179.33	0.0296	230.453	250	0.71	0.22	853.87	889.98	36.11	3.61
	B7-B6	270.67	0.0165	184.124	200	0.62	0.34	852.82	889.36	36.54	3.65
	B6-H23	169.06	0.0165	184.124	200	0.62	0.21	852.1	888.98	36.88	3.69
I	N8-B8	200	0.0453	291.313	315	0.68	0.17	854.74	890.73	35.99	3.60
	B8-B5	210.32	0.0347	229.398	250	0.84	0.37	854.4	890.26	35.86	3.59
	B5-B1	613.77	0.0236	238.168	250	0.53	0.41	850.03	889.88	39.85	3.99
	B1-I38	280.4	0.0236	184.833	250	0.88	0.70	849.38	890.24	40.86	4.09

Chapitre VII :
DIMENSIONNEMENT
D'UN RESEAU
D'IRRIGATION

Chapitre VII

Dimensionnement d'un réseau d'irrigation**Parte 1 : Choix de système d'irrigation****VII .1.Introduction**

Une gestion rationnelle des eaux et les capacités de stockage, représentent les éléments essentiels de l'économie de l'eau. En conséquence le contrôle rigoureux par des moyens techniques appropriées et adaptées aux nouvelles méthodes de l'exploitation des eaux sur la base des conditions scientifiques et le management des différentes activités de cette discipline afin de relever les futurs défis de l'eau qui constitue l'élément vital, susceptible de provoquer même des guerres en cause la faible pluviométrie dans certains pays exposés à une pénurie permanente d'eau.

Dans ce chapitre, nous étudierons ces différentes techniques puis nous choisirons celle qui correspond avec les caractéristiques de notre périmètre.

VII .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.

VII .3. Différentes techniques d'arrosages

Les techniques d'arrosages peuvent être rangées en trois classes :

- L'irrigation gravitaire ou de surface.
- L'irrigation par aspersion (sous pression).
- L'irrigation par micro-irrigation (sous pression).

VII .3.1. Irrigation gravitaire

L'irrigation gravitaire regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la distribution de l'eau à la parcelle se fait entièrement à l'air libre par simple écoulement à la surface du sol.

La répartition de l'eau est assurée grâce à la topographie du terrain, et aux propriétés hydriques du sol (ruissellement, infiltration, et capillarité).

En irrigation de surface, la distinction entre les différentes techniques est essentiellement fondée sur la méthode d'application de l'eau : ruissellement, submersion et infiltration (**Tiercelin, 1998**).

VII .3.2. L'irrigation par ruissellement

Cette méthode consiste à faire couler l'eau sur la surface du sol qui s'y infiltre verticalement.

On laisse l'eau s'écouler le temps qu'il faut pour le sol puisse s'humecter jusqu'à la profondeur de la couche active.

VII .3.3.L'arrosage par infiltration (à la raie)

C'est une méthode qui consiste à faire distribuer l'eau par des rigoles ou raies avec un débit relativement faible comparativement aux autres procédés. Dans cette méthode, une partie seulement du sol qui reçoit directement l'eau, le reste est humecté par infiltration latérale.

VII .3.4.L'arrosage par submersion

Le principe consiste à donner au sol une couche d'eau plus au moins épaisse, qu'on laisse séjourner pendant le temps nécessaire pour qu'elle pénètre par infiltration à la profondeur utile permettant ainsi au sol de mettre en réserve l'eau indispensable au développement des cultures.

VII .4.Avantages et les inconvénients de l'irrigation par gravité**a) Avantage**

- Coût d'investissement relativement faible.
- Besoins en énergie nuls.

b) Inconvénients

- Elle nécessite un aménagement préalable du terrain.
- Le volume d'eau utilisé est important.
- Pertes d'eau considérable.
- Elle nécessite beaucoup de mains d'œuvre.
- La durée de l'arrosage est plus longue.

VII .5.L'irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion est la technique d'arrosage par laquelle l'eau est fournie aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous-pression (**Clément & Galland, 1979**).

Ces appareils rotatifs pulvérisent l'eau en fines gouttes et doivent assurer une répartition aussi uniforme que possible de pluie sur la surface du sol.

VII .5.1.Avantages et les inconvénients de l'irrigation par aspersion**a) Avantage**

- Elle ne nécessite aucun aménagement préalable de la surface d'irrigation.
- Elle provoque une forte oxygénation de l'eau projetée en pluie.
- Elle réalise une importante économie d'eau par comparaison avec les autres systèmes d'irrigation; elle permet un dosage précis et une répartition régulière de la quantité d'eau distribuée.
- Elle met à la disposition des exploitants des conditions d'arrosage très souples.

b) Inconvénients

- Elle nécessite au départ, pour chaque irrigant une dépense importante de premier établissement et qu'elle exige souvent une nombreuse main d'œuvre d'explication.
- Elle favorise l'évaporation qui est d'autant plus intense que les gouttelettes sont plus fines et l'aire plus sec.
- Elle favorise le développement des mauvaises herbes.
- Elle exige un choix judicieux des époques d'irrigation, toute irrigation intempestive pouvant provoquer au printemps par refroidissement du sol un retard dans la végétation.
- L'eau donnée en pluie passe le sol et provoqué la formation d'une croûte superficielle.

VII .6. Différentes installations à la parcelle

En pratique, deux solutions extrêmes peuvent être envisagées : installation totalement fixée, et l'installation totalement mobile.

Dans l'installation fixée, l'ensemble des équipements (pompe, canalisation, asperseur) sont fixés façon permanente, ce qui limite une main d'œuvre, mais occasionne des investissements très élevés.

VII .6.1. Couverture totale (quadrillage total)

Ce dispositif est le plus utilisé, au lieu d'avoir une seule rampe on couvre toute la superficie à arroser par toute la tuyauterie, celle-ci reste en place durant toute la saison d'arrosage. Dans ce cas, seuls les asperseurs doivent être déplacés et chaque rampe comporte un asperseur et forme une rampe fictive, ce qui permet de réduire le diamètre de la rampe.

VII .6.2. Couverture intégrale

La parcelle à arroser est entièrement couverte par des tuyaux et des arroseurs à poste fixe, l'arrosage est commandé par l'ouverture et la fermeture d'une vanne soit manuellement soit automatiquement par commande hydraulique ou électrique.

VII .7. Irrigation localisée (Goutte à goutte)

L'irrigation localisée est une expression qui caractérise un certain nombre de techniques nouvelles en particulier et principalement l'irrigation dite « goutte à goutte » qui ont en commun les caractéristiques suivantes (Ollier & Poirée, 1981)

- Une alimentation en eau à proximité immédiate du système racinaire des plantes cultivées
- L'utilisation souvent répétée à la limite continue de faibles débits instantanés.
- La limitation de la surface humectée du sol à ce qui semble strictement nécessaire, à l'exclusion de la portion du sol qui ne porte pas de plantes.

Aujourd'hui, grâce à la distribution sous pression, on a pu concevoir des systèmes qui peuvent être conduits facilement, qui s'automatisent aisément, et dont les pertes en eau sont négligeables.

VII .7.1. Avantages et les inconvénients de l'irrigation localisée

a) Avantages

✓ Efficience de l'eau

Peu de pertes par évaporation, puisqu'il n'y a pas de trajectoire aérienne des gouttes d'eau, que le feuillage n'est pas humidifié inutilement, qu'une partie de la surface du sol reste sèche, que la croissance des mauvaises herbes est très limitée (Rieul, 1992).

Il n'y a pas de ruissellement, pas de débordement sur les parcelles voisines ; les doses peuvent être mesurées avec précision, ce qui évite les pertes par percolation dans le sol. La répartition de l'eau n'est pas affectée par le vent, les irrégularités du terrain ne gênent pas.

b) Inconvénients

✓ L'obstruction des goutteurs

Des particules de sable, des dépôts lents d'argile ou de limons, des précipitations chimiques, le développement de micro-organismes sont les plus souvent rencontrés et favorisent l'obstruction des orifices des goutteurs. Il est à noter que l'entretien et l'élimination des goutteurs obstrués sont longs et onéreux. Le meilleur moyen de prévenir ces obstructions est un procédé par de filtration soignée de l'eau.

✓ Accumulation de sels

Pendant la période d'irrigation les sels sont peu refoulés à la périphérie du bulbe humide, plus spécialement près de la surface du sol. Une pluie légère risque alors de les entraîner vers les racines, ce qui est très dommageable.

VII .8. Choix de la technique d'arrosage

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

Une analyse multicritères des techniques d'arrosage basée sur différentes contraintes est nécessaire pour aboutir au choix de la technique d'irrigation la plus adéquate pour la zone considérée, notre analyse est détaillée comme suit :

Tableau VII-1: Analyse multicritères de choix de technique d'arrosage.

Technique d'arrosage	Aspersion	Goutte à goutte
Efficacité par rapport à :		
Pente moyenne inférieur de 0.2à0.6 %	++	++
sol à texture moyenne fine à lourde	++	++
Uniformité d'arrosage.	++	++
Economie d'eau	++	++
Sensibilité au vent	-	++
Pertes d'eau pendant l'arrosage.	-	-
Grandes mains d'eau	-	-
Petites mains d'eau	++	++
Frais d'investissement	-	-
Possibilité d'automatisation	++	++
Main-d'œuvre pour exploitation	++	++
Lessivage	-	-
Eaux salées	-	-
Connaissance de la technique par le paysan	++	++
Total ++	08	09
Total +	00	00
Total -	06	05

(-) : Non adapté aux paramètres donnés

(+) : Adapté en améliorant quelques paramètres

(++) : Bien adapté aux paramètres donnés.

VII .9. Conclusion

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).

Cependant, les irrigations de surface conduisent à mobiliser des quantités d'eau nettement plus importantes, à l'unité de surface desservie, que les irrigations par aspersion, ou goutte à goutte.

Donc, pour assurer une meilleure économie d'eau, on prévoit l'application des deux systèmes d'irrigation (avec précaution en cas d'aspersion).

Parte 2 : Dimensionnement du réseau d'irrigation

VII .10. Introduction

Avec l'aspersion, l'eau d'irrigation est amenée aux plantes sous forme de pluie artificielle, grâce à l'utilisation d'appareils d'aspersion alimentés en eau sous pression.

Présentons sommairement le principe de la mise en œuvre de l'irrigation à la parcelle dans le cadre d'un équipement classique.

À partir de la prise d'irrigation, l'agriculteur dispose d'une canalisation d'approche (conduite tertiaire) alimentant les portes rampes qui alimentent à leurs tours les rampes sur lesquelles sont montés les asperseurs. Le dimensionnement des ouvrages cités, nécessite au préalable de quantifier certains paramètres nécessaires à la mise en œuvre de cette technique, tels que le choix de la culture et les caractéristiques de la parcelle choisie.

VII .11. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par Aspersion

Le dimensionnement nécessite de quantifier certains paramètres nécessaires à la mise en œuvre de cette technique.

- le diamètre de l'ajutage
- la portée du jet
- l'écartement entre les rampes et l'arrosage
- débit de l'asperseur et d'équipement
- le tour d'eau
- dimensionnement des rampes (débit, nombre, perte de charge ,porte-rampe...)

Données générales :

Choix du culture : nous avons choisi l'irrigation de Blé ,oignon et pomme de terre environ de 250 ha de superficie.

Choix du parcelle :

La parcelle choisie pour l'arrosage par aspersion est :

Tableau VII-2 : ilot choisi comme exemple de dimensionnement

Ilot	N° de parcelle	Superficie (ha)
32	98	5.1625

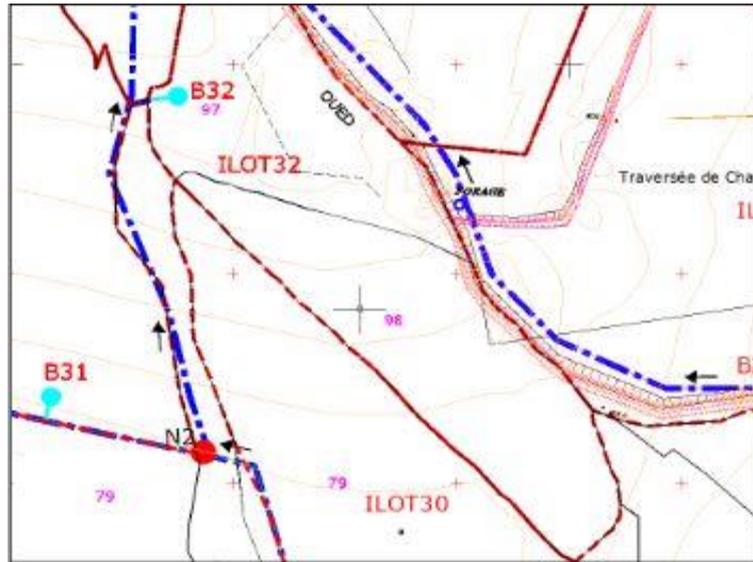
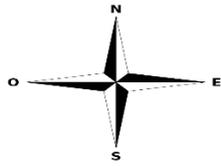


Figure VII-1: Parcelle type de 5 ha.



n° ILOT	N° de parcelle	SUPERFICIE en ha
32	98	5.1625

Figure VII-2: Schéma du modèle type 5 ha d'aspersion.

