

Remerciement

- *je remercie le dieu le tout puissant, pour m'avoir donné la santé, le courage et la volonté d'étudier et pour m'avoir permis de réaliser ce modeste travail dans la meilleure condition*
- *au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à Mme d. djoudar (mon promoteur).*
- *Je remercie le président et les membres du jury qui me feront l'honneur de juger mon travail.*
- *Je voudrais aussi remercier l'ensemble des professeurs, la direction de l'école et le ministère de tutelle pour avoir veillé à notre formation.*
- *Un remerciement particulier à tous les travailleurs de bibliothèque de l'ENSH.*
- *Un grand merci toute les personnes qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de mémoire.*

ملخص :

الهدف من هذه الدراسة التحليلية و التقنية هو تهيئة المنطقة الزراعية لمنطقة سهل الشلف وذلك من اجل ضمان الامثل للزراعة والسقي لمنطقة بساكرة ببلدية ام دروع انطلاقا من سد ام دروع .وانطلاقا من هذه الدراسة نقوم باداء العنصر الازم الى و هو الماء للزراعة و السقي كما انه توجد عواقب من التصريف المياه الفائضة لهذا قمنا بالدراسة الاقتصادية و ذلك لضمان الافضل للمزارع و السدود لوفرة المياه الزائدة خاصة في فصل الجفاف اذ الطلب على المياه بكثرة .

الكلمات المفتاحية الدراسة التحليلية سهل شلف السقي

Résumé :

L'objectif de cette étude analytique et technique est de préparer la zone agricole de la région de la plaine du Chlef, afin d'assurer une culture et une irrigation optimales pour la région de BSAKRA, commune OUM D'ROU, à partir du barrage D'OUM DROU'. De vidanger l'excès d'eau, pour cela nous avons mené une étude économique pour assurer le meilleur pour les fermes et les barrages en raison de l'abondance de l'excès d'eau, surtout en saison sèche, lorsque la demande en eau est abondante.

Mots clé : etude analytique ,moyen cheliff , irrigation

Abstract :

The objective of this analytical and technical study is to prepare the agricultural zone of the region of the plain of Chlef, in order to ensure optimal cultivation and irrigation for the region of BSAKRA, commune of OUM Drou , from the oum Drou dam. To drain the excess water, for this we have conducted an economic study to ensure the best for farms and dams due to the abundance of excess water, especially in the dry season, when the demand for water IS plentiful.

Key Word : analytical study, average cheliff, irrigation

Table des matières

CHAPITRE I

PRESENTATION ET ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES DE LA ZONE ETUDE

<i>I-Introduction</i>	2
<i>I.1. Situation et localisation de la zone d'étude</i>	2
<i>I.2. Analyse des conditions naturelles</i>	4
I.2.1. Contexte géomorphologique.....	4
I.2.2. Contexte géologique.....	4
I.2.3. Etude du réseau hydrographique	6
<i>I.3. Analyse des conditions climatologiques</i>	6
I.3.1. La température de l'air.....	6
I.3.2. L'humidité relative	7
I.3.3. L'évaporation	8
I.3.4. Le vent.....	9
I.3.5. L'insolation.....	9
<i>I.3.6. Analyse de la pluviométrie</i>	10
I.4. Climogramme pluviométrique de Gaussen.....	12
I.5. CLASSIFICATION DU CLIMAT	12
I.5.1. Classification du climat selon l'indice de De Martonne	12
I.5.2. CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON LE DIAGRAMME D'EMBERGER.....	13
<i>I.6. Analyse du milieu socio-économique</i>	14
I.6.1. La population dans la région	14
I.6.2. Emploi dans la région.....	14
I.6.3. Occupation du sol dans les conditions existantes	14
I.6.4. La production animale dans la région	15
CONCLUSION	15

CHAPITRE II

ANALYSE DES RESSOURCES EN SOL & LES RESSOURCES EN EAU & ETUDE HYDROLOGIQUE

<i>II-Introduction</i>	17
<i>II.1. Les ressources en sol de la région</i>	17
<i>II.2. Ressources en eau pour l'irrigation</i>	20
II.2.1. Caractéristiques physico-chimiques de l'eau d'irrigation	20
II.2.2. Classification des eaux pour l'irrigation	20
II.2.2.1. La conductivité électrique.....	21
II.2.2.2. Le SAR (Sodium Absorption Ratio).....	21
II.3.1. Choix de la station représentative de la zone	22
II.3.2. Homogénéité des séries pluviométriques.....	22
II.3.3. Test de WILCOXON	23
II.3.4. Etude statistique des précipitations	24

II.3.4.1. Etude des pluies moyennes annuelles	24
II.3.4.1.1. Loi GAUSS ou loi normale.....	24
II.3.5. Test de validité d'un ajustement	26
II.3.6. <i>Interprétation les résultats</i>	27
<i>Conclusion</i>	28

CHAPITRE III

REGIME D'IRRIGATION DU PERIMETRE

III.1. <i>Les besoin en eau du périmètre</i>	30
III.1.1. L'évapotranspiration potentielle ou de référence (ETp ou ET ₀).....	30
III.1.2. L'évapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC)	30
III.1.3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence	31
III.2. Traitement des données pluviométriques.....	32
III.4.A. Calcul de la précipitation en année humide, normale ou sèche	33
III.4.B. Calcul de la pluie efficace	34
III.5. La réserve utile (RU) et la réserve facilement utilisable (RFU).....	34
III-5-1. La réserve utile (RU)	34
III-5-2. La réserve facilement utilisable (RFU).....	35
III.5.3. Efficacité de l'irrigation	35
III.5.4.A. Efficacité de transport E_t :	36
III.5.4.B. Efficacité de distribution E_d :	36
III.5.4. C. Efficacité de l'uniformité E_u :	36
III.6. <i>Les cultures envisageables</i>	37
III.6.1. <i>Calendrier d'occupation des sols</i>	39
III.6.2. <i>Identification des principaux types d'assolement</i>	40
III.7. <i>Besoins nets en eau suivant le calendrier cultural</i> :	41
III.7.1. <i>Besoins nets en eau suivant le calendrier cultural</i> :	41
III.7.2. <i>Calcul du débit spécifique</i> :	52
III.7.3. <i>Evaluation du débit caractéristique</i> :	52
III.8. <i>Besoins nets en eau suivant le calendrier cultural</i> :	53
<i>Conclusion</i>	54

CHAPITRE IV

RESEAU DE DISTRIBUTION COLLECTIF D'IRRIGATION SOUS PRESSION & SYSTEME DE POMPAGE

IV.1. <i>Introduction</i>	56
IV.2. <i>Description et choix de la variante</i>	56
IV.3. <i>Plan de bornage</i>	58
IV.3.1. Calcul du débit aux bornes.....	58
IV.3. 2. Choix du diamètre de la borne	58
IV.3.3. Choix de type de borne	59
IV.4. <i>Optimisation des canalisations</i>	61
IV.4.1. La vitesse admissible	61
IV.4.2. La perte de charge unitaire.....	62
IV.4.3. Matériaux de construction des canalisations	62

IV.4.4. La desserte par pompage	62
<i>IV.5. Pression demandée aux bornes d'irrigation</i>	64
<i>IV.6) Description de l'aménagement</i>	65
IV.1.2Diamètre économique de la conduite de refoulement.....	68
IV.1.2.2.Calcul des frais d'amortissement.....	70
IV.1.2.3.Calcul des Frais d'exploitation	71
IV.1.2.4.Puissance des pompes.....	71
IV.1.2.5.Energie consommée par la pompe.....	71
IV.1.2.6.Bilan total des frais	72
<i>Conclusion</i>	77

CHAPITRE V
CHOIX DE LA TECHNIQUE D'IRRIGATION

V-2. Conditions d'arrosage par aspersion.....	83
V-3. Dispositifs usuels des arroseurs	83
V-3.1. Installation classique en couverture partielle.....	83
V-3.2. Installation avec rampe souple et asperseurs traines.....	84
V-3.3. Installation avec couverture totale	84
V-3.3.1. La couverture totale en tuyaux ou quadrillage.....	84
V-3.3.2. La couverture intégrale en rampe et asperseurs.....	84
V-4-Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion.....	86
<i>Conclusion</i>	89

CHAPITRE VI
ETUDE COMPARATIVE A LA PARCELLE

VI.3.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :.....	97
VI.3.3. Calcul hydraulique :.....	99
VI.3.4. Dimensionnement des canalisations du réseau :.....	100

CHAPITRE VII
ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

<i>VII-1.Introduction</i>	103
<i>VII.2 Evaluation des couts des investissements</i>	103
VII.1. Couts des conduites.....	103
VII.2. Couts de la station de pompage.....	107
VII.3. Couts du réservoir	108
VII.4. Les aménagements connexes.....	110
<i>VII.5 Cout total des aménagements projetés</i>	111
VII.6 Cout des consommation intermédiaire de la situation projetée	112
<i>VII. Les aménagements connexes et chronogramme des travaux</i>	114
VII.1. Les aménagements connexes.....	114
VII.1.1. Accès	114
VII.1.2. Pistes	114
VII.1.3. Brises vent	115
<i>VII.2. Exploitation et chronologie de réalisation</i>	116
VII.2.1. Gestion et exploitation du système d'irrigation.....	116
VII.2.2. Moyens nécessaires.....	116

VII.2.3. Découpage du projet en tranche d'équipement	117
VII.2.4. Chronologie d'exécution des travaux	118
VII.2.5. Mise en eau d'irrigation	118
<i>Conclusion</i>	119
<i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i>	122

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

PRESENTATION ET ANALYSE DES CONDITION NATURELLES DE LA ZONE ETUDE

Figure I-1:Localisation du périmètre irriguée du Moyen Chélif (Benauda H. 2011).....	3
FigureI- 2:: Localisation de la zone de projet (Google Earth 2021, élévation 2Km).....	3
FigureI- 3:carte des altitudes de la zone d'étude 3D	4
FigureI- 4:carte géologique du Moyen Chélif Occidentale (Perrodon, 1957).....	5
Figure I- 5:Carte du réseau hydrographique du Moyen Chélif occidentale (MOKADAM., 2016)	6
FigureI- 6:Evaluation des Température mensuelles et annuelles de l'air de Chlef (°C) (Année 2015).....	7
Figure I-7:Evaluation de l'Humidité relative mensuelle.Année 2015	7
FigureI- 8:Vitesses moyennes mensuelles du vent dans la région du Chélif en (m/s) en 2015.	8
FigureI- 9:Variation d'Insolation moyenne mensuelle (heures)	9
FigureI- 10:Précipitations moyennes de la station de Pontéba.	10
Figure 11:Diagramme pluviométrique de Gausсен. Année 2015	10
Figure I-12:. Occupation détaillée du sol par catégorie de culture (THOURYA, 2005),	13
Figure I-13:. Répartition de production animale dans la région.(OUAKLI, 2008).	14

CHAPITRE II

ANALYSE DES RESSOURCES EN EAU ET LES RESSOURCES EN SOL &ETUDE HYDROLOGIQUE

FigureII-1:carte pédologique de la zone d'étude (source ABH-CZ) établie par Scet Agri (1984 b).....	17
Figure II-2:carte de situation Oum Drou traversée par l'Oued Chélif.....	19

CHAPITRE IV

RESEAU DE DISTRIBUTION COLLECTIVE ET STATION DE POMPAGE

Figure IV-1:. Schéma du réseau de distribution du périmètre bsakra.....	69
Figure IV-2:Bilan total des frais	86

CHAPITRE V

CHOIX DE LA TECHNIQUE D'IRRIGATION

figure V-1 : les rampes de l'aspersion a la parcelle	96
figure V-2: les parcelles de technique d'aspersion	99.
figure V-3: les rampes d'irrigation en goutte à goutte	102
Figure V-4:Courbes expérimentales de variation du débit en fonction de la pression.	106
Figure V-5:Forme des surfaces arrosées selon le type de tête	107

CHAPITRE VII

ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

Figure VII-1:Coût de génie civil de la station de pompage en fonction de la puissance absorbée.....	135
Figure VII-2:Coût des équipements de la station de pompage en fonction de la puissance absorbée.....	135
Figure VII-3:Coût de réalisation de réservoirs en fonction du volume retenu.....	136
Figure VII-4:. Profil en travers type de la piste à projeter	143