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

$$L = 511 \quad 1 = 101.50$$

$$S = 511 \times 101.50 = 5.1866 \text{ ha}$$

le diamètre de l'ajutage

Le diamètre de la buse se calcul, par la relation

$$p = \frac{1.5*d}{1.04} \quad (\text{VII-1})$$

D'où

Avec $p = 8.53 \text{ mm/h}$

$$d = \frac{1.04*p}{1.5} \quad (\text{VII-2})$$

$$d = 5.91$$

D'après la fiche technique d'un arroseur ([voir Annexe V pour le chapitre VII](#)), le diamètre de la buse normalisée le plus proche est de 6 mm

La portée du jet (L) :

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

$$L = 3*d^{0.5} * h^{0.25} \quad (\text{VII-3})$$

Ou d : diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m) (d'après le catalogue on a $h = 3 \text{ bar}$, $h = 30 \text{ m}$)

$$L = 3 * 4^{0.5} * 30^{0.25} = 17.2 \text{ m}$$

VII .11.1. Calcul des écartements entre les rampes et arroseurs :

Les normes américaines recommandent l'écartement maximum suivant :(en fonction de la vitesse du vent)

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.

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).

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de 1.71 m/s = 6.16 Km/h, donc on prend les valeurs maximales :

$$E_L = 1.3 * 14.04 = 18.25 \text{ m}$$

$$E_a = 0.8 * 14.04 = 11.23 \text{ m}$$

On prend les valeurs normalisées des écartements donc

$$E_L = 18\text{m}$$

$$E_a = 12\text{m}$$

VII .11.2. Calcul du débit de l'asperseur :

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

$$q = 0.95 * \frac{\pi * d^2}{4} * \sqrt{2 * g * h} \quad (\text{VII-4})$$

$$q = 6.52 * 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s} = 2.35 \text{ m}^3 / \text{h}$$

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 :

$$p = \frac{q}{El * Ea} \quad (\text{VII-5})$$

$$P = 10.88 \text{ mm} / \text{h}$$

Donc le diamètre d de la buse assurera une pluviométrie P=10.88 donc P=10.88 < K=22 mm/h.

VII .11.3. 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 :

$$T = \frac{Dose}{p} \quad (VII-6)$$

La dose est la réserve facilement utilisable RFU en mm

$$RFU = y * (H_{cc} - H_{pf}) * Z * d_a \quad (VII-7)$$

$$Dose = \frac{RFU}{E} \quad (VII-8)$$

Tel que

Y : degré de tarissement. (2/3)

Da : densité apparente (1.3).

Z : profondeur d'enracinement (pour le céréale est Z= 0.6m=600mm)

Hcc : humidité à la capacité au champ, dans notre cas. On prend (27%)

Hpf : humidité au point de flétrissement, dans notre cas. On prend (16%)

E : Efficience d'irrigation (E=0.75 pour le système d'aspersion)

$$RFU = 56.628 \text{ mm}$$

$$Dose = \frac{56.628}{0.75} = 75.504$$

$$T = \frac{75.504}{8.35} = 9.096$$

T= 10 heures :Donc on pourra adapter deux positions par jour pour un asperseur, ce qui donne un temps de fonctionnement d'un 20 h

VII .11.4. Volume fourni par 1 asperseur pendant 1 mois :

$$V = \text{nombre de positions par jour} * \text{nombre de jour par mois} * \text{dose} * E_L * E_a \quad (VII-9)$$

$$V = 2 * 20 * 0.075 * 18 * 12 = 652.32 \text{ m}^3$$

VII .11.5. Volume à épandre en 1 mois sur toute la parcelle :

S de la zone irrigué par aspersion = 5.18ha.

Les besoins mensuels de céréales = 217.32mm /mois.

$$V_t = \text{besoin mensuel en eau} \times S = 11271.628 \text{ m}^3$$

VII .11.6. 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.

$$N = \frac{V_t}{V} = \frac{11271.628}{652.32} \quad (VII-10)$$

$$N = 17.28 = 18$$

Donc le nombre d'asperseurs qu'on va utiliser est de 18

VII .11.7. Dimensionnement hydraulique des rampes :

La longueur de la rampe (L_r) :

$$L_r = \text{largeur du terrain} - \frac{Ea}{2} \quad (\text{VII-11})$$

$$L_r = 101.5 - \frac{12}{2} = 95.5$$

$$L_r = 96\text{m}$$

Nombre d'asperseurs par rampe :

$$N_a = \frac{\text{largeur du terrain} + Ea}{Ea} \quad (\text{VII-12})$$

$$N_a = \frac{95.1 + 12}{12}$$

$$N_a = 8.925 = 9 \text{ asp}$$

Nombre de rampes :

$$N_r = \frac{N}{N_a} = \frac{18}{10} = 1.8 \quad (\text{VII-13})$$

$$N_r = 2 \text{ rampes}$$

Le débit de la rampe :

$Q_r = \text{le débit de l'asperseur} \times \text{le nombre d'asperseur/ rampe.}$ (VII-14)

$$Q_r = 2.35 * 9 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$Q_r = 21.15 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Le débit de la porte- rampe:

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 21.15 * 2 = 42.3 \text{ m}^3 / \text{h} \quad (\text{VII-15})$$

VII .11.8.Calcul des pertes charges :

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

$$j = a \frac{Q^b}{D^c} \quad (\text{VII-16})$$

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 :

$a=10.294 \text{ m}^2$; $b=2$; $c=5.333$ $n=0.011$

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.

$$j = \left[a \frac{Q^b}{D^c} \right] * E \frac{1}{m^b} \sum_{i=1}^m i^b \quad (\text{VII-17})$$

L'application de la règle de Christiansen conduit à imposer une perte de charge maximale de 20% de la pression de fonctionnement ($P=3\text{bars}$, $=30\text{m}$) entre le premier asperseur et l'asperseur le plus défavorisé, soit $\Delta H = 20\% * 30 = 6\text{m}$.

VII .11.9.Calcul du Diamètre de la rampe

Diamètre de la rampe :

$$Dr = \sqrt{\frac{4 * Qr}{\pi * v}} \quad (\text{VII-18})$$

Avec

v : vitesse de l'écoulement à travers la rampe

Ou:

$v \leq V_{ADM}$ avec : $V_{ADM} \in [0.5 \div 2.5 \text{ m/s}]$

On suppose que $v=1.5 \text{ m/s}$ et on calcule Dr

$Qr=21.15 \text{ m}^3/\text{h} = 5.875 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

$$Dr = \sqrt{\frac{4 * 5.875 * 10^{-3}}{\pi * 1.5}} = 0.0706 \text{ m}$$

$$Dr = 70.62 \text{ mm}$$

Les conduites en PEHD disponibles sur le marché ont les diamètres suivants :
50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 200mm etc...

Dr normalisé = 75 mm (plus proche de 70.62mm)

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 \cdot Qr}{\pi \cdot Dr^2} = 1.33 \frac{m}{s} \quad (\text{VII-19})$$

On a trouve

$j = 0.043 \text{ m/m}$ donc la perte charge dans tout la rampe est $J = j \cdot Lr$ (VII-20)

$$J = 0.043 \cdot 96 = 4.128 \text{ m}$$

VII .11.10. Dimensionnement de la porte-rampe

La longueur de la porte-rampe (Lr) :

$$Lpr = \text{longueur du terrain} - \frac{El}{2} \quad (\text{VII-21})$$

$$Lpr = \frac{511 - 18}{2} = 246.5$$

$$Lr = 247 \text{ m}$$

$Qp-r = Qasp \cdot Nasp/ramp \cdot Nramp = 6.52 \cdot 10^{-4} \cdot 9 \cdot 2 = 0.01175 \text{ m}^3/\text{s}$ (VII-22)

VII .11.11. Calcul du Diamètre de la porte- rampe

Diamètre de la porte- rampe

$$Dpr = \sqrt{\frac{4 \cdot Qpr}{\pi \cdot v}} \quad (\text{VII-23})$$

Avec

v : vitesse de l'écoulement à travers la rampe

Ou:

$v \leq V_{ADM}$ avec : $V_{ADM} \in [0.5 \div 2.5 \text{ m/s}]$

On suppose que $v = 1.5 \text{ m/s}$ et on calcule Dr

$Qr = 21.15 \text{ m}^3/\text{h} = 5.875 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

$$Dr = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.01175}{\pi \cdot 1.5}} = 0.099868 = 0.1 \text{ m}$$

$$Dr = 99.87 \text{ mm}$$

Les conduites en PEHD disponibles sur le marché ont les diamètres suivants :

50 ; 63 ; 75 ; 90 ; 110 ; 125 ; 160 et 200mm etc...

Dr normalisé = 110 mm (plus proche de 99.87mm)

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 * Q_{pr}}{\pi * D_{pr}^2} = 1.24 \frac{m}{s}$$

On a trouve

$j = 0.022$ m/m donc la perte charge dans tout la rampe est $J = j * L_r$

$$J = 0.022 * 247 = 11.11 \text{ m}$$

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau VII-3: résultats de calcul pratique d'aspersion

Paramétré	Rampe	Porte-rampe
Longueur (m)	96	247
Diamètre (mm)	75	110
Débit (m ³ /h)	21.15	42.3
Vitesse (m/s)	1.33	1.24
Perte de charge (m)	4.128	5.423

$$\Delta H_{\text{tot}} = 5.423 + 4.128 = 9.55 \text{ m}$$

VII .12.Dimensionnement d'un réseau d'irrigation goutte à goutte

VII .12.1.Introduction :

L'objet de ce chapitre se focalise sur le dimensionnement d'un réseau d'irrigation localisée. Il s'agit de déterminer, à partir de la connaissance des paramètres agro-pédo-climatiques, les caractéristiques techniques optimales d'un réseau pour l'irrigation de notre périmètre, dont les calculs ont été réalisés sur une parcelle type d'une surface agricole de 11.7ha d'olivier.

VII .12.2.Dimensionnement hydraulique d'un réseau de goutte à goutte :

Données générales :

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. Le dimensionnement du réseau d'irrigation localisée nécessite la connaissance de données de base comme la surface de la parcelle, les besoins journaliers et le temps maximum journalier de travail.

$L = 180 \text{ m} \quad l = 158 \text{ m}$

$S = 180 \times 158 = 2.844 \text{ ha}$ (voisin de 3 ha)

Efficience du système : $E = 0.90$

Tableau VII-4 : ilot choisi comme exemple de dimensionnement

Ilot	N° de parcelle	Superficie (ha)
8	64	2.8375



Figure VII-3: Parcelle type de 3 ha.

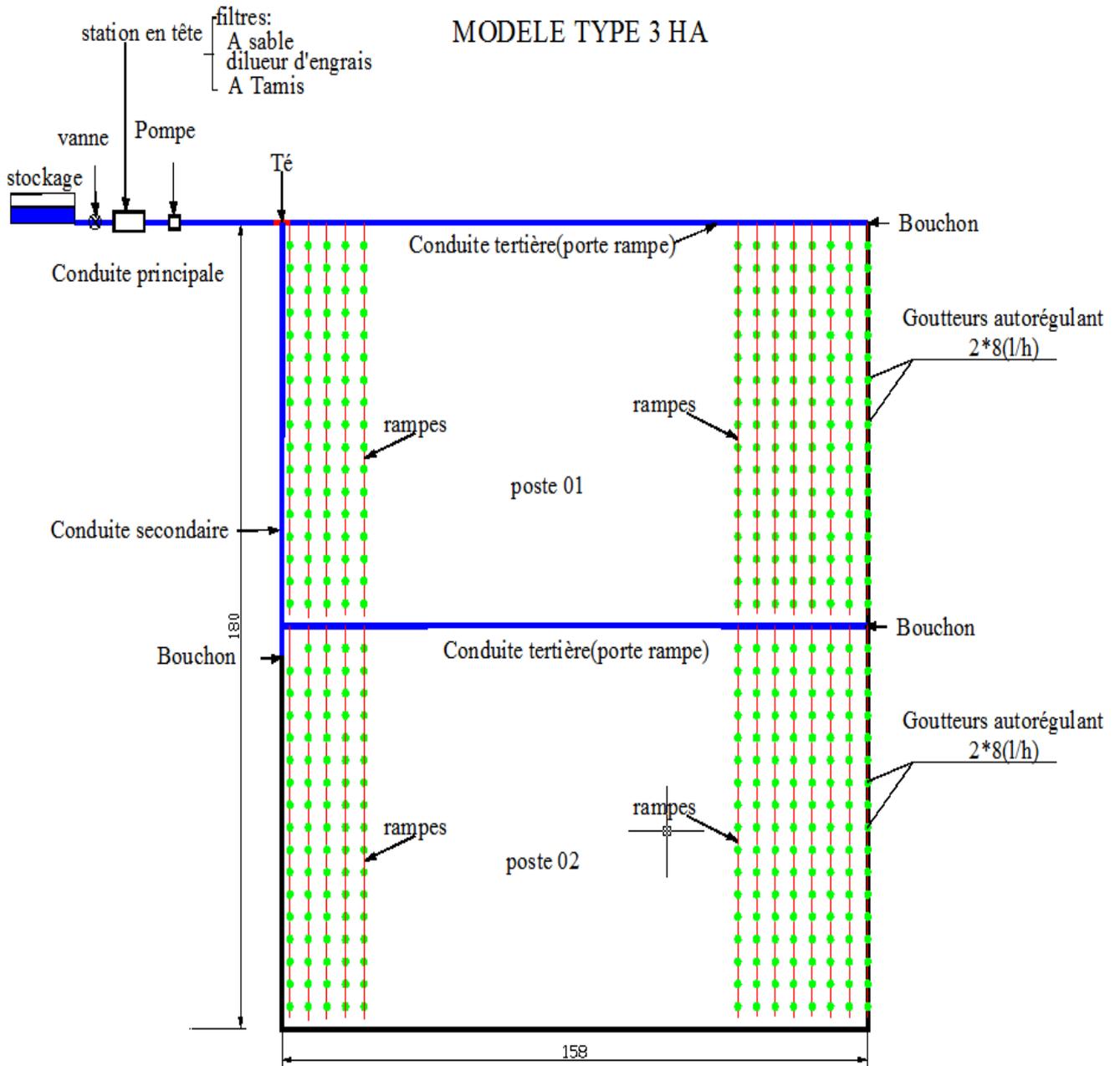


Figure VII-4: Schéma de la parcelle type de 3ha de goutte-à-goutte.

Culture : **Olivier**

- Espacement entre arbres : 4 m
- Espacements entre rangs : 4 m
- Besoins de pointe 160.89 mm (pour l'olivier)

Caractéristique du goutteur :

- Débit nominal : 4l/h
- Pression nominal : 10 m.c.e
- Le nombre de goutteurs par arbre : 2

VII .12.3.Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :

➤ Pour l'Olivier

D'après la quantification des besoins, le mois de pointe pour la culture de l'olivier est le mois de mars

$B=160.89$ mm

Les besoins journaliers :

Les besoins journaliers sont calculés par la formule suivante :

$$B_j = \frac{\text{besoin du mois de pointe}}{\text{Nbre de jours}} \quad (\text{VII-24})$$

Avec :

B_j = Besoin du mois de pointe (mm/j).

$$B_j = \frac{160.89}{31} = 5.19$$

$B_j = 5.19$ mm /j

VII .12.4. Les besoins journaliers en tenant compte de la réduction : (Influence du taux de couverture du sol)

En micro-irrigation, les apports d'eau étant localisés sur une portion très faible de la surface du sol située au voisinage des plantes, donc à l'ombre du feuillage, la part d'évaporation directe à partir du sol est réduite :

On applique alors à L'ETM ($B=160.89$ mm/mois) un coefficient de réduction :

K_r dépend du taux de couverture du sol ($C_s=60\%$) par les plantes adultes et peut être calculé par diverses formules proposées ci-après :

KELLER et **KARMELI** (1974) :

$$K_r = \frac{C_s}{0.85} \quad (\text{VII-25})$$

La formule de **Freeman** et **Garzoli** :

$$K_r = C_s + 0.5 (1 - C_s) \quad (\text{VII-26})$$

La formule de **Decroix** (CTGREF) :

$$K_r = C_s + 0.1 \quad (\text{VII-27})$$

Avec :

K_r : coefficient de réduction.

C_s : taux de couverture du sol en (%).

AN :

$K_r=0.71$ selon Keller et Karmeli

$K_r=0.8$ selon Freeman et Garzoli

$K_r=0.7$ selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient $K_r = 0.8$

D'où les besoins seront :

$$B_{jl} = 5.19 * 0.8 = 4.152 \text{ mm/j}$$

$$B_{jl} = 4.152 \text{ mm/j}$$

- **Calcul des besoins bruts :**

$$B_{jbrut} = \frac{B_{jl}}{0.9} = \frac{4.125}{0.9} = 4.61 \text{ mm/j} \quad (\text{VII-28})$$

Avec :

0,9 est l'efficience du système d'irrigation localisé. (Goutte à goutte)

- **Pourcentage du sol humidifié :**

Il est calculé comme suit :

$$P = \frac{n * Spd * Sh}{Sa * Sr} = \frac{2 * 2 * 1}{4 * 4} = 0.25 \quad (\text{VII-29})$$

Avec :

P (%) : Pourcentage du sol humidifié.

n : Nombre de point de distribution par arbre égale à =2.

Spd : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (2m).

Sh : Largeur de la bande humidifiée (1m).

Sr : Ecartement entre rangs d'arbre (4m).

Sa : espacement des arbres sur les rangs (4m).

Donc : P(%)= 25%

- **La dose d'irrigation nette pratique :**

Le besoin d'irrigation, Bnet, est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation théoriquement nécessaire pour obtenir une production normale sur l'ensemble de la surface cultivée (à l'exclusion des pertes et de la contribution des autres ressources).

$$Dp = (Hcc - Hpf) \cdot Da \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU \cdot P\% \quad (\text{VII-30})$$

Tel que :

Hcc : humidité à la capacité au champ (Hcc=27%)

Hpf : humidité au point de flétrissement (Hpf=16%)

Y : degré d'extraction de l'eau du sol (Y=2/3)

Z : profondeur d'enracinement en (Z= 1.2m)

Da : est la densité apparente du sol (Da=1.35)

RFU= 117.612 mm

P : Pourcentage du sol humidifié

La dose nette corrigée

$$D_p = 117.612 * 0.25 = 29.403 \text{ mm}$$

- **Fréquence des arrosages :**

La fréquence d'arrosage est donnée par la formule suivante :

$$\mathbf{Fr} = \frac{\mathbf{Dose\ nette}}{\mathbf{Bjl}} \quad (\text{VII-31})$$

$$\mathbf{Fr} = \frac{\mathbf{Dose\ nette}}{\mathbf{Bjl}} = \frac{29.403}{4.152} = 7.08 \text{ jour} \quad (\text{VII-32})$$

Donc on prend $Fr = 8$ jours.

Après détermination de la fréquence d'arrosage, on recalcule :

- **La dose réelle :**

$$D_r = Fr * Bjl = 8 * 4.152 = \mathbf{33.216 \text{ mm}}$$

- **La dose brute :**

$$\mathbf{Dbrute} = \frac{\mathbf{D_r}}{\mathbf{Cu * eff}} \quad (\text{VII-33})$$

$$\mathbf{Dbrute} = \frac{33.216}{0.9 * 0.9} = 41.01 \text{ mm}$$

C_u : coefficient d'uniformité $C_u = 90\%$

E_{ff} : efficacité du réseau d'irrigation $E_{ff} = 90\%$

- **Durée d'arrosage par mois :**

$$\mathbf{\theta} = \frac{\mathbf{Db * Sa * Sr}}{\mathbf{Ng * Qg}} \quad (\text{VII-34})$$

$$\mathbf{\theta} = \frac{41.01 * 4 * 4}{2 * 4} = 82.02 \text{ heures/mois}$$

Avec :

N_g : nombre de goutteur par arbre (2).

Q_g : débit nominal du goutteur 4 l/h.

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre (4m).

Sa : espacement des arbres sur les rangs (4m).

- **Durée d'arrosage journalier :**

$$\begin{aligned} D_j &= \frac{\text{durée d'arrosage}}{Fr} & (\text{VII-35}) \\ &= \frac{82.02}{8} = 10.26 \text{ heures/jour} \end{aligned}$$

- **Nombre de poste :**

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$\begin{aligned} N &= \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} & (\text{VII-36}) \\ &= \frac{20}{10.26} = 1.95 \text{ postes} \end{aligned}$$

On prend : N=2 postes.

- **Surface du poste :**

$$\begin{aligned} S_p &= \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} & (\text{VII-37}) \\ S_p &= \frac{2.84}{2} = 1.42 \text{ ha} \end{aligned}$$

- **Calculs hydrauliques :**
- **Le débit :**

$$Q_r = Q_g \cdot N_r \quad (\text{VII-38})$$

$$Q_{pr} = Q_r \cdot N_r \quad (\text{VII-39})$$

Avec :

Q_r : Débit de rampe

Q_g : Débit du goutteur

N_r : Nombre des rampes

Ng/r : Nombre des goutteurs par rampe

Q_{pr} : Débit de porte rampe

On a :

La longueur de la rampe : 90 m

La longueur de la porte rampe : 158 m

La longueur de la conduite secondaire : 248 m

- **Le nombre d'arbres par rampe :**

$$N_{\text{arbres}} = L_r / E_r = 90 / 4 = 22.5 = 23 \text{ arbres} \quad (\text{VII-40})$$

- **Nombre de goutteurs par rampe :**

$$N_g = N_{\text{arbres}} * n = 23 * 2 = 46 \text{ goutteurs} \quad (\text{VII-41})$$

- **Le nombre de rampes :**

$$N_r = L_{pr} / E_r = 158 / 4 = 40 \text{ rampes} \quad (\text{VII-42})$$

- **Débit de la rampe :**

$$Q_r = N_g * Q_g \quad (\text{VII-31})$$

$$Q_r = 46 * 4 = 184 \text{ l/h}$$

- **Débit de la porte rampe :**

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 184 * 40 = 7360 \text{ l/h} \quad (\text{VII-43})$$

- **Débit de la conduite secondaire :**

Etant donné que nous avons 2 porte rampe :

$$Q_{csl} = Q_{pr} * N_{pr} \quad (\text{VII-44})$$

$$Q_{csl} = 7360 * 2 = 14720 \text{ l/h.}$$

VII .13.Dimensionnement des différentes parties du réseau

VII .13.1.Calcul du diamètre et la vitesse de la rampe

Le diamètre des rampes est calculé d'après la formule suivante :

$$\varnothing r(\text{cal}) = \left[\frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad (\text{VII-45})$$

Avec :

$Pdc(r)$: la perte de charge dans la rampe

$Q(r)$: le débit de la rampe en l/h

$L(r)$: la longueur de la rampe en m

$\varnothing r(\text{cal})$: le diamètre de la rampe

$$\varnothing r(\text{cal}) = \left[\frac{0.75 \times 2.75}{0.478 \times 184^{1.75} \times 90} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

$\varnothing r(\text{cal}) = 12.94 \text{ mm}$; Alors on prend **D_r normalisé=16 mm** .

On recalcule les pertes de charge :

$$j = \left[\frac{0,478 \times D_r^{-4,75} \times Q^{1,75} \times L_r}{2,75} \right] \quad (\text{VII-46})$$

$$j = \left[\frac{0,478 \times (16)^{-4,75} \times (184)^{1,75} \times 90}{2,75} \right] = \mathbf{0.27 \text{ mce.}}$$

$J_{\text{cal}} = 0,27 \text{ m} < j_r = 0.75\text{m}$ donc la condition est vérifiée.

La vitesse des rampes est calculée d'après la formule suivante :

$$V_r = \frac{4 \times Q_r}{\pi \times D_r^2} \quad (\text{VII-47})$$

On a:

$$V_r = \frac{4 \times 184 / (1000 * 3600)}{\pi \times (0,016)^2} = \mathbf{0.25 \text{ m/s}}$$

VII .13.2.Calcul du diamètre de porte rampe

Le diamètre des pote rampes est calculé d'après la formule suivante :

$$\varnothing_{pr}(cal) = \left[\frac{P.d.c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad (VII-48)$$

Avec :

Pdc(pr) : la perte de charge dans la rampe

Q(pr) : le débit de la rampe en l/h

L(pr) : la longueur de la rampe en m

$\varnothing_{pr}(cal)$: le diamètre de la porte rampe

$$\varnothing_{pr}(cal) = \left[\frac{0.5 * 2.75}{0.478 * 7360^{1.75} * 158} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

$\varnothing_{pr}(cal) = 61.79\text{mm}$; Alors on prend **Dpr normalisé=63mm.**

On recalcule les pertes de charge :

$$j = \left[\frac{0.478 \times D_{pr}^{-4.75} \times Q_{pr}^{1.75} \times L_{pr}}{2.75} \right] \quad (VII-49)$$

$$j = \left[\frac{0.478 \times (63)^{-4.75} \times 7360^{1.75} \times 158}{2.75} \right] = \mathbf{0.46mce.}$$

$J_{cal} = 0,46\text{m} < j_{pr} 0.5$ donc la condition est vérifiée.