LISTE DES TABLES

CHAPITRE I

PRESENTATION ET ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES DE LA ZONE ETUDE

Table I- 1:Températures moyenne annuelle de station de Chlef (°C) (Année 2015)	6
TableI- 2:Humidité relative mensuelle à station de pontéba en %(2003/2014)	6
Table I-3: Evaporation moyenne mensuelle (1) à l'évaporomètre Piche (mm). Année 2015	7
Table I-4: Vitesses moyennes mensuelles du vent dans la région du Chélif en (m/s) en 2015	7
Table I-5:Insolation moyenne mensuelle (heur) pour chaque mois 2011	8
TableI- 6: Caractéristiques des stations pluviométriques (1)	9
TableI- 7: pluviométrie de la station de pontéba (Année 2015).....	9
TableI- 8:Classification du climat selon la classification de MARTONNE	11

CHAPITRE II

ANALYSE DES RESSOURCES EN EAU ET LES RESSOURCES EN SOL &ETUDE HYDROLOGIQUE

Table II-1: Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique	20
Table II-2: Classification des eaux en fonction du SAR. (United States Salinity Laboratory, U.S.S.L, 1954).....	20
Table II-3/résultat du teste de wilcoxon de la station Oum Drou.	25

CHAPITRE III

REGIME D'IRRIGATION DU PERIMETRE

Table III-1: Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman&Monteith.....	32
Table III-2: Précipitations efficaces dans la zone de projet CROPWAT 8.0.....	35
Table III-3: Occupation de sol en fonction des cultures	40
Table III-4: calendrier d'occupation des sols.....	42
Table III-5 :besoins en eau de pomme de terre.....	45
Table III-6 :besoins en eau de la pastèque	46
Table III-7 :besoins en eau de la carotte	46
Table III-8:besoins en eau de la tomate	48
Table III-9 :besoins en eau des petit pois.....	49
Table III-10:besoins en eau du chou vert.....	49
Table III-11:besoins en eau de l'oignon sec	51
Table III-12 :besoins en eau du melon.....	51
Table III-13 :besoins en eau des haricots vert.....	52
Table III-14:besoins en eau de la courgette	53
Table III-15 :besoins en eau des poivrons –piments.....	54
Table III-16 :besoins en eau du concombre	55
Table III-17 :besoins en eau du blé.....	56
Table III-18:besoins en eau de vesce avoine	57
Table III-19:besoins en eau du bersim.....	58
Table III-20 :besoins en eau du pommier	59
Table III-21:besoins en eau du pèchier	60

Table III-22 :besoins en eau des vignes	61
Table III-23:besoins en eau des agrumes	62
Table III-24 :besoins en eau des haricots en hiver.....	63
Table III-25: Besoins en eau d'irrigation du périmètre de BSAKRA.....	65

CHAPITRE IV
RESEAU DE DISTRIBUTION COLLECTIVE ET STATION DE POMPAGE

Table IV-1: Diamètres des bornes en fonction de débit fourni.....	70
Table IV-2: Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres (TEMZI, 2003).....	73
Table IV-3: Linéaire des conduites de distributions.	75
Table IV-4:Hauteur manométrique totale	86
Table IV-5:.Calcul des frais d'amortissement	87
Table IV-6:Calcul des frais d'exploitation.....	88
Table IV-7: Calcul du bilan total des frais.....	89
Table IV-8:La variante de pompage	90
Table IV-9: Pression atmosphérique en fonction de la côte.	92
Table IV-10 : Pression de vapeur en fonction de la température.....	92

CHAPITRE V
CHOIX DE LA TECHNIQUE D'IRRIGATION

Table V-1: Valeur de l'exposant en fonction du type de goutteurs.	108
Table V-2: Récapitulatif des coûts d'équipements des îlots type retenus à l'hectare.	115

CHAPITRE VI
ETUDE COMPARATIVE A LA PARCELLE

Table VI-1 : tableau récapitulatif des données nécessaires pour le dimensionnement.	118
--	-----

CHAPITRE VII
ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

Table VII-1: Caractéristiques des conduites de la variante d'adduction adoptée.	131
Table VII-2: Caractéristiques des conduites de la variante d'adduction adoptée.	132
Table VII-3: Estimation du cout de pose de canalisation de l'adduction.	132
Table VII-4: Linéaire des conduites du réseau de distribution	133
Table VII-5: Volume de déblais	133
Table VII-6 : volume du lit de sable	135
Table VII-7 : Volume du remblai compacté.	136
Table VII-8: Coût d'investissement du réseau de distribution.....	136
TableVII-9: caractéristiques de la SPE.....	137
Table VII-10: Coût d'investissement de la station de pompage.	138
Table VII-11: Coût d'investissement des réservoirs.....	138
Table VII-12: Coût d'investissement des pistes et accès.....	140
Table VII-13 : investissements de la réalisation des brises vent.....	141
Table VII-14: Récapitulatif des coûts d'investissements du périmètre.	141
Table VII-15: Prix unitaire des amendements organique (année 2013)	142
Table VII-16: Prix unitaire des Produit bruts (année 2013).....	144

Table VII-17: Le cout total des consommations intermédiaires	144
Table VII-18 : Travaux envisagés dans le Secteur 04 (bsakra)	146

LISTE DES PLANCHE

PLANCHE N°01 : LE PLAN DE SITUATION DU PERIMETRE BSAKRA.

PLANCHE N°02 : LE PLAN D'IMPLANTATION DU RESEAU D'IRRIGATION.

PLANCHE N°03 : LE PLAN D'OCCUPATION DU SOL.

PLANCHE N°04 : PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE PRINCIPALE

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1

Figure 01 : diagramme bioclimatique d'EMBERGER.

Figure 02 : Les zones homogènes du Moyen Chéouiff et l'Occupation du sol (O.N.I.D)

Figure 03 : diagramme de classification des eaux d'irrigation

Tableau 1 : Classification des zones homogène du périmètre moyen Chéouiff

Tableau 2 : Résultats L'Analyse de l'eau brute de l'Oued Chéouiff (la station de pontéba)

Tableau 3 : Coefficients Cultureux, KC (FAO Bulletin N° 56, 33, 24)

Tableau 4 ; Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

Tableau 5 : réserves d'humidité facilement utilisable

Figure 04 : Fiche technique d'engrais NPK 15, 15, 15

Annexe 2

Tableau 0 1 : Test de Wilcoxon pour la station de Chlef Centre, code (012219)

Tableau 02 : Fonction de répartition de la Loi Normale Réduite

Tableau 03 : les valeurs de khi carré.

Annexe 3

Tableau 01 : réseau adduction

Annexe 4

Tableau 01 : réseau d'adduction après correction

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale

L'homme a su tout au long de son histoire inventer des techniques pour s'accommoder avec son milieu .Il a mis au point des variétés végétales et culturales améliorées, adaptées à ses besoins. Il a conçu des méthodes appropriées pour utiliser l'eau, les engrais et les pesticides avec le maximum d'efficacité et accroître la production agricole. Mais il n'a pas été capable de maîtriser le climat et la menace de la sécheresse.

Dans un contexte que caractérise l'exiguïté des ressources hydriques, l'expansion démographique, la nécessité d'accroître et d'améliorer la production alimentaire, l'eau est devenue l'élément naturel le plus précieux pour la tout les régions du globe ; c'est pourquoi, à l'heure actuelle, il est devenu absolument impératif de planifier avec une efficacité réelle l'utilisation de l'eau pour la production végétale.

Les ressources en eau constituent de plus un élément stratégique dans le processus de développement socio-économique du pays.

Dans ce contexte, l'utilisation de toutes les potentialités s'avère nécessaire, car les ressources en eau sont considérées, aujourd'hui, comme un facteur décisif pour l'augmentation de la production agricole, et un élément déterminant pour la croissance économique du pays et l'amélioration des conditions de vie du citoyen.

L'ampleur des programmes mis en œuvre ces dernières années et le volume des investissements, des Milliards de dinars, ont vu le pays se doter d'ouvrages et d'équipements importants permettant une meilleure prise en charge de l'irrigation de nouvelles parcelles agricoles.

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

« Et avec l'eau nous avons créé tout ce qui est vivant » *« Le Coran »*

CHAPITRE I :

PRESENTATION ET ANALYSE DES CONDITIONS NATURELLES DE LA REGION D'ETUDE

I-Introduction

Le présent projet de fin d'étude porte sur le dimensionnement du réseau d'irrigation de Bsakra (secteur 04-Moyen Chélif) projeté dans la commune d'Oum Drou- wilaya de CHLEF dont les eaux seront acheminées, vers les périmètres à irriguer, à partir du barrage de Pontéba dont la superficie est de 800 *ha*.

On se base dans ce chapitre sur la mise en évidence et la détermination des facteurs et des paramètres conditionnant la mise en valeur de l'irrigation tels que ; la situation géographique, les conditions climatologiques, les aptitudes culturales des sols le caractère socio-économique et autres afin de déterminer les différents paramètres qui vont nous permettre de caractériser la zone d'étude et nous aider à connaître la nature du climat de la zone d'étude, ce qui est indispensable à tout projet d'intensification agricole.

I.1. Situation et localisation de la zone d'étude

La zone d'étude (BSAKRA) est située au Nord1Ouest de l'Algérie, environ 200 km à l'Ouest d'Alger et à 50 km de la méditerranée.

Elle est limitée géographiquement comme suit :

- ▶ -Au Nord : par la ville de Labiod Madjaja,
- ▶ -A l'Est : par Oued_Fodda et Ouled Abbas.
- ▶ -A l'Ouest : la ville de Chlef.

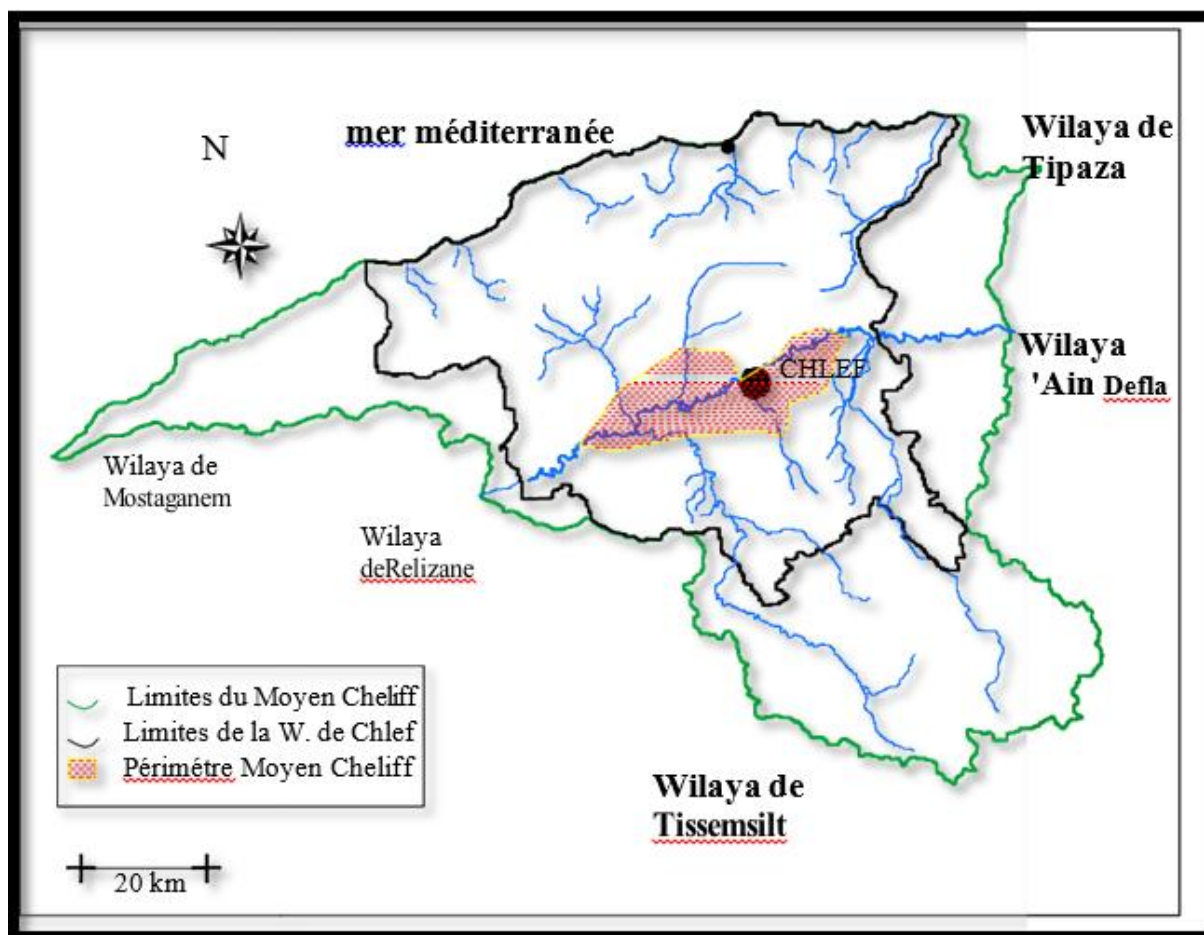


Figure I.1- : Localisation du périmètre irriguée du Moyen Chélif (Benauda H. 2011).