*La vitesse de la porte rampe est calculée d'après la formule suivante :

$$V_{pr} = \frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times D_{pr}^2} \quad (VII-50)$$

On a:

$$V_{pr} = \frac{4 \times 7360 / (1000 * 3600)}{\pi \times (0,063)^2} \quad V_{pr} = \mathbf{0.66 \text{ m/s.}}$$

VII .13.3.Calcul de caractéristique de conduites secondaires

Pour calculer le diamètre on doit fixer la Vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.25 m/s (La vitesse maximale admise est de 1,8 m/s):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi V}} \quad (\text{VII-51})$$

Avec :

Q : débit de la conduite considérée (m³/s);

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

Les résultats des calculs sont présentés sur le tableau suivant :

Tableau VII-5: Caractéristique de la conduite secondaire.

	L(m)	Q (l/h)	V _{supp} (m/s)	Dcal(mm)	Dn(mm)	Vcal(m/s)	Pdc(m)
Olivier	158	14720	0.8	80.58	90	0.64	0.88

VII .13.4. La pression d'eau à la borne de distribution :

Donc la pression demandée à la borne égale à la pression nominale (10 mce) plus la somme des pertes de charges.

$$\Delta h = 10 \text{ (pression nominale)} + p_{dc}(r) + p_{dc}(pr) + p_{dc}(cs) \quad (\text{VII-52})$$

$$\Delta h = 10 + 0.27 + 0.46 + 0.88$$

$$\Delta h = 11.004 \text{ mce.}$$

VII .14. Conclusion :

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

Dans ce chapitre nous avons étudié le dimensionnement d'un réseau goutte à goutte ; tout en dimensionnant les organes du réseau localisé projeté sur une parcelle type.

Conclusion Générale

Conclusion générale :

Au terme de cette étude, nous constatons que les eaux usées représentent une ressource d'eau renouvelable qu'il faudra exploiter dans l'agriculture, l'industrie et d'autres usages municipaux, donc, constituer sans doute, demain, l'une des solutions incontournables pour notre pays qui souffrant énormément de déficit hydrique.

Cette réutilisation ne représente pas seulement une option économique compétitive mais aussi a de nombreux avantages sociaux et environnement. Ainsi cette valorisation doit être placée dans le cadre de la gestion intégrée des ressources en eau en élaborant une stratégie nationale de valorisation des eaux usées.

Au cours de ce travail :

Nous avons étudié les différentes étapes d'un projet d'irrigation au niveau du périmètre de la commune kais (w.KHENCHELA)

Nous constatons que les eaux usées représentent une ressource d'eau renouvelable qu'il faudra exploiter dans l'agriculture

En fin, nous espérons qu'on a trouvé une solution pour satisfaire la demande en eau pour l'irrigation de notre périmètre.

Références bibliographiques

[1] **BENINA TOUAIBIA** : Manuel Pratique D'Hydraulique

[2] **L'IRRIGATION AVEC DES EAUX USÉES ET LA SANTÉ** Sous la direction de Pay Drechsel, Christopher A. Scott, Liqa Raschid-Sally, Mark Redwood et Akiça Bahri.

[3] **René Clément et Alain Galand** : 1979, L'irrigation par aspersion et réseaux collectif de distribution sous pression, édition, Eyrolles, Paris,

[4] **Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture** Bureau Régional pour le Proche-orient et Bureau sous-régional pour l'Afrique du Nord Septembre 2003

[5] **thèse de doctorat** présentée a université mouloud mammeri de tizi-ouzo fait par M^r METAHRI Mohammed said juillet 2012

[6] **Le décret n° 89-1047 du 28 juillet 1989** modifié par le décret n°936447 du 13 décembre 1993.

[7] **V. Lazarova** (CIRSEE - Lyonnaise des Eaux) et al., « La réutilisation des eaux usées : un enjeu de l'an 2000 » ; « L'eau, l'industrie, les nuisances », n°212, pp.39-46, mai 1998.

[8] **P. Renaud et al.**, « Wastewater reuse » ; « International Report - 21st World Congress », Madrid, Espagne, sept.1997

[9] **V. Lazarova et al.**, « Wastewater reuse : technical and economic evaluation of disinfection processes », Proc. Conf. Beneficial reuse of water and solids, Marbella, Espagne, avril 1997

Annexe I (pour le chapitre III)

**EL-FETH****LABORATOIRE D'ANALYSE DE LA QUALITE.**

AUTORISATION MINISTERIELLE N°036 DU 29 / 10 / 2003.

N°049 DU 18 / 07 / 2011.

Bâtiment B 05 N°02 HLM – Gambetta.

W. Oran.

Tél – Fax : 041 42 33 60 Mobile : 074 33 55 21

Bulletin d'analyse N°3164/15

Désignation de l'échantillon : **Eau de rejets épurée destinée à l'irrigation.**

Lieu de prélèvement : **Station d'épuration de Khenchla .-**

point de prélèvement : **Sortie de la station.**

Reçu-le : 24 / 06 / 2015

N° d'inscription : 3119

Type d'analyse : **Microbiologie.**

Observation : Echantillon prélevé par le client.

CLIENT :**HYDRO-PROJET-OUEST**

02,Rue Bahi AmarEs-Sénia-Oran-

Déterminations	Résultat	Norme Recommandée	Référence de méthodes
Coliformes CFU / 100 ml	11.1.10 ² CFU/ 100 ml	<100-<1000	NA 764 / ISO9308-2
Coliformes fécaux CFU / 100 ml	46x 10 ² CFU/ 100 ml	<100-<1000	NA 764 / ISO9308-2
Nématodes intestinaux (œufs/l)	<1œuf/l	Absence-<1	Microscopie sur cellule Mac Master

Conclusion : L'analyse a révélé un dénombrement de **46.10²CFU/ 100 ml (460 CFU/ 100 ml)** de **coliformes fécaux** et dénombrement de nématodes inférieur à 1 œuf/l.

* Ce seuil de coliformes fécaux est recommandée pour l'irrigation des arbres fruitiers,cultures et arbustes fourragers ,cultures céréalières,cultures industrielles ,arbres forestiers et plantes florales et ornementales.

Réf : Arrêté interministériel portant spécifications des eaux épurées utilisées à des fins d'irrigation .

J.O. n°41 du 15 juillet 2012 .

NB : Cette analyse ne concerne que l'échantillon reçu.

Bulletin établi le : **30 / 06 / 2015**

La directrice technique:





EL-FETH

LABORATOIRE D'ANALYSE DE LA QUALITE.

AUTORISATION MINISTERIELLE N°036 DU 29 / 10 / 2003.

N°049 DU 18 / 07 / 2011.

Bâtiment B 05 N°02 HLM – Gambetta.

W. Oran.

Tél – Fax : 041 42 33 60 Mobile : 074 33 55 21

Bulletin d'analyse N°3165/15

Désignation de l'échantillon : **Eau de rejets épurée destinée à l'irrigation.**

Lieu de prélèvement : **Station d'épuration de Khenchla.**

point de prélèvement : **Sortie de la station.**

Reçu-le : 24 / 06 / 2015

N° d'inscription : 3120

Type d'analyse : **Physico-chimie**

Observation : **Echantillon prélevé par le client.**

CLIENT :

HYDRO-PROJET-OUEST

02,Rue Bahi Amar Es-Sénia-Oran-

Paramètres	Résultats	Valeurs maximales	Normes
Paramètres Toxiques			
Mercure	0,0023 mg / l	0,01 mg / l	T 90-113
Cadmium	0,0029 mg / l	0,05 mg / l	T90-112
Arsenic	0,0013 mg / l	2 mg / l	NFT 90-026
Chrome	0,0048 mg / l	1 mg / l	T90-112
Plomb	0,0880mg / l	10 mg / l	T90-112
Cuivre	0,1195 mg / l	5 mg / l	T 90-112
Zinc	1.13 mg / l	10 mg / l	NFT 90-112
Sélénium	0,0013mg / l	0,02 mg / l	NF T90-025
Fluor	0,0011 mg / l	15 mg / l	NFT 90-004
Cyanures	0,0018 mg / l	0,5 mg / l	NF T90-107
Phénols	0.08 mg / l	0,002 mg / l	T90-109
Aluminium	0,016 mg / l	20 mg / l	S.A.A
Béryllium	0.137 mg / l	0,5 mg / l	S.A.A
Cobalt	1.25 mg / l	5 mg / l	T 90-112
Fer	0,556 mg / l	20 mg / l	NFT 90-017
Lithium	0,0189 mg / l	2,5 mg / l	Photomètre de flamme
Manganèse	0,055mg / l	10 mg / l	T 90-112
Molybdène	0.007 mg / l	0,05 mg / l	Colorimétrique
Nickel	0.0078 mg / l	2 mg / l	T 90-112
Etain	0,4199		T 90-136
Vanadium	0.015 mg / l	1 mg / l	S.A.A
Paramètres Physico-chimique			
Salinité totale	1152 mg/l	/	NFT 90-111
Conductivité à 25°C	1874 us /cm	/	NFT 90-031
SAR	2,66	CE=0,5ds /m	Calcul

K. REGUËS
Directrice de Laboratoire



EL-FETH

LABORATOIRE D'ANALYSE DE LA QUALITE.

AUTORISATION MINISTERIELLE N°036 DU 29 / 10 / 2003.

N°049 DU 18 / 07 / 2011.

Bâtiment B 05 N°02 HLM – Gambetta.

W. Oran.

Tél – Fax : 041 42 33 60 Mobile : 074 33 55 21

Bulletin d'analyse N°3165/15

Ions Physico-chimique			
Sodium	90,36 mg/l	/	NFT 90-020
Chlorures	198,80 mg/l (5,60 meq/l)	10 meq/l	NFT 90-014
Bore	0.19 mg/l	2 mg / l	T 90-041
Effets Divers			
Température au prélèvement	/	/	NFT 90-100
pH	7,39	6,5-8,5	NFT 90-000
Matières en suspension à 105°C	72 ,0 mg/l	30 mg/l	NFT 90-105
Matières en suspension à 600°C	36 ,83 mg/l	30 mg/l	NFT 90-105
Oxygène dissout	0,85 mg/l	/	NFT 90-106
Turbidité	249,0 NTU	/	NFT 90-033
Matières décantables	5,1 ml/l	/	NFT 90-105
Azote total	93 mg/l	/	NFT 90-110
Azote Kjeldahl	89,45 mg/l	/	NFT 90-110
Azote nitrique	20,99 mg/l	30 mg/l	NF EN 25663
Ammonium	122,37 mg/l	/	NFT 90-115
Phosphore total	9,60 mg/l	/	NFT 90-023
Détergents	0,79 mg/l	/	T 90-039
Hydrocarbures totaux	62,0	/	Extraction liquide-liquide spectrophotométrie
Huile et graisses	24,84	/	Extraction liquide-liquide spectrophotométrie
Bicarbonates	32 mg/l (0,52meq/l)	8,5 meq/l	NFT 90-036
Sulfates	89 mg/l	/	NFT 90-009
Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	178 mg d'oxygène / l	30 mg d'oxygène / l	ISO 5815
Demande chimique en oxygène (DCO)	360mg d'oxygène/ l	90 mg d'oxygène / l	NFT 90-101
Nitrates	8,42mg /l	/	NFT 90-012
Nitrites	0,12mg /l	/	NFT 90-013

Conclusion : Tenant compte des résultats , les analyses nous renseigne sur une concentration des matières en suspension élevée et une DBO₅ et une DCO dépassant les valeurs limites.Néanmoins le reste des teneurs ne dépassent pas les valeurs limites tracées par la réglementation en vigueur.

Réf : Arrêté interministériel du 02 janvier 2012 portant spécifications des eaux épurées utilisées à des fins d'irrigation .

J.O. n°41 du 15 juillet 2012.

NB : Cette analyse ne concerne que l'échantillon reçu.

Bulletin établi le : 30 / 06 / 2015


La directrice technique de Laboratoire



EL-FETH

LABORATOIRE D'ANALYSE DE LA QUALITE.
AUTORISATION MINISTERIELLE N°036 DU 29 / 10 / 2003.
N°049 DU 18 / 07 / 2011.

Bâtiment B 05 N°02 HLM – Gambetta.

W. Oran.

Tél – Fax : 041 42 33 60 Mobile : 074 33 55 21

Bulletin d'analyse N°3165Bis/15

Désignation de l'échantillon : **Eau de rejets épurée destinée à l'irrigation.**

Lieu de prélèvement : **Station d'épuration de Khenchla.**

point de prélèvement : **Sortie de la station.**

Reçu-le : 24 / 06 / 2015

N° d'inscription : 3120

Type d'analyse : **Physico-chimie**

Observation : **Echantillon prélevé par le client.**

CLIENT :

HYDRO-PROJET-OUEST

02, Rue Bahi Amar Es-Sénia-Oran-

Paramètres	Résultats	Normes internationales et méthodes
Température	/	T 90-100
Demande biochimique en oxygène ₅	178 mg d'oxygène/l	T 90-103
Demande chimique en oxygène	360 mg d'oxygène/l	NFT 90-101
MES à 105°C	72,0 mg / l	NFT 90-105
MES à 600°C	36,83 mg / l	Perte au feu à 525°C des MES (après analyses des MEST)
O ₂ dissout	0,85 mg / l	NFT 90-106
Turbidité	249,0 NTU	NFT 90-033
Matières décantables	5,1 ml / l	NFT 90-105
Nitrates	8,42 mg / l	NFT 90-012
Nitrites	0,12 mg / l	NFT 90-013
Azote total	93,00 mg / l	NF T 90-110
Azote kjeldahl	89,00 mg / l	NF T 90-110
Ammonium	122,37 mg / l	NFT 90-015
Phosphore Total	9,60 mg / l	NFT 90-023
Détergents	0,79 mg / l	T 90-039
Hydrocarbures totaux	62,0 mg / l	Extraction liquide-liquide spectrophotométrie
Huiles et graisses	24,84 mg / l	Extraction liquide-liquide spectrophotométrie
Fer	0,556 mg / l	T 90-112
Manganèse	0,055 mg / l	T 90-112
Cuivre	0,1195 mg / l	T 90-112

K. RESMIEG
Directrice de Laboratoire



EL-FETH

LABORATOIRE D'ANALYSE DE LA QUALITE.
AUTORISATION MINISTERIELLE N°036 DU 29 / 10 / 2003.
N°049 DU 18 / 07 / 2011.

Bâtiment B 05 N°02 HLM – Gambetta.

W. Oran.

Tél – Fax : 041 42 33 60 Mobile : 074 33 55 21

Bulletin d'analyse N°3165/15

Chrome	0,0048 mg / l	T 90-112
Cadmium	0,0029mg / l	T 90-112
Nickel	0,0078mg / l	T 90-112
Etain	0,4199mg / l	T 90-136
Mercure	0,0023 mg / l	T 90-113
Plomb	0,0880 mg / l	T 90-112

NB : Cette analyse ne concerne que l'échantillon reçu.

Bulletin établi le : **30 / 06 / 2015**

La directrice technique :



EL-FETH



EL-FETH

LABORATOIRE D'ANALYSE DE LA QUALITE.
AUTORISATION MINISTERIELLE N°036 DU 29 / 10 / 2003.
N°049 DU 18 / 07 / 2011.

Bâtiment B 05 N°02 HLM – Gambetta.

W. Oran.

Tél – Fax : 041 42 33 60 Mobile : 074 33 55 21

Bulletin d'analyse N°3166/15

Désignation de l'échantillon : **Eau de rejets épurée destinée à l'irrigation.**
Lieu de prélèvement : **Station d'épuration de kais.-**
point de prélèvement : **Sortie de la station.**
Reçu-le : 24 / 06 / 2015
N° d'inscription : 3121
Type d'analyse : **Microbiologie.**
Observation : Echantillon prélevé par le client.

CLIENT :
HYDRO-PROJET-OUEST
02,Rue Bahi AmarEs-Sénia-
Oran-

Déterminations	Résultat	Norme Recommandée	Référence de méthodes
Coliformes CFU / 100 ml	4.60x10 ² CFU/ 100 ml	<100-<1000	NA 764 / ISO9308-2
Coliformes fécaux CFU / 100 ml	2.40x10 ² CFU/ 100 ml	<100-<1000	NA 764 / ISO9308-2
Nématodes intestinaux (œufs/l)	Absence	Absence-<1	Microscopie sur cellule Mac Master

Conclusion : L'analyse a révélé un dénombrement de **2,4x10²CFU/ 100 ml (240 CFU/ 100 ml)** de **coliformes fécaux** et une absence de nématodes intestinaux.
*Ce seuil de coliformes fécaux est recommandée pour l'irrigation des arbres fruitiers,cultures et arbustes fourragers ,cultures céréalières,cultures industrielles ,arbres forestiers et plantes florales et ornementales.
Réf : Arrêté interministériel portant spécifications des eaux épurées utilisées à des fins d'irrigation .
J.O. n°41 du 15 juillet 2012 .

NB : Cette analyse ne concerne que l'échantillon reçu.

Bulletin établi le : **30 / 06 / 2015**

La directrice technique:





EL-FETH

LABORATOIRE D'ANALYSE DE LA QUALITE.

AUTORISATION MINISTERIELLE N°036 DU 29 / 10 / 2003.

N°049 DU 18 / 07 / 2011.

Bâtiment B 05 N°02 HLM – Gambetta.

W. Oran.

Tél – Fax : 041 42 33 60 Mobile : 074 33 55 21

Bulletin d'analyse N°3167/15

Désignation de l'échantillon : **Eau de rejets épurée destinée à l'irrigation.**
Lieu de prélèvement : **Station d'épuration de Kais.**
point de prélèvement : **Sortie de la station.**
Reçu-le : 24 / 06 / 2015
N° d'inscription : 3122
Type d'analyse : **Physico-chimie**
Observation : Echantillon prélevé par le client.

CLIENT :
HYDRO-PROJET-OUEST
02, Rue Bahi Amar Es-Sénia-Oran-

Paramètres	Résultats	Valeurs maximales	Normes
Paramètres Toxiques			
Mercure	0,0021 mg / l	0,01 mg / l	T 90-113
Cadmium	0,0024 mg / l	0,05 mg / l	T90-112
Arsenic	0,0019 mg / l	2 mg / l	NFT 90-026
Chrome	0,0138 mg / l	1 mg / l	T90-112
Plomb	0,0927mg / l	10 mg / l	T90-112
Cuivre	0,1210 mg / l	5 mg / l	T 90-112
Zinc	1.26mg / l	10 mg / l	NFT 90-112
Sélénium	0,013 mg / l	0,02 mg / l	NF T90-025
Fluor	0,0014 mg / l	15 mg / l	NFT 90-004
Cyanures	0,0020 mg / l	0,5 mg / l	NF T90-107
Phénols	0.05 mg / l	0,002 mg / l	T90-109
Aluminium	0,013mg / l	20 mg / l	S.A.A
Béryllium	0.145mg / l	0,5 mg / l	S.A.A
Cobalt	1.19 mg / l	5 mg / l	T 90-112
Fer	0,608 mg / l	20 mg / l	NFT 90-017
Lithium	0,0175 mg / l	2,5 mg / l	Photomètre de flamme
Manganèse	0,090 mg / l	10 mg / l	T 90-112
Molybdène	0.00 mg / l	0,05 mg / l	Colorimétrique
Nickel	0.0815 mg / l	2 mg / l	T 90-112
Etain	0,3006		T 90-136
Vanadium	0.007 mg / l	1 mg / l	S.A.A
Paramètres Physico-chimique			
Salinité totale	1440 mg/l	/	NFT 90-111
Conductivité à 25°C	2000 us /cm	/	NFT 90-031
SAR	2,53	CE=0,5ds /m	Calcul

K. RESQUIE
Directrice de Laboratoire



EL-FETH

LABORATOIRE D'ANALYSE DE LA QUALITE.

AUTORISATION MINISTERIELLE N°036 DU 29 / 10 / 2003.

N°049 DU 18 / 07 / 2011.

Bâtiment B 05 N°02 HLM – Gambetta.

W. Oran.

Tél – Fax : 041 42 33 60 Mobile : 074 33 55 21

Bulletin d'analyse N°3167/15

Ions Physico-chimique			
Sodium	92,60 mg/l	/	NFT 90-020
Chlorures	213,00 mg/l (6,0 meq/l)	10 meq/l	NFT 90-014
Bore	0,35 mg/l	2 mg / l	T 90-041
Effets Divers			
Température au prélèvement	/	/	NFT 90-100
pH	7,60	6,5-8,5	NFT 90-000
Matières en suspension à 105°C	88 ,0 mg/l	30 mg/l	NFT 90-105
Matières en suspension à 600°C	36 ,00 mg/l	30 mg/l	NFT 90-105
Oxygène dissout	0,89 mg/l	/	NFT 90-106
Turbidité	220,0 NTU	/	NFT 90-033
Matières décantables	4,9 ml/l	/	NFT 90-105
Azote total	103,0 mg/l	/	NFT 90-110
Azote Kjeldahl	92,50 mg/l	/	NFT 90-110
Azote nitrique	23,25 mg/l	30 mg/l	NF EN 25663
Ammonium	118,95 mg/l	/	NFT 90-115
Phosphore total	12,90 mg/l	/	NFT 90-023
Détergents	0,83 mg/l	/	T 90-039
Hydrocarbures totaux	10,96 mg/l	/	Extraction liquide- liquide spectrophotométrie
Huiles et graisses	4,30 mg/l	/	Extraction liquide- liquide spectrophotométrie
Bicarbonates	35,60 mg/l (0,58meq/l)	8,5 meq/l	NFT 90-036
Sulfates	78 mg/l	/	NFT 90-009
Demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	135 mg d'oxygène / l	30 mg d'oxygène / l	ISO 5815
Demande chimique en oxygène (DCO)	274 mg d'oxygène/ l	90 mg d'oxygène / l	NFT 90-101
Nitrates	7,53 mg / l	/	NFT 90-012
Nitrites	0,16 mg / l	/	NFT 90-013

Conclusion : Tenant compte des résultats , les analyses nous renseigne sur une concentration des matières en suspension élevée et une DBO₅ et une DCO dépassant les valeurs limites.Néanmoins le reste des teneurs ne dépassent pas les valeurs limites tracées par la réglementation en vigueur.

Réf : Arrêté interministériel du 02 janvier 2012 portant spécifications des eaux épurées utilisées à des fins d'irrigation .

J.O. n°41 du 15 juillet 2012.

NB : Cette analyse ne concerne que l'échantillon reçu.

Bulletin établi le : 30 / 06 / 2015

La directrice technique Laboratoire

**EL-FETH****LABORATOIRE D'ANALYSE DE LA QUALITE.**
AUTORISATION MINISTERIELLE N°036 DU 29 / 10 / 2003.
N°049 DU 18 / 07 / 2011.

Bâtiment B 05 N°02 HLM – Gambetta.

W. Oran.

Tél – Fax : 041 42 33 60 Mobile : 074 33 55 21

Bulletin d'analyse N°3167Bis/15

Désignation de l'échantillon : **Eau de rejets épurée destinée à l'irrigation.**
Lieu de prélèvement : **Station d'épuration de Kais.-**
point de prélèvement : **Sortie de la station.**
Reçu-le : 24 / 06 / 2015
N° d'inscription : 3122Bis
Type d'analyse : **Physico-chimie**
Observation : Echantillon prélevé par le client.

CLIENT :
HYDRO-PROJET-OUEST
02, Rue Bahi Amar Es-Sénia-
Oran-

Paramètres	Résultats	Normes internationales et méthodes
Température	/	T 90-100
Demande biochimique en oxygène ₅	135 mg d'oxygène / l mg d'oxygène/ l	T 90-103
Demande chimique en oxygène	274 mg d'oxygène/ l	NFT 90-101
MES à 105°C	88 ,0 mg/l	NFT 90-105
MES à 600°C	36 ,00 mg/l	Perte au feu à 525°C des MES (après analyses des MEST)
O ₂ dissout	0,89 mg/l	NFT 90-106
Turbidité	220,0 NTU	NFT 90-033
Matières décantables	4,9 ml/l	NFT 90-105
Nitrates	7,53 mg /l	NFT 90-012
Nitrites	0,16 mg /l	NFT 90-013
Azote total	103,0 mg/l	NF T 90-110
Azote kjeldahl	92,50 mg/l	NF T 90-110
Ammonium	118,95 mg/l	NFT 90-015
Phosphore Total	12,90 mg/l	NFT 90-023
Détergents	0,83 mg/l	T 90-039
Hydrocarbures totaux	10,96 mg/l	Extraction liquide-liquide spectrophotométrie
Huiles et graisses	4,30 mg/l	Extraction liquide-liquide spectrophotométrie
Fer	0,608 mg / l	T 90-112
Manganèse	0,090 mg / l	T 90-112
Cuivre	0,1210 mg / l	T 90-112

K. REBUIEG
Directrice de Laboratoire



EL-FETH

LABORATOIRE D'ANALYSE DE LA QUALITE.

AUTORISATION MINISTERIELLE N°036 DU 29 / 10 / 2003.