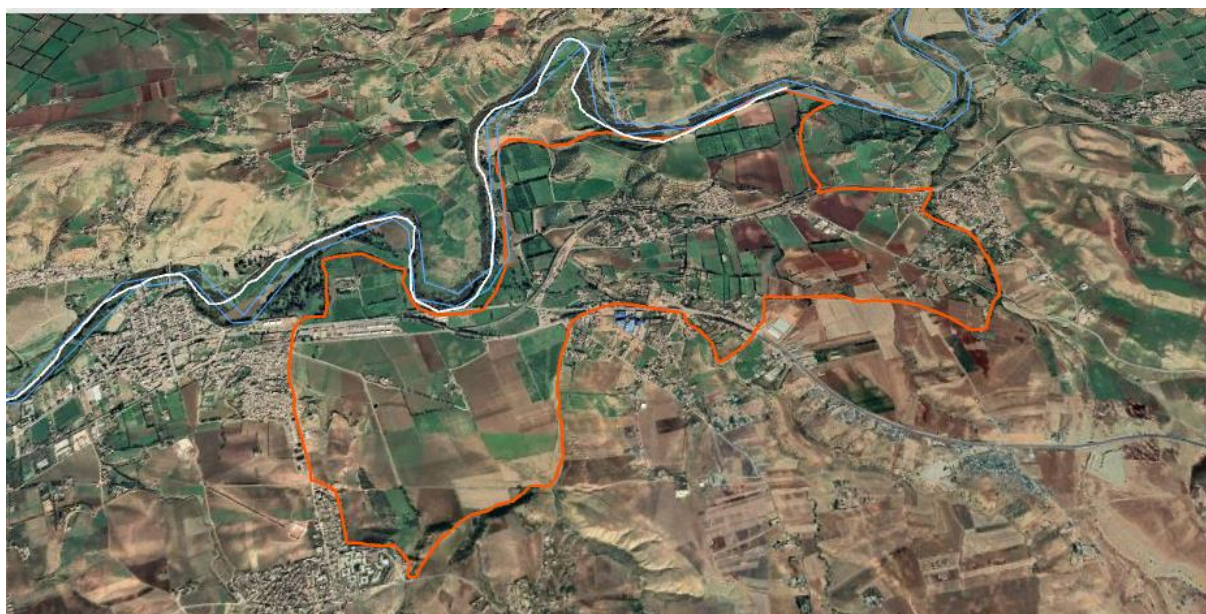


Figure I.2- : Localisation de la zone de projet (Google Earth 2021, élévation 2Km)

I.2. Analyse des conditions naturelles

I.2.1. Contexte géomorphologique

Le relief du terrain est plat et par endroits accidenté ceci est lié à la massivité des reliefs calcaires que l'on rencontre dans ce secteur. La pente du terrain est généralement faible et convient à l'irrigation en particulier pour la partie centrale à la périphérie. La pente s'accroît et dépasse 3% dans certains endroits,

(ELMEDDAHI, 2009)

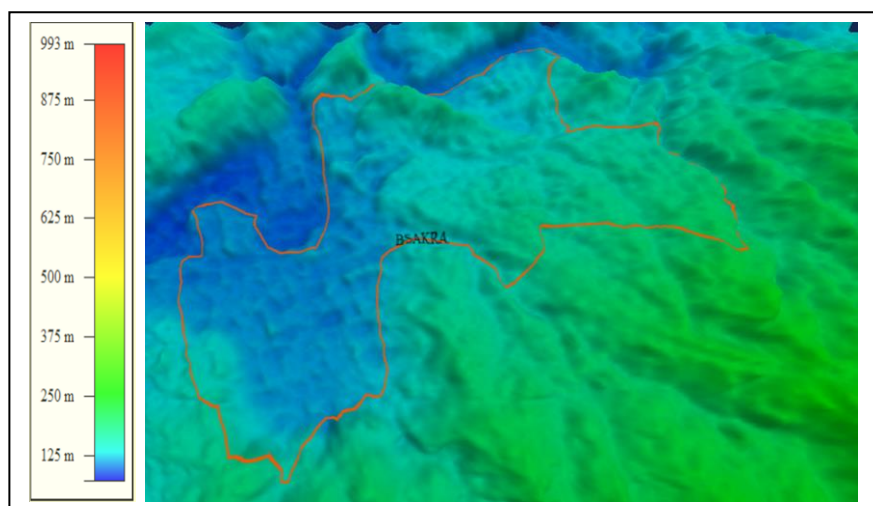


Figure 1.2-carte des altitudes de la zone d'étude 3D .

I.2.2. Contexte géologique

Les terrains de la zone étude qui correspond et au voisinage d'Oum Drou sont néogènes et quaternaires. Ainsi le substratum tellien anti-néogène. (Perrodon, 1957).

Les structures étant allongées Est-Ouest, la tectonique est complexe. Les principaux éléments de cette chaîne sont : Des noyaux autochtones : qui sont des massifs épis métamorphiques à Schistosité (O. Kirèche, 1977).

Des ensembles allochtones (nappes de charriage) recouvrant une grande surface. Ils forment la majeure partie des formations qui se sont mise en place lors des différentes phases tectoniques alpines (Éocène moyen et miocène inférieur). (O. Kirèche, 1977).

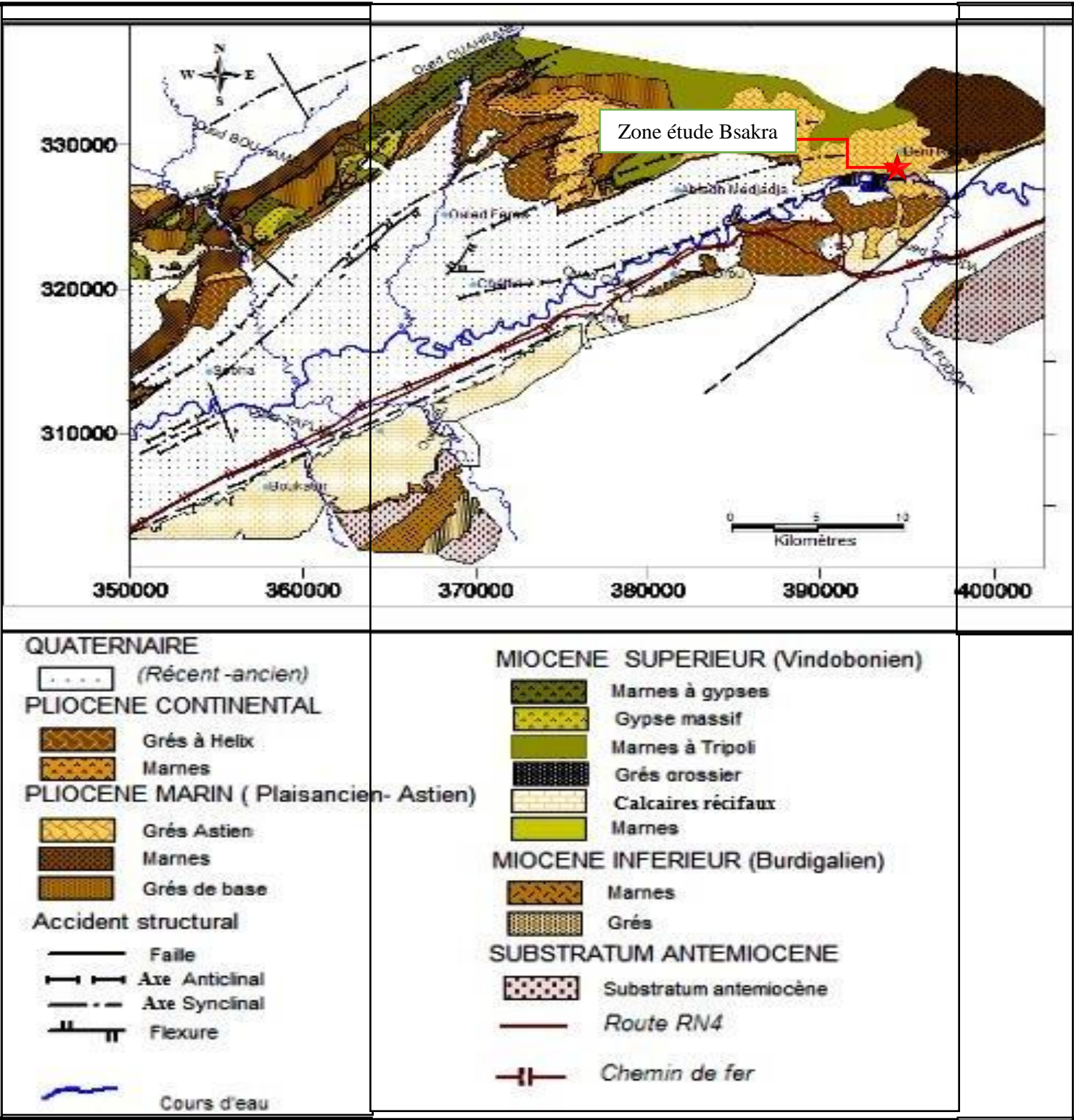


Figure I.3- : carte géologique du Moyen Chélif Occidentale (Perrodon, 1957)

I.2.3. Etude du réseau hydrographique

Le réseau hydrographique de la zone d'étude est constitué par un chevelu dense d'oued Chélif représenté en majorité de cours d'eaux temporaires.

L'oued principal : l'Oued Chélif qui résulte de la jonction de deux grands cours d'eau : l'oued Touil et Nahr Ouassel est parmi les grands oueds nord-africains ; c'est le seul qui possède le cours le plus long et le débit le plus élevé. (Voir la carte du réseau hydrographique). L'affluent le plus proche de notre secteur est l'Oued Tsighaout, petit affluent de l'oued Cheliff ; sa longueur est de 24 Km. (MOKADAM., 2016)