N°049 DU 18 / 07 / 2011.

Bâtiment B 05 N°02 HLM – Gambetta.

W. Oran.

Tél – Fax : 041 42 33 60 Mobile : 074 33 55 21

Bulletin d'analyse N°3167/15

Chrome	0,0138 mg / l	T 90-112
Cadmium	0,0024 mg / l	T 90-112
Nickel	0.0815 mg / l	T 90-112
Etain	0,3006	T 90-136
Mercuré	0,0021 mg / l	T 90-113
Plomb	0,0927mg / l	T 90-112

NB : Cette analyse ne concerne que l'échantillon reçu.

Bulletin établi le : **30 / 06 / 2015**

La directrice technique :



EL-FETH

ANNEXE
SPECIFICATIONS DES EAUX USEES EPUREES
UTILISEES A DES FINS D'IRRIGATION

1. PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES

GROUPES DE CULTURES	PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES	
	Coliformes fécaux (CFU/100ml) (moyenne géométrique)	Nématodes intestinaux (œufs/l) (moyenne arithmétique)
Irrigation non restrictive. Culture de produits pouvant être consommés crus.	<100	Absence
Légumes qui ne sont consommés que cuits. Légumes destinés à la conserverie ou à la transformation non alimentaire.	<250	<0,1
Arbres fruitiers (1). Cultures et arbustes fourragers (2). Cultures céréalières. Cultures industrielles (3). Arbres forestiers. Plantes florales et ornementales (4).	Seuil recommandé <1000	<1
Cultures du groupe précédent (CFU/100ml) utilisant l'irrigation localisée (5) (6).	pas de norme recommandée	pas de norme recommandée

(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.

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

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

(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.

(5) Exige une technique d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes.

(6) A condition que les ouvriers agricoles et la population alentour maîtrisent la gestion de l'irrigation localisée et respectent les règles d'hygiène exigées. Aucune population alentour.

2. PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES

	PARAMETRES	UNITÉ	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
Physiques	pH	—	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR = 0 - 3 CE	ds/m	0.2
	3 - 6		0.3
	6 - 12		0.5
12 - 20	1.3		
20 - 40	3		
Chimiques	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	CHLORURE (Cl)	meq/l	10
	AZOTE (NO ₃ - N)	mg/l	30
	Bicarbonate (HCO ₃)	meq/l	8.5
Eléments toxiques (*)	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Cyanures	mg/l	0.5
	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercure	mg/l	0.01
	Molybdène	mg/l	0.05
	Nickel	mg/l	2.0
	Sélénium	mg/l	0.02
	Vanadium	mg/l	1.0
Zinc	mg/l	10.0	

Décret exécutif n° 07-149 du 3 Jomada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre des ressources en eau,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 85-05 du 16 février 1985, modifiée et complétée, relative à la protection et à la promotion de la santé ;

Vu la loi n° 87-17 du 1er août 1987 relative à la protection phytosanitaire ;

Vu la loi n° 89-02 du 7 février 1989 relative aux règles générales de protection du consommateur ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, complétée, relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, complétée, relative à la wilaya ;

Vu la loi n° 90-30 du 1er décembre 1990 portant loi domaniale ;

Vu la loi n° 03-10 du 19 Jomada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu la loi n° 05-12 du 28 Jomada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005 relative à l'eau ;

Vu le décret présidentiel n° 06-175 du 26 Rabie Ethani 1427 correspondant au 24 mai 2006 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 06-176 du 27 Rabie Ethani 1427 correspondant au 25 mai 2006 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Décrète :

Article 1er. — En application des dispositions des articles 76 et 78 de la loi n° 05-12 du 28 Jomada Ethania 1426 correspondant au 4 août 2005, susvisée, le présent décret a pour objet de fixer les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent.

CHAPITRE I

DISPOSITIONS PRELIMINAIRES

Art. 2. — Au sens du présent décret, on entend par « eau usée épurée destinée à l'irrigation », toute eau usée dont la qualité, après un traitement approprié dans une station d'épuration ou de lagunage est conforme aux spécifications fixées par arrêté conjoint des ministres chargés des ressources en eau, de la santé et de l'agriculture.

CHAPITRE II

CONCESSION D'UTILISATION DES EAUX USEES EPUREES

Art. 3. — L'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation est soumise au régime de la concession.

La concession peut être octroyée à toute personne morale ou physique, de droit public ou privé, qui se propose de distribuer, à des usagers, des eaux usées épurées à des fins d'irrigation au sens de l'article 2 ci-dessus.

Art. 4. — L'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation doit être conforme aux clauses du cahier des charges-type annexé au présent décret auquel doit souscrire tout concessionnaire.

Art. 5. — Le dossier de demande de concession est adressé par le demandeur, en double exemplaire, au wali territorialement compétent.

La wilaya compétente est celle sur le territoire de laquelle sont situées les parcelles destinées à être irriguées par les eaux usées épurées.

Art. 6. — La demande de concession doit comporter les noms, prénoms, et adresses pour les personnes physiques ou la raison sociale et l'adresse du siège social pour les personnes morales. Elle doit être accompagnée d'un mémoire technique, comportant notamment les documents et informations suivants :

— une description de la station d'épuration ou de lagunage d'où proviennent les eaux usées épurées ainsi que le mode de traitement utilisé ;

— la description et les plans des ouvrages de stockage, d'amenée et de distribution des eaux usées épurées à réaliser ;

— une fiche d'analyse des eaux usées épurées dont la qualité doit être conforme, aux spécifications en vigueur. Les analyses doivent dater de moins de trois (3) mois ;

— la localisation et la superficie des terres destinées à être irriguées, avec un plan parcellaire à une échelle appropriée où seront indiqués les parcelles destinées à être irriguées et le mode d'irrigation préconisé ;

— un accord écrit de l'organisme gestionnaire de la station d'épuration ou de lagunage par lequel il s'engage à fournir les volumes d'eaux usées épurées, en quantité et qualité requises ;

— un engagement des agriculteurs, utilisateurs des eaux usées épurées ;

— un plan de situation des installations d'amenée, de stockage et de distribution des eaux usées épurées, sur lequel doivent être reportés les ouvrages et réseaux d'alimentation en eau potable situés à proximité ainsi que les installations d'épuration.

Art. 7. — Les services de l'hydraulique de la wilaya doivent procéder à une étude technique de la demande de concession, en concertation avec les services de l'agriculture, de la santé et de la protection de l'environnement. Ils doivent, notamment :

- vérifier la disponibilité, en quantité et en qualité, des eaux usées épurées destinées à l'irrigation ;
- faire une évaluation technique de la faisabilité du projet ;
- procéder à une visite des lieux ;
- évaluer les risques de contamination des personnes, des cultures et des ressources en eau, ainsi que les conséquences sur l'environnement ;
- recueillir l'avis des assemblées populaires communales concernées.

Art. 8. — La concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation est octroyée par arrêté pris par le wali territorialement compétent.

Quand les terres destinées à être irriguées et la station d'épuration ou de lagunage sont situées sur le territoire de plus d'une wilaya, la concession est octroyée par un arrêté du ministre chargé des ressources en eau.

Art. 9. — L'arrêté de concession doit comporter les indications suivantes :

- la station d'épuration ou de lagunage d'où proviennent les eaux usées épurées ;
- les volumes des eaux usées épurées qui seront utilisés annuellement ;
- la localisation et la superficie des terres destinées à être irriguées.

Art. 10. — L'administration a le droit de s'assurer, en tout temps, par la visite des ouvrages et des parcelles irriguées ainsi que par des prélèvements d'eau et de produits agricoles aux fins d'analyse, que les conditions auxquelles a souscrit le concessionnaire sont et demeurent observées.

Art. 11. — En cas de rejet de la demande de concession, l'autorité compétente notifie sa décision, motivée, au demandeur.

Art. 12. — En cas de refus, le demandeur peut introduire un recours dans un délai ne dépassant pas un mois à compter de la date de notification du refus avec de nouveaux éléments d'information ou de justification pour l'appui de sa demande.

Art. 13. — La concession peut être modifiée, réduite ou révoquée, à tout moment :

- en cas de non-respect des clauses du cahier des charges par le concessionnaire. Ce cas n'ouvre droit à aucune indemnité ;
- pour cause d'intérêt général. Ce cas ouvre droit à une indemnité, au profit du bénéficiaire, si ce dernier subit un préjudice.

CHAPITRE III

PREVENTION DES RISQUES LIES A L'USAGE DES EAUX USEES EPUREES

Art. 14. — L'irrigation, avec des eaux usées épurées des cultures maraîchères dont les produits sont consommables crus est interdite.

Art. 15. — La liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées est fixée par arrêté conjoint des ministres chargés des ressources en eau, de l'agriculture et de la santé.

Art. 16. — Les parcelles destinées à être irriguées avec des eaux usées épurées ne doivent porter aucune culture, autre que celles figurant sur la liste indiquée à l'article 15 ci-dessus.

Art. 17. — L'irrigation par les eaux usées épurées des cultures autorisées doit cesser au moins deux semaines avant la récolte.

La consommation des fruits tombant au sol est interdite ; ces fruits tombés doivent être détruits ou transportés à la décharge publique.

Art. 18. — L'irrigation des arbres fruitiers par aspersion, ou par tout autre système mettant l'eau usée épurée en contact avec les fruits est interdite.

Art. 19. — Le pâturage direct sur les parcelles et aires irriguées par les eaux usées épurées est interdit.

Art. 20. — Les parcelles irriguées, au moyen des eaux usées épurées, doivent être éloignées de plus de 100 mètres des routes, des habitations, des puits de surface et autres ouvrages destinés à l'alimentation en eau potable.

Art. 21. — L'irrigation des parcs et des espaces verts, au moyen des eaux usées épurées, doit s'effectuer en dehors des heures d'ouverture au public.

Art. 22. — Tout raccordement avec une canalisation transportant de l'eau potable est interdit.

Art. 23. — Toutes les bornes et tous les robinets d'irrigation du réseau de distribution des eaux usées épurées doivent comporter obligatoirement une plaque inamovible, signalant que l'eau est non potable et par conséquent impropre à la consommation.

Art. 24. — En cas de dégradation de la qualité de l'eau des puits situés à proximité des zones irriguées par les eaux usées épurées, l'utilisation d'eau de ces puits est soumise aux mêmes spécifications et conditions d'usage imposées aux eaux usées épurées. En cas de préjudice pour les agriculteurs concernés, la reconversion des cultures ainsi que des dommages subis sont à la charge du concessionnaire.

Art. 25. — L'exploitation à des fins d'irrigation des puits situés à l'intérieur des zones irriguées avec les eaux usées épurées n'est permise que pour les cultures autorisées sur ces zones.

Arrêté interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant la liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.

Le ministre des ressources en eau,

Le ministre de l'agriculture et du développement rural,

Le ministre de la santé, de la population et de la réforme hospitalière,

Vu le décret présidentiel n° 10-149 du 14 Jomada Ethania 1431 correspondant au 28 mai 2010 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 05-464 du 4 Dhou El Kaada 1426 correspondant au 6 décembre 2005 relatif à l'organisation et au fonctionnement de la normalisation ;

Vu le décret exécutif n° 07-149 du 3 Jomada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent ;

Arrêtent :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 15 du décret exécutif n° 07-149 du 3 Jomada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007, susvisé, le présent arrêté a pour objet de fixer la liste des cultures autorisées pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées conformément à l'annexe jointe.

Art. 2. — Le présent arrêté sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012.

Le ministre
des ressources en eau
Abdelmalek SELLAL

Le ministre de l'agriculture
et du développement rural
Rachid BENAÏSSA

Le ministre de la santé,
de la population et de la réforme hospitalière
Djamel OULD ABBES

ANNEXE

LISTE DES CULTURES POUVANT ETRE IRRIGUEES AVEC DES EAUX USEES EPUREES

Groupes de cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées	Liste des cultures
Arbres fruitiers (1)	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, rhubarbe, arachides, noix, olive.
Agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine.
Cultures fourragères (2)	Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce et luzerne.
Culture industrielles	Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave sucrière, coton, tabac, lin.
Cultures céréalières	Blé, orge, triticales et avoine.
Cultures de production de semences	Pomme de terre, haricot et petit pois.
Arbustes fourragers	Acacia et atriplex.
Plantes florales à sécher ou à usage industriel	Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin.

(1) L'irrigation avec des eaux usées épurées est permise à condition que l'on cesse l'irrigation au moins deux (2) semaines avant la récolte. Les fruits tombés au sol ne sont pas ramassés et sont à détruire.

(2) Le pâturage direct dans les parcelles irriguées par les eaux usées épurées est strictement interdit et, ce afin de prévenir toute contamination du cheptel et par conséquent des consommateurs.