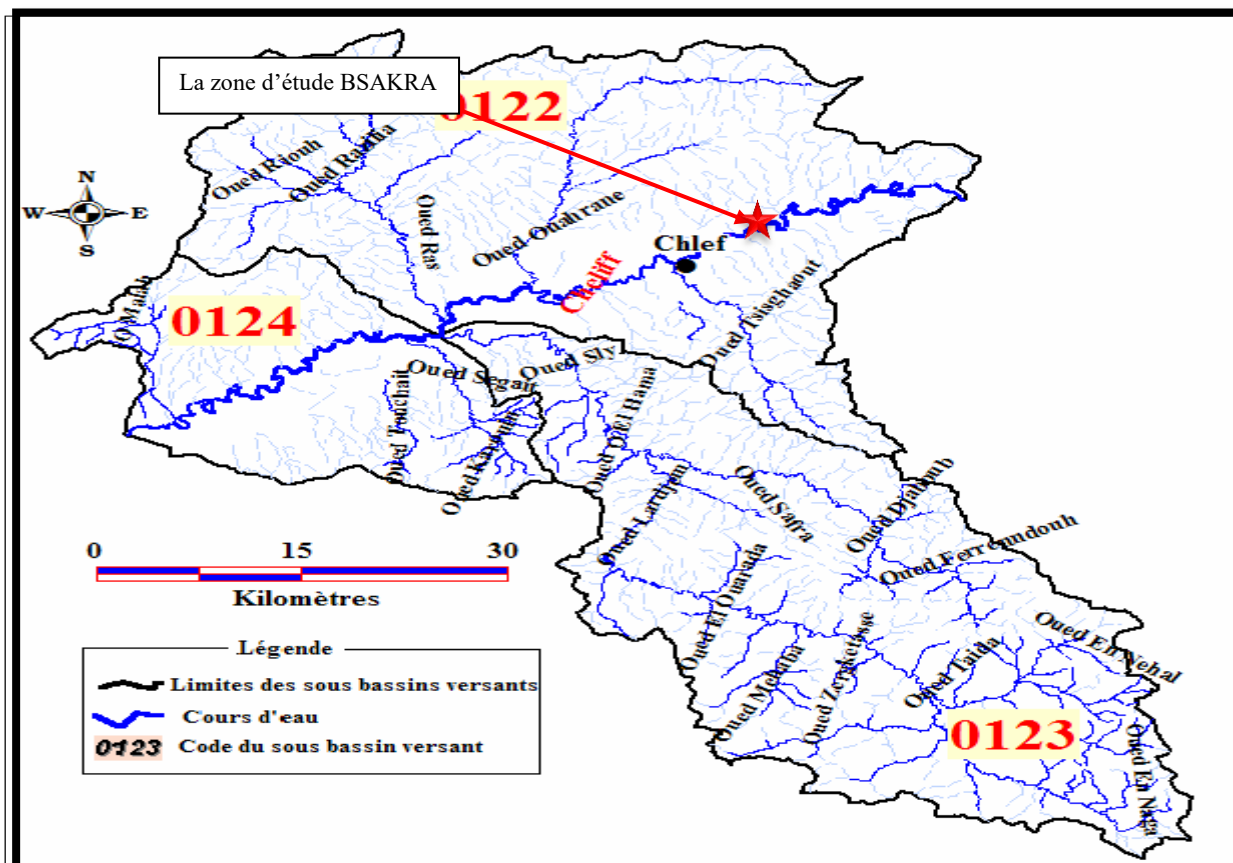


Figure I.4- : Carte du réseau hydrographique du Moyen Chélif occidentale (MOKADAM., 2016)

I.3. Analyse des conditions climatologiques

I.3.1. La température de l'air

Tableau I.1 : Températures moyenne annuelle de station de Chlef (°C) (Année 2015)

mois T°(c)	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JUI	JUL	A	Moyenne Annuelle °C
max	32.4	26.2	20.1	16.5	15.7	17	19.6	22.2	25.7	32.2	37.2	38	25.2
min	17.9	13.8	9.1	7	5.1	6.4	7.1	9.6	12.7	17.3	20.5	20	12.2

moy	24.6	19.4	14	11.2	9.8	11.1	13	15.6	18.9	24.6	28.6	29	18.3
-----	------	------	----	------	-----	------	----	------	------	------	------	----	-------------

(Source :O.N.I.D)

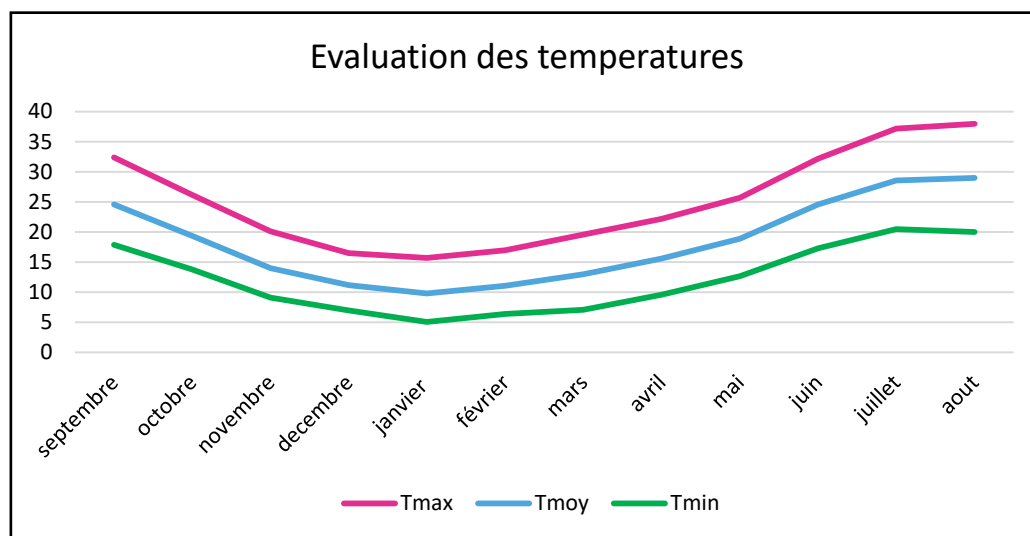


Figure 1.5- :Evaluation des Température mensuelles et annuelles de l'air de Chlef (°C) (Année 2015)

Interprétation : Les données statistiques (Tableau 1.5 et Figure 1.7) montrent que Le régime des températures varie avec une certaine régularité pendant l'année et montrent que les moyennes mensuelles les plus élevées sont observées essentiellement pendant la période d'été (mai - septembre) avec des températures variant de 26 à 38°C. Par contre, les températures les plus basses, de 7° à 13.8°C, sont observées pendant la période d'hiver (décembre - mars) avec un minimum pendant le mois de décembre. Les autres mois présentent des températures intermédiaires (24.6 °à 29°C) et la température moyenne annuelle est de l'ordre de 18.3°C.

I.3.2 .l'humidité relative

Tableau I.2 : Humidité relative mensuelle à station de pontéba en %(2003/2014)

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JUI	JUL	A	moyenne
%	56	66	75	82	83	75	68	61	55	49	45	47	63

(Source :O.N.I.D)

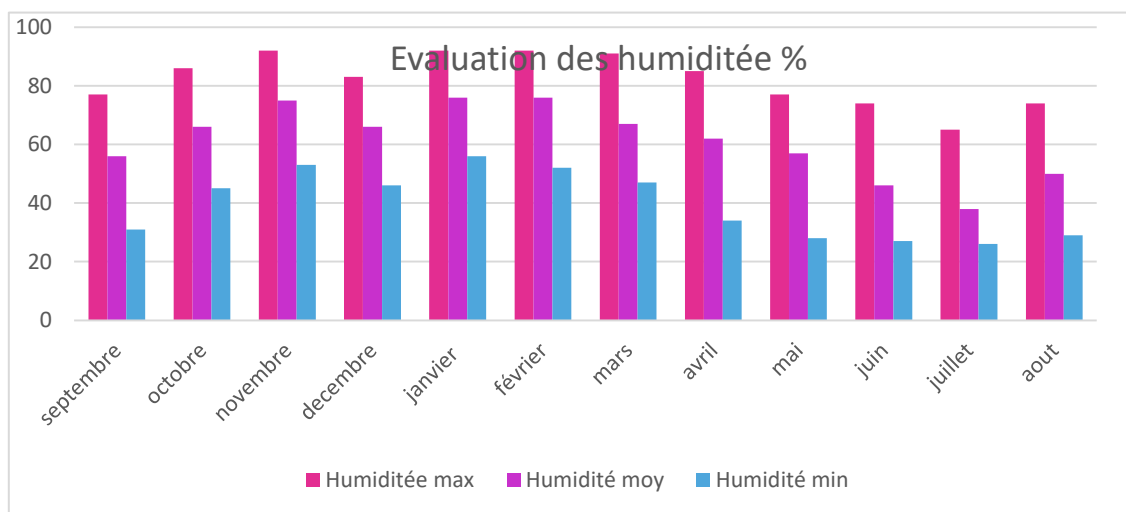


Figure I.6- :Evaluation de l'Humidité relative mensuelle. Année 2015

Interprétation : L'humidité de l'air est moyenne pendant toute l'année, avec des valeurs d'environ 83% en hiver et 45% en été (le matin et le soir).

Le mois le plus humide est JANVIER caractérisé par une forte humidité de 83 % et le mois le plus sec est juillet caractérisé par une faible humidité de l'ordre de 45%.

I.3.3 .l'évaporation

Tableau I.3 : Evaporation moyenne mensuelle ⁽¹⁾ à l'évaporomètre Piche (mm). Année 2015

mois station	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JUI	JUL	A	total annuelle
Ech-cheliff	162	99	55	39	44	57	82	103	143	188	243	234	1450
Oued-fodda	194	112	66	45	41	45	74	103	148	210	283	266	1587

Source : Bureau assistance Météo-Chlef 2015 (O.N.M)

On remarque d'après le tableau I.3 ; que L'évaporation Pendant la saison sèche elle est plus intense que pour la saison humide, surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. Elle est de l'ordre de 1450 mm /an (station ECH-CHELIF), avec un maximum mensuel de 243mm au mois de Juillet et un minimum de 39 mm au mois de Décembre.

I.3.4.Le vent

Tableau I.4 : Vitesses moyennes mensuelles du vent dans la région du Chélif en (m/s) en 2015.

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JUI	JUL	A
V(m/s)	1.9	1.8	1.9	1.9	1.6	1.1	2	2.3	2.4	2.5	3.2	2.2

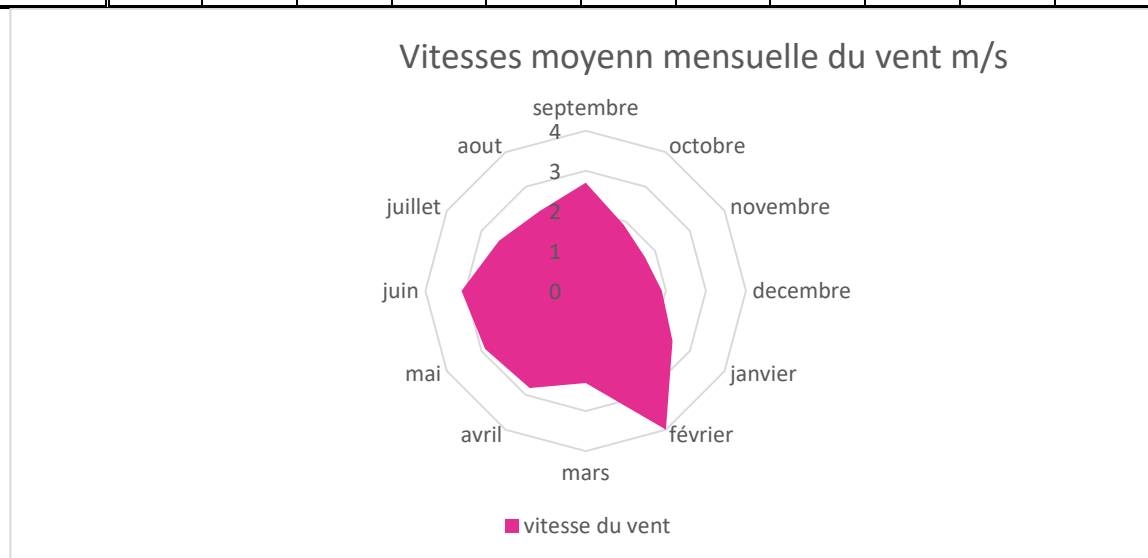


Figure. I.7 : Vitesses moyennes mensuelles du vent dans la région du Chélif en (m/s) en 2015.

De ce fait nous concluons que dans le cas de la zone d'étude, les vents prédominants dans la région de Chlef sont Nord-Ouest en période hivernale et leur vitesse varie de 1,1 à 3.2m/s alors que durant la période estivale, ils sont Ouest.