Annexe II (pour le chapitre VI)

Nombre des jours	15 jours d'irrigation			15 jours d'irrigation			18 jours d'irrigation					
	JANVIE	Production de la STEP(m3/J)	Consommation par jour(m3/j)	Stockage(m3/j)	FEV	Production de la STEP(m3/J)	Consommation par jour(m3/j)	Stockage(m3/j)	MARS	Production de la STEP(m3/J)	Consommation par jour(m3/j)	Stockage(m3/j)
1	7 200		7 200	1	7 200		7 200	7 200	1	7 200		7 200
2	7 200		14 400	2	7 200	13 920	480		2	7 200	12 400	2 000
3	7 200	14 880	6 720	3	7 200		7 680		3	7 200		9 200
4	7 200		13 920	4	7 200	13 920	960		4	7 200	12 400	4 000
5	7 200	14 880	6 240	5	7 200		8 160		5	7 200		11 200
6	7 200		13 440	6	7 200	13 920	1 440		6	7 200	12 400	6 000
7	7 200	14 880	5 760	7	7 200		8 640		7	7 200	12 400	800
8	7 200		12 960	8	7 200	13 920	1 920		8	7 200		8 000
9	7 200	14 880	5 280	9	7 200		9 120		9	7 200	12 400	2 800
10	7 200		12 480	10	7 200	13 920	2 400		10	7 200		10 000
11	7 200	14 880	4 800	11	7 200		9 600		11	7 200	12 400	4 800
12	7 200		12 000	12	7 200	13 920	2 880		12	7 200		12 000
13	7 200	14 880	4 320	13	7 200		10 080		13	7 200	12 400	6 800
14	7 200		11 520	14	7 200	13 920	3 360		14	7 200	12 400	1 600
15	7 200	14 880	3 840	15	7 200		10 560		15	7 200		8 800
16	7 200		11 040	16	7 200	13 920	3 840		16	7 200	12 400	3 600
17	7 200	14 880	3 360	17	7 200		11 040		17	7 200		10 800
18	7 200		10 560	18	7 200	13 920	4 320		18	7 200	12 400	5 600
19	7 200	14 880	2 880	19	7 200		11 520		19	7 200	12 400	400
20	7 200		10 080	20	7 200	13 920	4 800		20	7 200		7 600
21	7 200	14 880	2 400	21	7 200		12 000		21	7 200	12 400	2 400
22	7 200		9 600	22	7 200	13 920	5 280		22	7 200		9 600
23	7 200	14 880	1 920	23	7 200		12 480		23	7 200	12 400	4 400
24	7 200		9 120	24	7 200	13 920	5 760		24	7 200		11 600
25	7 200	14 880	1 440	25	7 200		12 960		25	7 200	12 400	6 400
26	7 200		8 640	26	7 200	13 920	6 240		26	7 200	12 400	1 200
27	7 200	14 880	960	27	7 200		13 440		27	7 200		8 400
28	7 200		8 160	28	7 200	13 920	6 720		28	7 200	12 400	3 200
29	7 200	14 880	480	29	7 200	13 920	-		29	7 200		10 400
30	7 200		7 680						30	7 200	12 400	5 200
31	7 200	14 880	-						31	7 200	12 400	-
			14 400				13 440					12 000

Nombre des jours	15 jours d'irrigation				15 jours d'irrigation				18 jours d'irrigation			
	JANVIE	Production de la STEP(m3/J)	Consomation par jour(m3/j)	Stockage(m3/j)	FEV	Production de la STEP(m3/J)	Consomation par jour(m3/j)	Stockage(m3/j)	MARS	Production de la STEP(m3/J)	Consomation par jour(m3/j)	Stockage(m3/j)
	1	7 200		7 200	1	7 200		7 200	1	7 200		7 200
	2	7 200		14 400	2	7 200	13 920	480	2	7 200	12 400	2 000
	3	7 200	14 880	6 720	3	7 200		7 680	3	7 200		9 200
	4	7 200		13 920	4	7 200	13 920	960	4	7 200	12 400	4 000
	5	7 200	14 880	6 240	5	7 200		8 160	5	7 200		11 200
	6	7 200		13 440	6	7 200	13 920	1 440	6	7 200	12 400	6 000
	7	7 200	14 880	5 760	7	7 200		8 640	7	7 200	12 400	800
	8	7 200		12 960	8	7 200	13 920	1 920	8	7 200		8 000
	9	7 200	14 880	5 280	9	7 200		9 120	9	7 200	12 400	2 800
	10	7 200		12 480	10	7 200	13 920	2 400	10	7 200		10 000
	11	7 200	14 880	4 800	11	7 200		9 600	11	7 200	12 400	4 800
	12	7 200		12 000	12	7 200	13 920	2 880	12	7 200		12 000
	13	7 200	14 880	4 320	13	7 200		10 080	13	7 200	12 400	6 800
	14	7 200		11 520	14	7 200	13 920	3 360	14	7 200	12 400	1 600
	15	7 200	14 880	3 840	15	7 200		10 560	15	7 200		8 800
	16	7 200		11 040	16	7 200	13 920	3 840	16	7 200	12 400	3 600
	17	7 200	14 880	3 360	17	7 200		11 040	17	7 200		10 800
	18	7 200		10 560	18	7 200	13 920	4 320	18	7 200	12 400	5 600
	19	7 200	14 880	2 880	19	7 200		11 520	19	7 200	12 400	400
	20	7 200		10 080	20	7 200	13 920	4 800	20	7 200		7 600
	21	7 200	14 880	2 400	21	7 200		12 000	21	7 200	12 400	2 400
	22	7 200		9 600	22	7 200	13 920	5 280	22	7 200		9 600
	23	7 200	14 880	1 920	23	7 200		12 480	23	7 200	12 400	4 400
	24	7 200		9 120	24	7 200	13 920	5 760	24	7 200		11 600
	25	7 200	14 880	1 440	25	7 200		12 960	25	7 200	12 400	6 400
	26	7 200		8 640	26	7 200	13 920	6 240	26	7 200	12 400	1 200
	27	7 200	14 880	960	27	7 200		13 440	27	7 200		8 400
	28	7 200		8 160	28	7 200	13 920	6 720	28	7 200	12 400	3 200
	29	7 200	14 880	480	29	7 200	13 920	-	29	7 200		10 400
	30	7 200		7 680					30	7 200	12 400	5 200
	31	7 200	14 880	-					31	7 200	12 400	-
				14 400				13 440				12 000

Nombre des jours	20 jours d'irrigation				20 jours d'irrigation				25 jours d'irrigation			
	AVR	Production de la STEP(m3/J)	Consomatio n par jour(m3/j)	Stockage(m 3/j)	MAI	Production de la STEP(m3/J)	Consomatio n par jour(m3/j)	Stockage(m 3/j)	JUIN	Production de la STEP(m3/J)	Consomatio n par jour(m3/j)	Stockage(m 3/j)
1	7 200		7 200	1	7 200		7 200	1	7 200		7 200	
2	7 200	10 800	3 600	2	7 200	11 160	3 240	2	7 200	8 640	5 760	
3	7 200		10 800	3	7 200		10 440	3	7 200	8 640	4 320	
4	7 200	10 800	7 200	4	7 200	11 160	6 480	4	7 200	8 640	2 880	
5	7 200	10 800	3 600	5	7 200	11 160	2 520	5	7 200	8 640	1 440	
6	7 200		10 800	6	7 200		9 720	6	7 200		8 640	
7	7 200	10 800	7 200	7	7 200	11 160	5 760	7	7 200	8 640	7 200	
8	7 200	10 800	3 600	8	7 200	11 160	1 800	8	7 200	8 640	5 760	
9	7 200		10 800	9	7 200		9 000	9	7 200	8 640	4 320	
10	7 200	10 800	7 200	10	7 200	11 160	5 040	10	7 200	8 640	2 880	
11	7 200	10 800	3 600	11	7 200	11 160	1 080	11	7 200	8 640	1 440	
12	7 200		10 800	12	7 200		8 280	12	7 200		8 640	
13	7 200	10 800	7 200	13	7 200	11 160	4 320	13	7 200	8 640	7 200	
14	7 200	10 800	3 600	14	7 200	11 160	360	14	7 200	8 640	5 760	
15	7 200		10 800	15	7 200		7 560	15	7 200	8 640	4 320	
16	7 200	10 800	7 200	16	7 200	11 160	3 600	16	7 200	8 640	2 880	
17	7 200	10 800	3 600	17	7 200		10 800	17	7 200	8 640	1 440	
18	7 200		10 800	18	7 200	11 160	6 840	18	7 200		8 640	
19	7 200	10 800	7 200	19	7 200	11 160	2 880	19	7 200	8 640	7 200	
20	7 200	10 800	3 600	20	7 200		10 080	20	7 200	8 640	5 760	
21	7 200		10 800	21	7 200	11 160	6 120	21	7 200	8 640	4 320	
22	7 200	10 800	7 200	22	7 200	11 160	2 160	22	7 200	8 640	2 880	
23	7 200	10 800	3 600	23	7 200		9 360	23	7 200		10 080	
24	7 200		10 800	24	7 200	11 160	5 400	24	7 200	8 640	8 640	
25	7 200	10 800	7 200	25	7 200	11 160	1 440	25	7 200	8 640	7 200	
26	7 200	10 800	3 600	26	7 200		8 640	26	7 200	8 640	5 760	
27	7 200		10 800	27	7 200	11 160	4 680	27	7 200	8 640	4 320	
28	7 200	10 800	7 200	28	7 200	11 160	720	28	7 200	8 640	2 880	
29	7 200	10 800	3 600	29	7 200		7 920	29	7 200	8 640	1 440	
30	7 200	10 800	-	30	7 200	11 160	3 960	30	7 200	8 640	-	
				31	7 200	11 160	-					
			10 800				10 800				10 080	

Nombre des jours	25 jours d'irrigation			18 jours d'irrigation			16 jours d'irrigation					
	JUILLET	Production de la STEP(m3/J)	Consommation par jour(m3/j)	Stockage(m3/j)	AOUT	Production de la STEP(m3/J)	Consommation par jour(m3/j)	Stockage(m3/j)	SEP	Production de la STEP(m3/J)	Consommation par jour(m3/j)	Stockage(m3/j)
1	7 200		7 200	1	7 200		7 200	1	7 200		7 200	
2	7 200	8 928	5 472	2	7 200	12 400	2 000	2	7 200	13 500	900	
3	7 200	8 928	3 744	3	7 200		9 200	3	7 200		8 100	
4	7 200	8 928	2 016	4	7 200	12 400	4 000	4	7 200	13 500	1 800	
5	7 200	8 928	288	5	7 200		11 200	5	7 200		9 000	
6	7 200		7 488	6	7 200	12 400	6 000	6	7 200	13 500	2 700	
7	7 200	8 928	5 760	7	7 200	12 400	800	7	7 200		9 900	
8	7 200	8 928	4 032	8	7 200		8 000	8	7 200	13 500	3 600	
9	7 200	8 928	2 304	9	7 200	12 400	2 800	9	7 200		10 800	
10	7 200	8 928	576	10	7 200		10 000	10	7 200	13 500	4 500	
11	7 200		7 776	11	7 200	12 400	4 800	11	7 200		11 700	
12	7 200	8 928	6 048	12	7 200		12 000	12	7 200	13 500	5 400	
13	7 200	8 928	4 320	13	7 200	12 400	6 800	13	7 200		12 600	
14	7 200	8 928	2 592	14	7 200	12 400	1 600	14	7 200	13 500	6 300	
15	7 200	8 928	864	15	7 200		8 800	15	7 200		13 500	
16	7 200		8 064	16	7 200	12 400	3 600	16	7 200	13 500	7 200	
17	7 200	8 928	6 336	17	7 200		10 800	17	7 200	13 500	900	
18	7 200	8 928	4 608	18	7 200	12 400	5 600	18	7 200		8 100	
19	7 200	8 928	2 880	19	7 200	12 400	400	19	7 200	13 500	1 800	
20	7 200	8 928	1 152	20	7 200		7 600	20	7 200		9 000	
21	7 200		8 352	21	7 200	12 400	2 400	21	7 200	13 500	2 700	
22	7 200	8 928	6 624	22	7 200		9 600	22	7 200		9 900	
23	7 200	8 928	4 896	23	7 200	12 400	4 400	23	7 200	13 500	3 600	
24	7 200	8 928	3 168	24	7 200		11 600	24	7 200		10 800	
25	7 200	8 928	1 440	25	7 200	12 400	6 400	25	7 200	13 500	4 500	
26	7 200		8 640	26	7 200	12 400	1 200	26	7 200		11 700	
27	7 200	8 928	6 912	27	7 200		8 400	27	7 200	13 500	5 400	
28	7 200	8 928	5 184	28	7 200	12 400	3 200	28	7 200		12 600	
29	7 200	8 928	3 456	29	7 200		10 400	29	7 200	13 500	6 300	
30	7 200	8 928	1 728	30	7 200	12 400	5 200	30	7 200	13 500	-	
31	7 200	8 928	-	31	7 200	12 400	-					
			8 640				12 000					13 500