I.3.5.L'insolation

Tableau I.5 : Insolation moyenne mensuelle (heur) pour chaque mois 2011

mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	JUI	JUL	A	total
Heurs D'insolation	12.4	11.3	10.3	9.8	10.1	11	11.9	13.1	14	14.5	14.3	13.5	146.2

Source : Bureau assistance Météo-Chlef 2015 (O.N.M)

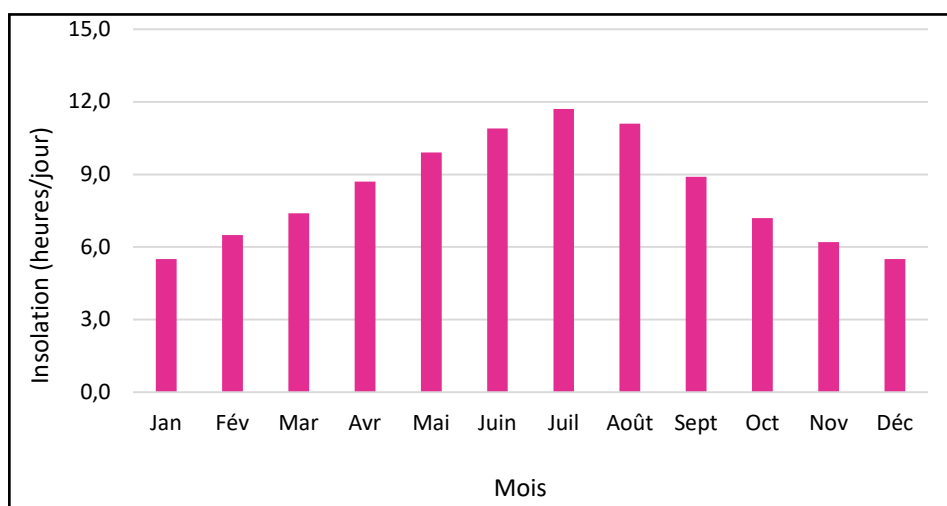


Figure.I.8 : Variation d'Insolation moyenne mensuelle (heures)

Le nombre d'heures d'ensoleillement dans la région est élevé ; durée total de l'insolation est de 146.2heures/mois, avec un maximum de 14.5h durant le mois de Juillet ; et un minimum de 9.8h durant le mois de Décembre.

I.3.6.Analyse de la pluviométrie

Le tableau I.6, décrit ci-dessous, nous indique les coordonnées de la station pluviométrique.

Tableau I.6 : Caractéristiques des stations pluviométriques ⁽¹⁾

Stations	Code	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Pontéba Bge	12203	36.2	13 Est	112

Le tableau I.7 et la figure 1.9, nous montrent la répartition mensuelle des précipitations de la station pluviométrique (Pontéba),

Tableau I.7 : pluviométrie de la station de pontéba (Année 2015)

Unité	Pluviométrie De la station de Pontéba												Pluie Annuelle
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
mm	58.9	108.7	35.4	40.1	5.4	2.7	0.8	1.3	9.5	17.2	41.6	50.1	371.7
%	2.55	4.627	11.19	13.47	15.84	29.24	9.52	10.78	1.45	0.72	0.21	0.3	100

Source : Bureau assistance Météo-Chlef 2015 (O.N.M)

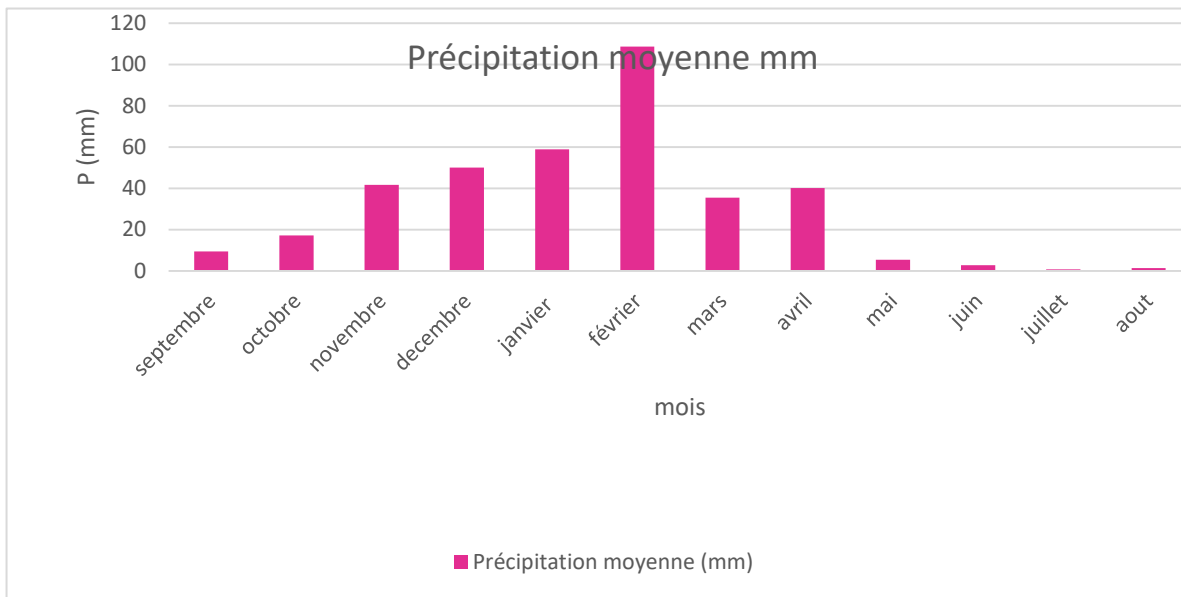


Fig. I. 9. Précipitations moyennes de la station de Pontéba.

Interprétation : L'analyse des Variations mensuelles des précipitations (mm) au niveau de la station de Pontéba représentées par les graphiques traduisent clairement les variations saisonnières et leur distribution à l'échelle annuelle. Dans la station concernée, on observe deux périodes distinctes, une saison sèche où l'irrigation est indispensable et une autre humide où l'irrigation n'est pas indispensable.

***Une saison sèche :** qui s'étale du mois de mars jusqu'au mois de décembre, avec un minimum de pluviosité enregistré au mois d'Avril avec juillet et décembre presque nul. (0.1 Mm°).

***Une saison humide :** qui correspond aux autres mois de l'année, dont la période Pluvieuse est assez importante pour les mois d'hiver (janvier, février) avec un maximum au mois de Février (108.7 mm).

*Le passage de la saison humide vers la saison sèche s'effectue brusquement au début du mois d'Avril, et la reprise de la saison humide, se fait au janvier. La pluviométrie atteint son maximum au mois de Février avec 108.7mm en moyenne, tandis que les précipitations sont très faibles ou presque nulles aux mois de juillet et août.

I.4.Climogramme pluviométrique de Gausсен :

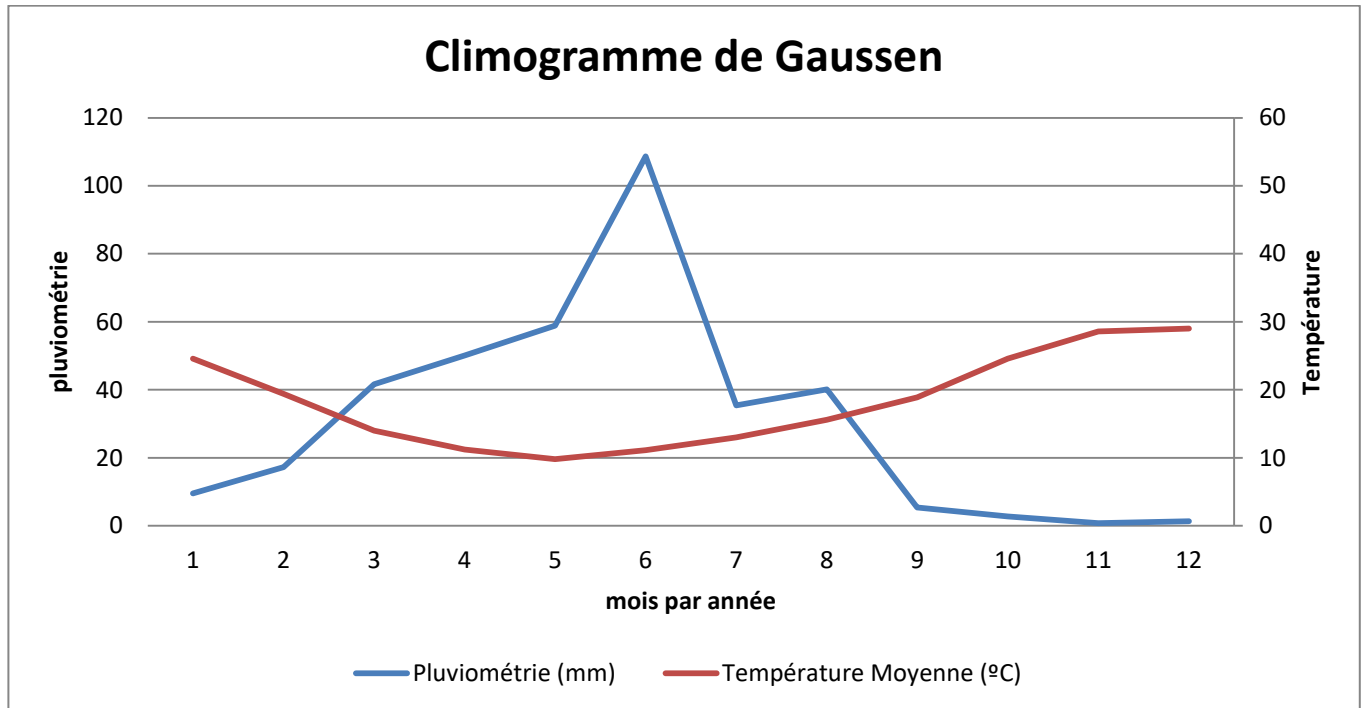


Figure. I.10. Diagramme pluviométrique de Gausсен. Année 2015

Ce diagramme nous permettra donc d'évaluer l'intervalle de saisons sèche et humide, et sa position dans le temps, en faisant intervenir la pluviométrie et la température sur un même graphique tel que P=2T.

***Une saison sèche** : qui s'étale du mois d'Juillet jusqu'au mois septembre, avec un minimum de pluviosité enregistré au mois de juillet presque nul. (0.8 mm°).

***Une saison humide** : qui correspond aux autres mois de l'année, dont la période Pluvieuse est assez importante pour les mois d'hiver (janvier, février) avec un maximum au mois de Février (108.7 mm).

I.5.CLASSIFICATION DU CLIMAT

I.5.1.Classification du climat selon l'indice de De Martonne

*Formule utilisée est la suivante :

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

Avec :

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

T : Température moyenne annuelle moyenne en ($^{\circ}\text{C}$)

Tableau I.8 : Classification du climat selon la classification de **DE MARTONNE**

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

Pour notre cas :

$$P = 371.7 \text{ mm/an}$$

$$T = 18,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\text{On aura : } I_A = \frac{371.7}{18,3 + 10} \approx 13,13$$

D'après l'indice d'aridité calculé et selon le tableau de classification ci-dessus, on constate que la région est soumise à un régime de climat sec, et par conséquent que l'irrigation est indispensable.

I.5.2. CLASSIFICATION DU CLIMAT SELON LE DIAGRAMME D'EMBERGER

La technique est fondée sur la projection du quotient pluviométrique sur un diagramme dressé par **EMBERGER**, en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid.

*Ce quotient est défini par la formule :

$$Q = \frac{1000 * P}{\left(\frac{M + m}{2}\right)(M - m)} \text{----- (I-2).}$$

Tels que :

Q : quotient pluviométrique d'EMBERGER

P : moyenne annuelle en (mm).

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré absolu ($^{\circ}\text{K}$).

m : moyenne des minima du mois le plus froid en degré absolu ($^{\circ}\text{K}$).

On reporte Q2 en fonction de la moyenne des minima du mois le plus froid en $^{\circ}\text{C}$

Pour notre région : M=40.9°C,

m=5,5°C

P=371.7 mm/an

On aura :

$$Q = \frac{2 * 1000 * 371,7}{(40.9 + 273)^2 - (5,5 + 273)^2} \approx 35.44$$

En portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER (voir Figure 01 : annexe I) et en fonction de la température moyenne minimale du mois le plus froid, on peut confirmer que notre région se situe dans l'étage bioclimatique : **Aride et le sous étage : Hiver doux**

I.6. Analyse du milieu socio-économique

I.6.1 La population dans la région

Aujourd'hui, la population totale de la commune d'Oum Drou peut être évaluée à 10.589 habitants, avec un densité est passée à plus de 105 habitants par Km². (Selon R.G.P.H 2008).

I.6.2. Emploi dans la région

A signaler que durant l'année 2015, a été enregistré 49.813 demandes d'emploi contre 8.429 offres dont 6.196 placements soit un Taux de 73.50%.

Durant l'année 2015, 155 projets ont été déclarés au niveau de l'ANDI, avec un coût global de 21.865 millions DA permettant la création de 2380 postes d'emploi (selon R.G.P.H 2008).