Nombre des jours	12 jours d'irrigation				12 jours d'irrigation				12 jours d'irrigation			
	OCT	Production de la STEP(m3/J)	Consomatio n par jour(m3/j)	Stockage(m 3/j)	NOV	Production de la STEP(m3/J)	Consomatio n par jour(m3/j)	Stockage(m 3/j)	DEC	Production de la STEP(m3/J)	Consomatio n par jour(m3/j)	Stockage(m 3/j)
1	7 200		7 200	1	7 200		7 200	1	7 200		7 200	
2	7 200		14 400	2	7 200		14 400	2	7 200		14 400	
3	7 200	18 600	3 000	3	7 200	18 000	3 600	3	7 200	18 600	3 000	
4	7 200		10 200	4	7 200		10 800	4	7 200		10 200	
5	7 200		17 400	5	7 200		18 000	5	7 200		17 400	
6	7 200	18 600	6 000	6	7 200	18 000	7 200	6	7 200	18 600	6 000	
7	7 200		13 200	7	7 200		14 400	7	7 200		13 200	
8	7 200	18 600	1 800	8	7 200	18 000	3 600	8	7 200	18 600	1 800	
9	7 200		9 000	9	7 200		10 800	9	7 200		9 000	
10	7 200		16 200	10	7 200		18 000	10	7 200		16 200	
11	7 200	18 600	4 800	11	7 200	18 000	7 200	11	7 200	18 600	4 800	
12	7 200		12 000	12	7 200		14 400	12	7 200		12 000	
13	7 200	18 600	600	13	7 200	18 000	3 600	13	7 200	18 600	600	
14	7 200		7 800	14	7 200		10 800	14	7 200		7 800	
15	7 200		15 000	15	7 200		18 000	15	7 200		15 000	
16	7 200	18 600	3 600	16	7 200	18 000	7 200	16	7 200	18 600	3 600	
17	7 200		10 800	17	7 200		14 400	17	7 200		10 800	
18	7 200		18 000	18	7 200	18 000	3 600	18	7 200		18 000	
19	7 200	18 600	6 600	19	7 200		10 800	19	7 200	18 600	6 600	
20	7 200		13 800	20	7 200		18 000	20	7 200		13 800	
21	7 200	18 600	2 400	21	7 200	18 000	7 200	21	7 200	18 600	2 400	
22	7 200		9 600	22	7 200		14 400	22	7 200		9 600	
23	7 200		16 800	23	7 200	18 000	3 600	23	7 200		16 800	
24	7 200	18 600	5 400	24	7 200		10 800	24	7 200	18 600	5 400	
25	7 200		12 600	25	7 200		18 000	25	7 200		12 600	
26	7 200	18 600	1 200	26	7 200	18 000	7 200	26	7 200	18 600	1 200	
27	7 200		8 400	27	7 200		14 400	27	7 200		8 400	
28	7 200		15 600	28	7 200	18 000	3 600	28	7 200		15 600	
29	7 200	18 600	4 200	29	7 200		10 800	29	7 200	18 600	4 200	
30	7 200		11 400	30	7 200	18 000	-	30	7 200		11 400	
31	7 200	18 600	-					31	7 200	18 600	-	
			18 000				18 000				18 000	

Annexe III (pour le chapitre VI)



TYPE A2



TYPE C



TYPE B2



TYPE A2



TYPE A4



TYPE B2



TYPE C

TYPES		
TYPES	DN (mm) entrée	DN (mm) sortie
A2	80 - 100 - 150	2 * DN 65
A4	80 - 100 - 150	4 * DN 65
B2	80 - 100 - 150	2 * DN 100
C	80 - 100 - 150	1 * DN 100/150

Connexion bride : DIN 2501
 Pression de service : 16 bar
 Test de pression : 25 bar
 Peinture : Electrostatique 200 µm

Annexe IV (pour le chapitre VI)

Référence	Désignation	Diamètre (mm)	PN (bars)	Epaisseur (mm)	Diamètre int mm	Prix HT (DA)
TUBE PEHD 06 Bars (PE 80)						
110020201	TUBE PEHD EAU PE80	Ø20	06	2	16	22.04
110020251	TUBE PEHD EAU PE80	Ø25	06	2	21	28.12
110020321	TUBE PEHD EAU PE80	Ø32	06	2	28	36.67
110020401	TUBE PEHD EAU PE80	Ø40	06	2	36	46.36
TUBE PEHD 06 Bars (PE 100)						
110060501	TUBE PEHD EAU PE100	Ø50	06	2	46	59.09
110060631	TUBE PEHD EAU PE100	Ø63	06	2.5	58	93.48
110060751	TUBE PEHD EAU PE100	Ø75	06	2.9	69.2	128.06
110060901	TUBE PEHD EAU PE100	Ø90	06	3.5	83	187.15
110061101	TUBE PEHD EAU PE100	Ø110	06	4.2	101.6	273.60
110061251	TUBE PEHD EAU PE100	Ø125	06	4.8	115.4	353.40
110061601	TUBE PEHD EAU PE100	Ø160	06	6.2	147.6	583.30
110062001	TUBE PEHD EAU PE100	Ø200	06	7.79	184.42	900.60
110062501	TUBE PEHD EAU PE100	Ø250	06	9.6	230.8	1,406.00
110063151	TUBE PEHD EAU PE100	Ø315	06	12.1	290.8	2,242.00
110064001	TUBE PEHD EAU PE100	Ø400	06	15.3	369.4	3,572.00
110065001	TUBE PEHD EAU PE100	Ø500	06	19.1	461.8	5,567.00
110066301	TUBE PEHD EAU PE100	Ø630	06	24.1	581.8	8,835.00
110067101	TUBE PEHD EAU PE100	Ø710	06	27.2	655.6	11,210.00
110068001	TUBE PEHD EAU PE100	Ø800	06	30.6	738.8	14,155.00

Annexe V (pour le chapitre VII)

Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30



Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

dia de la buse Ø mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4.0	2.5	13	0.93	12/18	18/18	216	324	4.3	2.88
	3.0	14.5	1.02	18/18	18/24	324	432	3.16	2.36
	3.5	15.3	1.11	18/18	18/24	324	432	3.42	2.57
	4.0	16	1.19	18/18	18/24	324	432	3.71	2.76
4.2	2.5	13.5	1.04	12/18	18/24	324	432	4.8	2.42
	3.0	15	1.14	18/18	18/24	216	432	3.52	2.64
	3.5	15.8	1.23	18/18	18/24	324	432	3.8	2.85
	4.0	16.5	1.32	18/24	24/24	324	576	3.06	2.3
4.5	2.5	14	1.20	18/18	18/24	432	432	3.71	2.78
	3.0	15.5	1.32	18/18	18/24	324	432	4.07	3.05
	3.5	16.3	1.42	18/18	18/24	324	432	4.38	3.29
	4.0	17	1.52	18/24	24/24	324	576	3.52	2.64
4.8	2.5	14.5	1.38	18/18	18/24	432	432	4.27	3.2
	3.0	16	1.51	18/18	18/24	324	432	4.66	3.5
	3.5	16.5	1.63	18/24	24/24	324	576	3.78	2.82
	4.0	17	1.75	18/24	24/24	432	576	4.05	3.04
5.0	2.5	14.5	1.48	18/18	18/24	432	432	4.57	3.43
	3.0	16.5	1.63	18/18	18/24	432	432	5.04	3.77
	3.5	17	1.76	18/24	24/24	324	576	4.08	3.05
	4.0	17.5	1.88	18/24	24/24	324	576	4.35	3.26
5.5	2.5	15.2	1.82	18/18	18/24	432	432	5.62	4.22
	3.0	17	1.99	18/24	24/24	432	576	4.61	3.45
	3.5	17.5	2.14	18/24	24/24	324	576	4.95	3.71
	4.0	18	2.29	18/24	24/24	432	576	5.31	3.98
6.0	2.5	16.2	2.16	18/24	24/24	432	576	5.00	3.75
	3.0	17.5	2.37	18/24	24/24	432	576	5.50	4.12
	3.5	18	2.56	18/24	24/24	432	576	5.92	4.43
	4.0	18.5	2.74	18/24	24/24	432	576	6.35	4.76
7.0	2.5	17.5	2.86	18/24	24/24	432	576	6.9	5.1
	3.0	18.0	3.22	18/24	24/24	432	576	7.5	5.6
	3.5	18.5	3.48	24/24	24/24	576	576	6.0	6.0
	4.0	19.0	3.73	24/24	24/30	576	720	6.5	6.7

DEVIS QUANTITATIF-ESTIMATIF

DEVIS QUANTITATIF-ESTIMATIF

Désignation des travaux	U	QUANT.	P.U	P.T
Conduite de refoulement Diamètre 400 en PEHD PN 6 bars	ML	2 568	18 343.70	47 106 611
Trasement				
Ouverture de fouille de toute nature sur une profondeur variable avec moyens mécanique y compris toutes sujétions	M3	6 163	600	3 697 800
Lit de sable sur une couche de 0.1m	M3	411	800	328 800
Remblai de terre tamisée sur une couche de 0.30m au-dessus de la génératrice supérieur.	M3	3 786	400	1 514 400
Terre excédentaire	M3	733	200	146 600
TOTAL H, T				52794221.6
TTC 17 %				8975017.67
TOTAL TTC				61769239.3

DEVIS QUANTITATIF-ESTIMATIF

Désignation des travaux	U	QUANT.	P.U	P.T
Réseau de distribution				
Terrassement				
Ouverture de fouille de toute nature sur une profondeur variable avec moyens mécanique y compris toutes sujétion	M3	29090.58	600	17 454 346,21
Lit de sable sur une couche de 0.1m	M3	2174.72	800	1 739 776,65
Remblai de terre tamisée sur une couche de 0.30m au-dessus de la génératrice supérieur.	M3	15567.23	400	6 226 890,75
Terre excédentaire	M3	4790.55	200	958 109,84
Fourniture et pose des conduites en PEHD PN 6 bars				
DN 160	ML	1110	787.69	874 335,90
DN 200	ML	4794	1216.17	5 830 318,98
DN 250	ML	4295	1898.66	8 154 744,70
DN 315	ML	2696	2951.91	7 958 349,36
DN 400	ML	2742	4703.04	12 895 735,68
DN 500	ML	2025	7241,55	14 664 138,75
DN 630	ML	1525	11492.57	17 526 169,25
INSTALLATION DE CHANTIER				
Amenée et mise en place des installations de chantier nécessaire à la réalisation des travaux		1	6 000 000	6 000 000,00
Réalisation d'une base de vie		1	8 000 000	8 000 000,00
Replément des installations de chantier en fin de travaux et remise en état des lieux		1	2 500 000	2 500 000,00
TOTAL	TOTAL H, T			110782918.6
	TTC 17 %			18833096.16
	TOTAL TTC			129616014.8

DEVIS QUANTITATIF-ESTIMATIF

BORNES D'IRRIGATION	U	QUANT.	P.U	P.T
Fourniture et pose des bornes d'irrigation				
BORNES 4 SORTIES	U	5	111660	558 300,00
BORNES 3 SORTIES	U	9	80000	720 000,00
BORNES 2 SORTIES	U	11	75000	825 000,00
BORNES 1 SORTIES	U	11	65000	715 000,00
TOTAL	TOTAL H, T			2818300
	TTC 17 %			479111
	TOTAL TTC			3297411

Equipement	U	QUANT.	P.U	P.T
asperseur	U	18	730	13140
Rampe DN 76 en acier galvanisé 6 m de longueur	U	30	4020	120600
bouchon DN 90	U	28	320	8960
bouchon DN 76	U	2	260	520
clapet en acier	U	18	637	11466
TOTAL	TOTAL H, T			154686
	TTC 17 %			26296.62
	TOTAL TTC			180982.62

DEVIS QUANTITATIF-ESTIMATIF

EQUIPEMENT	U	QUANT.	PU	PT
Tube PEHD DN 90 PN 10	ML	20	364.65	7293
Tube PEHD DN 63 PN 10	ML	406	216.86	88045.16
Tube PEBD DN 16 Ecartement 5m avec goutteur autorégulant 08 (l/h)	ML	5760	15.02	86515.2
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 (suspendue) 08 L / H	U	2304	7.37	16980.48
Fermeture fin de ligne Diamètre 16	U	64	1.62	103.68
			TOTAL H, T	206705.06
			TTC 17 %	35139.8602
			TOTAL TTC	241844.92

Prix TOTAL (TTC)

195105492.6 DA