I.6.3. Occupation du sol dans les conditions existantes

L'occupation du sol dans la situation de référence, qui touche une superficie de **6358,31ha**.

Pour l'ensemble du périmètre de Moyen Chélif illustrée dans la figure ci-dessous,

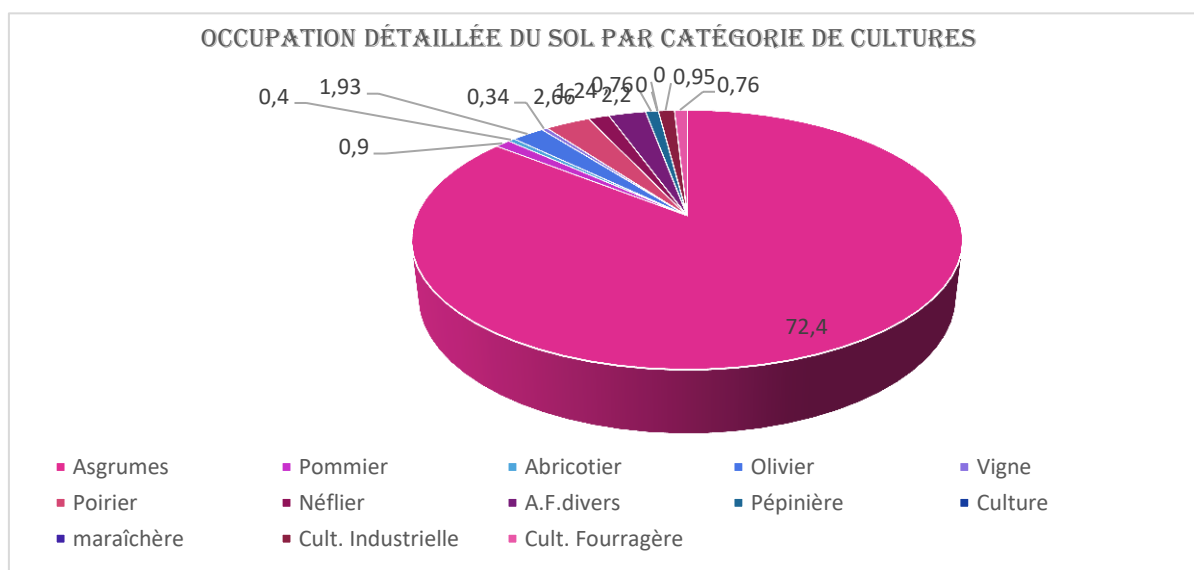


Fig. I. 11. Occupation détaillée du sol par catégorie de culture (THOURYA, 2005),

I.6.4.La production animale dans la région

Les productions animales dans la région sont dominées essentiellement par l'élevage ovin qui représente près de 42%, du total des UGB, suivi de l'élevage bovin avec 38 %. (OUAKLI, 2008).

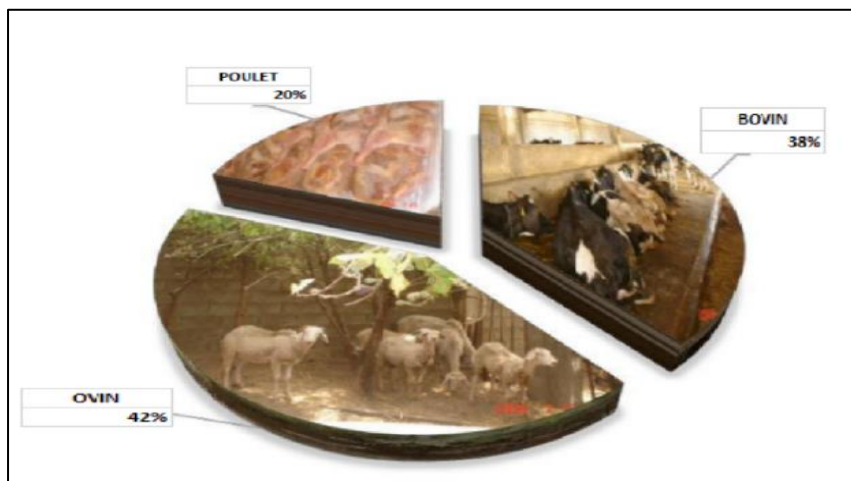


Figure I.12. Répartition de production animale dans la région.(OUAKLI, 2008).

CONCLUSION

Il a été question, dans ce chapitre, d'identifier et d'analyser les caractéristiques de la zone d'étude notamment : géomorphologique, hydrographique, géologique...etc ayant joué un rôle plus déterminant dans le processus de l'aménagement hydro-agricole du périmètre.

Du point de vue climatique, le périmètre délimité, subit l'influence de climat de type aride, qui se caractérise principalement par une faible pluviométrie annuelle et une forte évaporation qui sont deux facteurs importants avec une influence sur les potentialités hydro-agricoles qui doivent être exploitées pour améliorer l'agriculture dans la zone d'étude.

Nous tenons à souligner, la présence de deux facteurs : le vent et le déficit pluviométrique exerçant un effet négatif sur le développement végétatif des cultures et la mise en place de certaines techniques d'irrigation (par aspersion) ; ce dernier, ne permet d'implanter aucune culture pendant la saison sèche, sans apport de doses d'irrigation d'appoint et la mise en place des brises vent.

D'après l'analyse du système social de production on a constaté d'une manière générale, les potentialités en ressources humaines jeunes, présentant un apport équilibré entre les deux sexes.

Quant à l'élevage, il ne bénéficie pas de tout l'intérêt qui lui est dû et demeure marginalisé.

CHAPITRE II :
ANALYSE DES RESSOURCES EN SOL &
LES RESSOURCES EN EAU & ETUDE
HYDROLOGIQUE

II-Introduction

Le présent chapitre intervient dans le but d'établir une analyse des ressources en sol et les ressources en eau prévus pour l'hydro-aménagement du notre secteur d'étude.

II.1. Les ressources en sol de la région

La région de BSAKRA en particulier est à vocation agricole, les aires d'irrigation sont localisées essentiellement au niveau de la vallée de l'Oued Cheliff., d'après la carte des zone homogènes (annexe I)) il est intéressant de remarquer qu'on y retrouve trois (02) zone apparait plus une zone regroupée les surfaces à exclure des aménagements dans le périmètre contrôlée, on distingue :

II.1.1.Zone homogène N° (01) : *Alluvion récentes profondes non salées de texture équilibrée*

Les sols représentés par cette classe, s'étale sur une superficie de 160 ha, Soit : 20% de la superficie contrôlée, appartiennent essentiellement à la classe de **sols peu évolués**, Ils se situent en zones planes, Ils sont à caractéristiques physico-chimiques très variées selon les différentes conditions de leur dépôt et de leur migration ; leur granulométrie (texture : limono argileuse à argilo limoneuse) caractérisés par une texture fine : plus grossières dans les zones d'épandages, éventuellement quelque traces d'hydromorphie ou salinité en profondeur. D'après Hennia K. (2007).

La conductivité est comprise entre 2 et 4 dS/m, la perméabilité est supérieure à 0,5 cm/h et peut être inférieure à 0,3 cm/h dans ceux présentant un caractère salin. Les taux de calcaires sont de l'ordre 20 %. Elles sont représentées par des zones inondables, situées longeant de l'Oued Chélif.

II.1.2.Zone homogène N° (06) : *Alluvions anciennes et sols de piémont non tirsifiées*

Les zones appartenant à cette classe couvrent une superficie d'environ 560 ha soit 70 % de la superficie contrôlée, appartiennent surtout à la classe des **sols Calci-magnésiens** en alternance avec des **sols isohumians**.ces sols de texture argilo-limoneuse à argileuse, présentent parfois des accumulations calcaires nodulaires ou continues : Les taux de calcaire total varient de 10 à 25% et ceux du calcaire actif de 6 à 15%. Les pH avoisinent 8, les taux de matières organique sont variables mais assez élevés et les C/N sont voisins de 12. La genèse du sol est dominée par l'influence des ions Ca^{+2} et Mg^{+2} . Ces sols sont bien structurés, leur perméabilité est bonne sont approches de 10 cm/h pour les horizons supérieurs à structure correcte et chutent aux environs de 3 à 5 cm/h en profondeur et les capacités d'échange sont élevées (Henia, 2007) ; une zone moins sensible aux gelées. Des caractères vertiques et salins peuvent apparaître en profondeur mais les stabilités structurales sont toujours bonnes ; sont présents le long des limites de la nappe alluviale (Hennia, 2007).

II.1.3.Zone N° (08) : *Zone à exclure des aménagements*

Il s'agit des zones Urbaines, des affleurements rocheux ou zones de pente très forte, mais également du lit majeur des principales rivières qui peut être exploité pendant une partie de l'année (maraîchage irrigué...) Mais ne peut faire partie d'un schéma d'aménagement en raison des risques d'inondation.

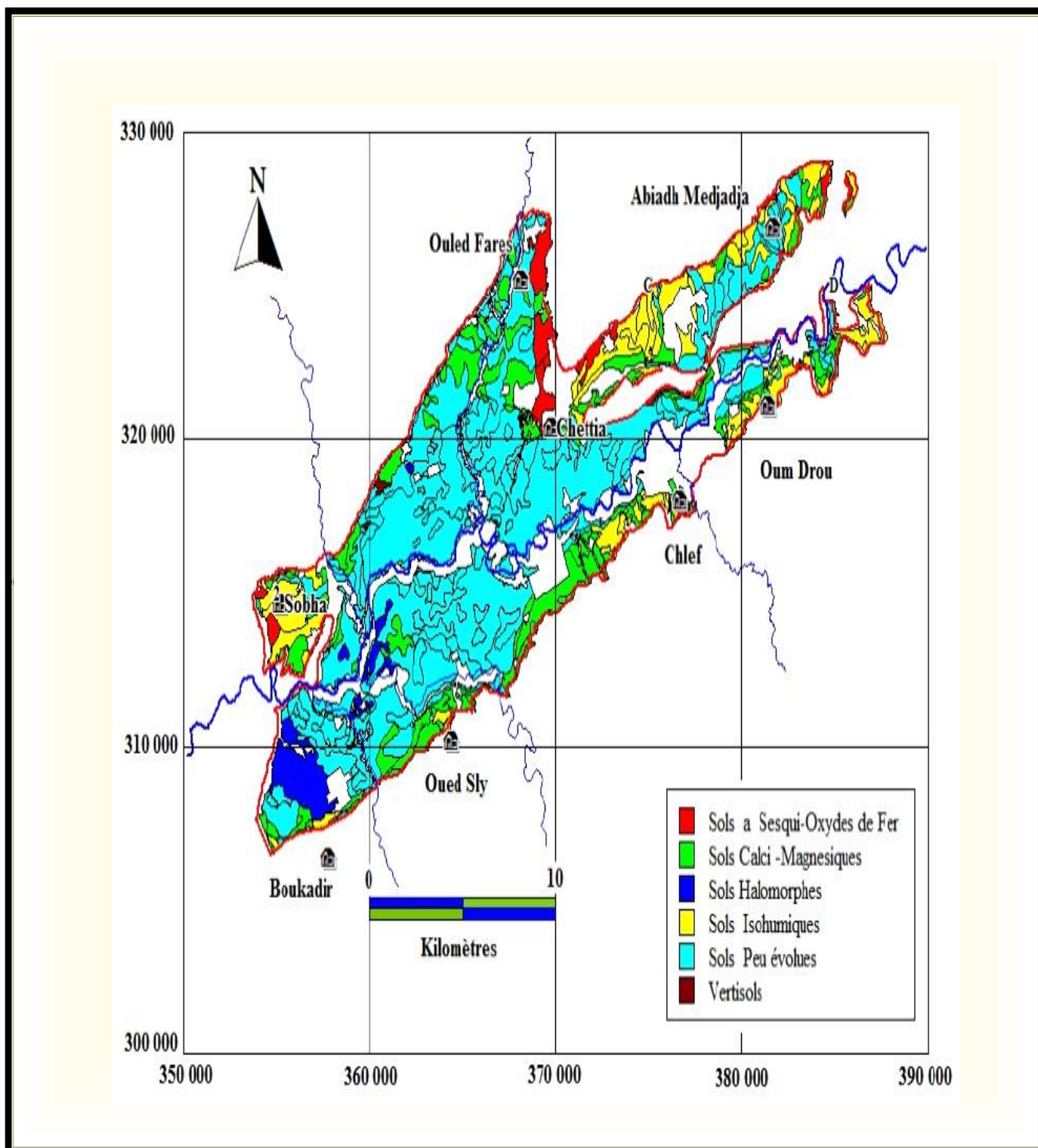


Figure II.1- carte pédologique de la zone d'étude (source ABH-CZ) établie par Scet Agri (1984 b)

II.1.4. Description morphologique :**PROFIL** : MC-M01**ZONE HOMOGENE** : 6**SITUATION :**

Pente faible (1-2 %) légèrement ondulé, près d'Oum Drou

0-60 cm : horizon brun à brun clair, organique, limono-argileux, structure polyédrique fine, humide avec un maximum à 50 cm, collant, poreux à pores fins, racines nombreuses entre 25 et 50 cm.

60-90 cm : horizon brun-ocre, un peu organique, argilo-limoneux, structure polyédrique fine, humide à frais, quelques racines, pores fins, quelques gravillons (de CaCO_3), faces luisantes.

90-110 cm : horizon ocre à ocre-jaune, localement matière organique, argilo-limoneux, structure polyédrique, à débit polyédrique fin, frais, poreux, faces luisantes et obliques, quelques gravillons et traces de CaCO_3 par places.

II.2.Ressources en eau pour l'irrigation

D'après l'étude d'aménagement du périmètre de moyen Chélif, les ressources en eau prévus pour le réseau d'irrigation de la zone B- sera uniquement alimenté par les eaux de l'Oued Cheliff qui sera dérivées au barrage Oum Drou par un seuil de dérivation proprement dit dans le tronc commun.

II.2.1.Caractéristiques physico-chimiques de l'eau d'irrigation

La qualité chimique de l'eau de l'oued Chélif a été étudiée sur des échantillons prélevés par les services de l'ANRH dans 12 stations le long de l'oued Chélif.

La station choisie pour l'analyse des éléments chimiques est celle de la station de jaugeage de Pontéba près de la route W151 localisée géographiquement sur $36^{\circ}12'13.24''N$ et $1^{\circ}23'18.64''E$.(Voir la Figure II-2).

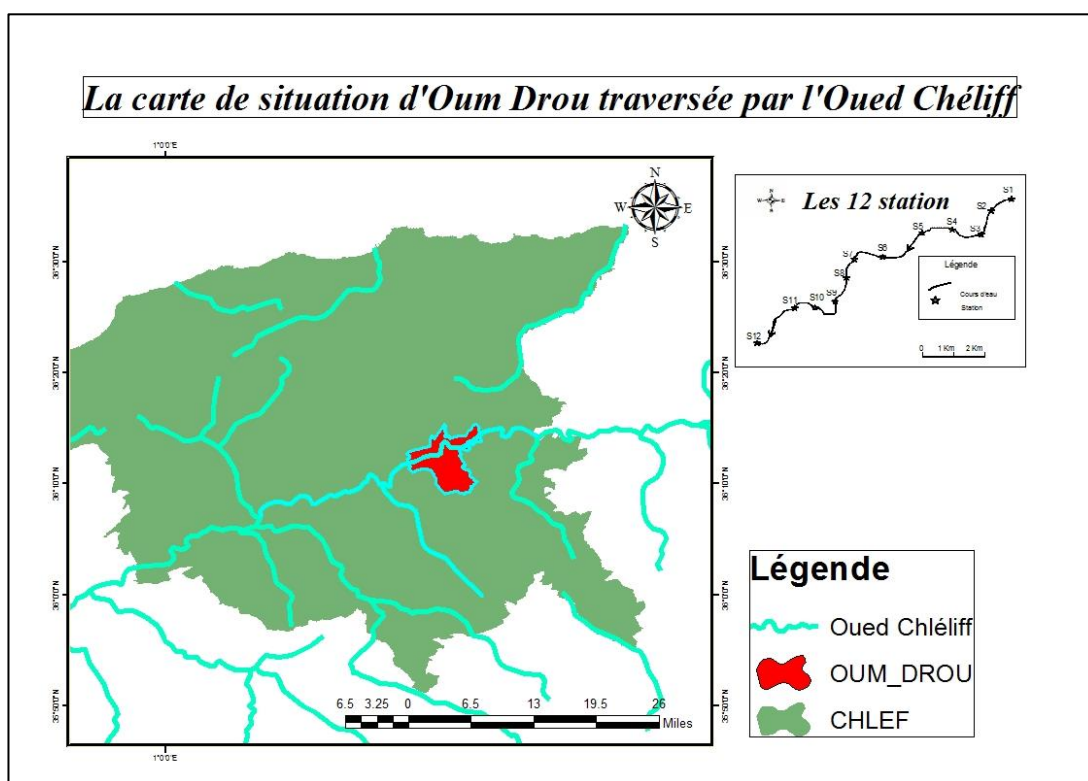


Figure II-2- carte de situation Oum Drou traversée par l'Oued Chélif

Le tableau des Résultats d'Analyse de l'eau brute de l'Oued Chélif (station de Pontéba) sont insérés dans le tableau 2 Annexe I.

II.2.2.Classification des eaux pour l'irrigation

- La classification américaine des eaux d'irrigation est basée sur deux paramètres : la Conductivité électrique CE, et le rapport d'absorption du Sodium SAR. (United States Salinity Laboratory, U.S.S.L , 1954).

II.2.2.1. La conductivité électrique

On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique :

Tableau II-1 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

(CE) en mmhos/cm	
$CE_{25} \cdot C < 0,25$	Classe C1 : Eau de faible salinité utilisable pour irriguer la plupart des cultures sur la plupart des sols sans grand risque de salinisation du sol.
$0,25 < CE_{25} \cdot C \leq 0,75$	Classe C2 : Eaux de salinité moyenne qualifiées de peu dangereux, convient pour les plantes modérément tolérantes aux sels
$0,75 < CE_{25} \cdot C \leq 2,25$	Classe C3 : Eaux dont la salinité est qualifiée de forte, inutilisables pour les sols à drainage restreint. Même avec un bon drainage, des pratiques spéciales de contrôles de salinité nécessaires et les plantes ayant une bonne tolérance aux sels peuvent pousser.
$CE_{25} \cdot C > 2,25$	Classe C4 : Eaux de salinité très forte, normalement inutilisables pour l'irrigation. Exceptionnellement, elles peuvent être utilisées sur des sols très perméables avec un lessivage intense. Les plantes très tolérantes aux sels pourront être cultivées.

(United States Salinity Laboratory, U.S.S.L, 1954)

Sachant que l'eau du barrage prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a une conductivité électrique moyenne $CE=1,76$ mmhos/cm, donc elle correspond à la **classe C3**.

II.2-2-2. Le SAR (Sodium Absorption Ration)

C'est le rapport du Sodium par rapport aux autres cations. Ce terme est très utilisé et exprime le niveau d'alcalinité de l'eau à l'aide de la formule suivante :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

$$SAR = \frac{150.6}{\sqrt{\frac{123.33 + 60.25}{2}}} = 15.72$$

On distingue quatre (4) classes :

Tableau II-2 : Classification des eaux en fonction du SAR. (United States Salinity Laboratory, U.S.S.L,

SAR en Méq/l	
0 – 10	Classe S1 L'eau contenant une faible quantité de sodium, peut être utilisée pour l'irrigation de presque tous les sols sans qu'il y ait à craindre que des difficultés ne surgissent du point de vue alcalinisation.
10 – 18	Classe S2 : La quantité de sodium est qualifiée de moyenne. Le danger d'alcalinisation du sol est appréciable dans les sols à texture fine et à forte capacité d'échange, surtout dans des conditions de faible lessivage. Ces eaux peuvent poser des problèmes sur le plan structural du sol à moins que du gypse soit présent en quantité suffisante au niveau de ce dernier. Elles sont utilisables sur les sols à texture grossière ou les sols organiques ayant une bonne perméabilité
18 – 26	Classe S3 : La quantité de sodium dans ces eaux est qualifiée d'élévée. Elles sont à employer avec prudence. Sinon de graves difficultés peuvent apparaître sur la plupart des sols
> 26	Classe S4 : De telles eaux sont qualifiées d'impropres à l'irrigation, sauf si sa salinité est très faible et si on ajoute du gypse ou autre source de Ca soluble pour améliorer le bilan ionique.

Le diagramme, de classification des eaux d'irrigation, figure 03, Annexe I, permet de classer l'eau de la zone d'étude en S3. On peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un risque de forte alcalinité, elle correspond donc à l'intervalle (C3-S3). En effet la qualité de l'eau est acceptable pour l'irrigation mais avec un bon drainage.

II.3-Etude hydrologique

L'analyse développée dans cette partie a pour objet d'évaluer la pluviométrie du périmètre irrigué, elle permet de déterminer les pluies de fréquences données, il s'agit de définir les précipitations de courte et de longue durée, qui conditionnent l'étude de notre projet, tels que :

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

II.3.1. Choix de la station représentative de la zone

La station pluviométrique choisie pour notre projet de fin d'étude est celle située au Pontéba Chlef, codée (012225).

Après consultation et analyse de relevé de la station en question, on constate que :

La série de données s'étale sur une période allant de 1992 à 2018 (Voir annexe), qui ne reflète pas la situation actuelle de la région.

II.3.2. Homogénéité des séries pluviométriques

En générale, l'homogénéisation des données hydrologiques est indispensable, préalablement à toute exploitation hydrologique de ces dernières, car les mesures ne sont pas menées souvent avec soin. En effet, outre que la possibilité de données défectueuses ou sujette à caution, il arrive fréquemment qu'une station pluviométrique présente des interruptions dans les relevés, rendant difficile son utilisation.

Il convient dans ce cas de procéder à une vérification de l'homogénéité des données recueillies, afin d'éliminer, puis de combler les lacunes des relevés défectueux. Dans une première étape on décèlera les anomalies flagrantes des séries pluviométriques en les comparant aux données homogènes d'une autre station avoisinante. La deuxième étape consistera à vérifier la constance de la relation liant les données de la station étudiée à celle prise comme référence. La méthode des doubles masses est la plus utilisée. Les erreurs sont détectées en comparant la série de données avec une autre station pluviométrique voisine homogène. Cette méthode présente l'avantage d'établissement de coefficients correcteurs au cas où la distorsion est trop importante.

L'homogénéisation des séries données pluviométriques sur une période d'observation unique, n'aura pas lieu, dans la plupart des cas. C'est le cas des séries pluviométriques de notre projet. Pour cela, la méthode peut porter sur des données prélevées sur des intervalles de temps proposés ci- après .

II.3.3. Test de WILCOXON

Ce test repose sur un procédé simple, permettant de tester l’homogénéité d’une série de données, sans qu’il fasse appel à une autre série pluviométrique homogène d’une station voisine, étalée sur la même période d’observation.

La vérification de l’homogénéité d’une série pluviométrique d’enregistrement complet, par le test de Mr Wilcoxon, repose sur le procédé ci-dessous :

*On divise la série complète des pluies moyennes annuelles de référence en deux sous-séries : x et y tel que : N₁ et N₂ représentant respectivement les tailles de ces deux sous-séries, considérant généralement N₂ supérieure à N₁.

*On constitue par la suite, la série "X" union "Y" après avoir classé la série de pluie d’origine par ordre croissant. A ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quelles sous-séries appartient-elle

*M^f Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée ;

$$W_{MIN} < W_x < W_{MAX} \text{ ----- [3-15]}$$

$$W_x = |Rang|_x \text{ ----- [3-15']}$$

Avec :

W_x : Somme des rangs de sous-série x.

Et :

$$W_{MIN} = \left[\left(\frac{N_1 + N_2 + 1}{2} * N_1 - 1 \right) - 1.96 * \left(\frac{N_1 * N_2 (N_1 + N_2 + 1)}{12} \right) \right]^{(1/2)} \text{ ----- [3-16]}$$

$$W_{Max} = [(N_1 + N_2 + 1) * N_1 - W_{MIN}] \text{ ----- [3-17]}$$

Le tableau II.1 résume les résultats du test d’homogénéité proposé par de M^f Wilcoxon pour la station de ponteba, code (012225). (Voir les détaille dans annexe II)

Tableau II.3 : résultat du teste de wilcoxon de la station ponteba

N1	N2	Wmin	Wx	Wmax
12	14	123.4	146	200.6

⇒ La condition de M^r Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelles de la station ponteba, code (012225) est homogène.

II.3.4. Etude statistique des précipitations

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

*Loi Gauss ou loi Normale.

*Loi De Gibrat-Galton ou loi log-Normale.

II.3.4.1. Etude des pluies moyennes annuelles

On soumet la série pluviométrique annuelle de la station retenue aux ajustements, à la loi de Gauss et de Gibrat-Galton, en utilisant le test de Khi carré, d’où l’on conclura que la loi qui s’adapte mieux aux données observées, est la loi de Gauss.

II.3.4.1.1. Loi GAUSS ou loi normale

Dans le cas de notre projet, il sera utile de connaître les variations annuelles des précipitations pour les périodes de retours de 2 ans et 5 ans, dont le but, est de calculer les besoins en eau d’irrigation. Pour cela, nous proposons l’ajustement des séries par la loi normale, appelée souvent loi de Gauss, qui s’adapte bien avec les pluies moyennes annuelles. En effet, sa fonction de répartition est de la forme [3-23] ;

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^u \text{Exp}\left(\frac{-1}{2 \cdot u^2}\right) \cdot du \text{-----} [3-23].$$

Pour laquelle la variable réduite de Gauss est donnée par L’expression [3-24] :

$$u_{p\%} = \frac{P_{p\%} - \bar{P}}{\sigma} \text{-----} [3-24].$$

Expression dans la quelle apparaissent deux paramètres d’ajustement ;

* \bar{P} : Précipitation annuelle moyenne, calculée par l’expression

* σ : Ecart type de la série de pluies moyennes annuelles, donné par l'expression [3-13]

Les pluies moyennes annuelles probables seront déterminées par la relation [3-25] ;

$$P_{p\%} = \sigma * u_{p\%} + \bar{P} \text{-----} [3-25].$$

Le résultat de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station de pontéba code (012225), est regroupé dans le tableau 3.13 et la figure 3.9.

Avec :

$$\bar{P} = 199\text{mm} \quad \sigma = 51.9\text{mm}$$

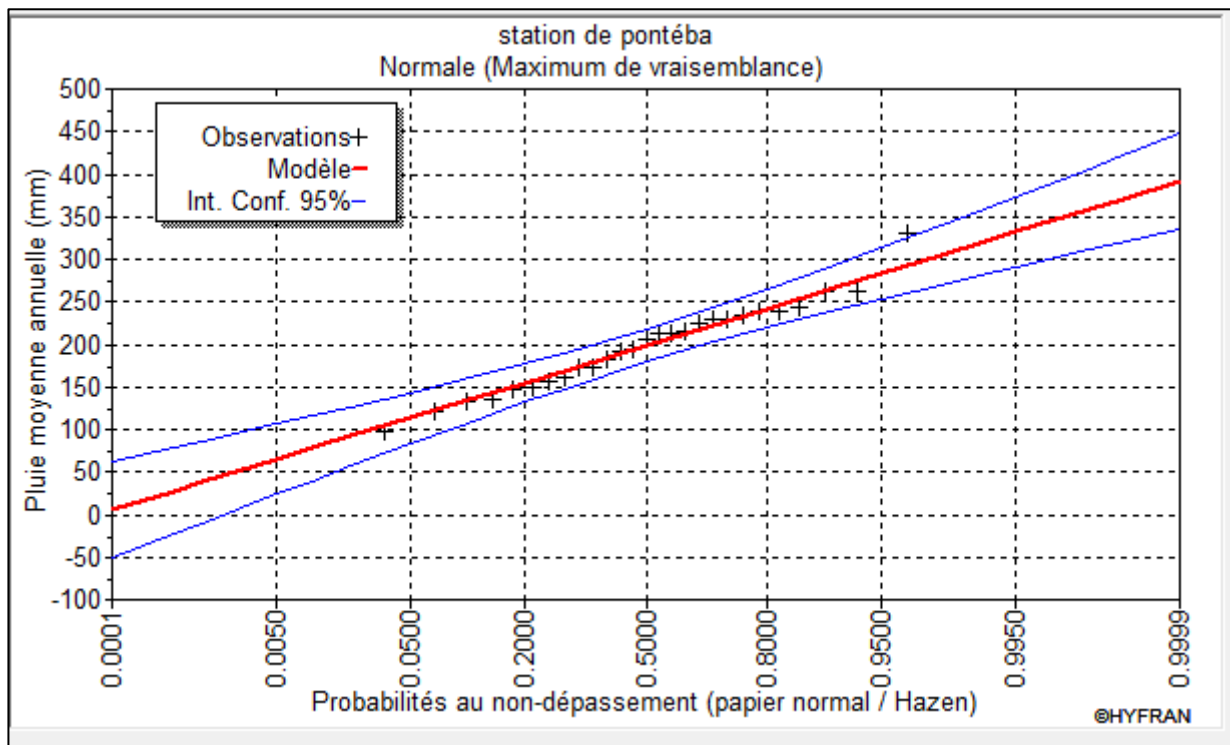


Figure III -9: Ajustement de la station pontéba (012225) à la loi de Gauss.

*Fréquence au dépassement (année sèche)

Tableau II-4: Résultats d'ajustement de la station (012225) à la loi de Gauss

Fréquence	Ecart type	Valeur Théorique	Intervalle de confiance		Période de retour
		XT	Borne Inférieure	Borne Supérieure	
0.99	19.5	319	281	358	100
0.9	13.6	265	238	292	10
0.8	11.7	242	219	265	5,0
0.667	10.5	221	200	241	3
0.5	9.99	199	179	218	2,0
0.2	11.7	155	132	178	1,25

II.3.5. Test de validité d'un ajustement

La loi choisie pour ajuster la distribution statistique de l'échantillon, ne représente qu'approximativement l'échantillon étudié. L'erreur commise en adoptant une loi donnée est une erreur d'adéquation. Par ailleurs, comme nous venons de le citer, sur un échantillon donné, plusieurs lois d'ajustement peuvent être appliquées, donnant des résultats qui divergent notablement d'une loi à une autre.

Il convient par conséquent de comparer l'adéquation de ces lois afin d'adopter le meilleur ajustement ; l'un des tests le plus employé, est le test du Khi carré " χ^2 ".

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

On divise cet échantillon en un certain nombre de classe "K" contenant chacune n_i valeurs expérimentales. Le nombre V_i est le nombre théorique de valeurs (sur un échantillon de N valeurs) affectées à la classe "i" par la loi de répartition, donnée par la relation n [3-26];

$$v_i = N \int_{X_{i+1}}^X f(X) dX = N[F(X_i) - F(X_{i+1})] \text{-----} [3-26].$$

$f(X)$: étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire χ^2 , dont la répartition a été étudiée par M^f Pearson, est définie par l'expression [3-27], qui dépend du nombre de degré de liberté λ , donné par la formule [4-40] ;

$$\chi^2 = \sum_1^K \frac{(n_i - v_i)^2}{v_i} \text{-----} [3-27].$$

$$\lambda = K - 1 - P \text{-----} [3-28].$$

Avec :

P : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition.

Donc :

$P=2$: Pour la loi de Gumbel-Fréchet et de Gauss. (\bar{p} Et σ).

$P=3$: Pour la loi de Gibrat-Galton. (\bar{P}, σ Et μ_3).

On recherche sur la table de M^f Pearson la probabilité de dépassement correspondant au nombre de degré de liberté donné par la formule n° [3-28].

Si cette probabilité est supérieure à **0,05**, l'ajustement est satisfaisant, sinon, il y a de fortes chances pour que l'ajustement soit mauvais, donc, il est conseillé de le rejeter.

II.3.6. Interprétation les résultats

$\chi^2_{calculée} = 3.524 < \chi^2_{théorique} = 5.991$: L'adéquation de la loi est vérifiée autrement dit l'ajustement est à considérer pour une probabilité **1-a = 95 %**.

A partir de cela, la loi de Gauss est acceptable pour représenter la distribution fréquentielle des précipitations moyennes annuelles de la station de pontéba **code (012225)**.

Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons mis en évidence les principales caractéristiques statistiques de la série pluviométrique, retenue comme représentative, de la zone de projet.

D'après le classement des sols et la classification de l'eau d'irrigation nous constatons que :

- **18%** des sols ont un excellent potentiel agronomique, ne nécessitant pas un aménagement.
- **34%** des sols ont un potentiel agronomique moyen, avec quelques travaux d'aménagement mineurs, tels que : l'épierrage, l'amendement organique et le labour profond.

-**48%** ont un potentiel agronomique faible, en plus de plusieurs contraintes existantes. Les travaux d'aménagement recommandés sont : labours profonds, lessivage et drainage par endroit.

Le sol est apte à l'irrigation dont les propriétés physiques : (structure, porosité et capacité de rétention en eau) peuvent être améliorées, en apportant des amendements organiques et chimiques.

Quant à l'eau d'irrigation, elle est classée **C3-S3**. Ces eaux peuvent poser des problèmes d'alcalinisation sur les sols à texture fine mais elles sont utilisables sur les sols à texture grossière ou les sols organiques ayant une bonne perméabilité. Pour éviter le problème de salinisation, un bon drainage du sol, est incontournable.

L'application du test d'homogénéité de Wilcoxon sur les séries pluviométriques moyennes annuelles des stations retenues, confirme l'homogénéité et la fiabilité de ces dernières.

Concernant l'ajustement de la série de pluies moyennes annuelles de la station de pontéba, il faut signaler que le test du Khi carré a montré une très mauvaise adéquation de loi de Gibrat-Galton. Pour cela, on a suggéré l'utilisation de l'ajustement des séries de pluies moyennes annuelles par la loi de Gauss, présentant une meilleure adéquation.

CHAPITRE III :
REGIME D'IRRIGATION DU
PERIMETRE

III.Introduction

Le présent chapitre, se propose de quantifier les besoins en eau des cultures sur la base des informations définies auparavant, conditionnant la conception de notre projet tels que les conditions climatiques, cultures envisageables, systèmes agronomiques, l'intensité culturale, potentialités des sols, l'eau disponible, fertilité des sols, pratique culturale et méthodes d'irrigations.

Toutefois, en raison d'une répartition défavorable des pluies et du caractère d'averses, le degré de satisfaction des plantes en raison sèche est très faible, il est évident que ce déficit en eau provoque des chutes considérables de rendement, d'où la nécessité de bien quantifier les besoins en eau des cultures envisagées dans le périmètre avant de passer à la conception du projet.

III.1. Les besoin en eau du périmètre

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

III.1.1. L'évapotranspiration potentielle ou de référence (ETp ou ET₀)

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

Donc pour mieux prédire l'évapotranspiration, on a introduit une valeur de référence que l'on définit comme étant le taux de l'évapotranspiration d'une surface du **Gazon vert**, ayant une hauteur uniforme de 8 à 15 cm, poussant activement, ombrant complètement le sol et ne manquant pas d'eau (Temzi, 2003).

III.1.2. L'évapotranspiration réelle ou de culture (ETR ou ETC)

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

Donc, c'est l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions : agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, donnée par l'expression (IV-1).

$$ET_{CLTURE} = K_C * ET_0 \text{ ----- (IV-1).}$$

Avec :

K_C : Représente le coefficient culturale, (voir **Tableau 05 l'Annexe II**).

Les besoins en eau des cultures nets, non négatifs "BEC", sont déterminés par la relation [IV-2]

$$BEC = ET_{culture} - (P_{eff.} + K * RFU) \text{-----} (IV-2).$$

Dans la quelle :

BEC : Besoins en eau des cultures nets en (mm).

P_{eff} : Pluies efficaces en (mm) .

III.1.3. Calcul de l'évapotranspiration potentielle ou de référence

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

- Méthodes des lysimètres.
- Méthodes des stations expérimentales.
- Méthodes directes de l'évaporation.
- Méthodes empiriques.

En ce qui concerne notre projet, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, est effectué à l'aide du logiciel appelé ; **CROPWAT** version **8.0**, selon la méthode empirique la plus appropriée de M^r Penman&Monteith modifiée.

III.1.3.1.Méthode de M^r Penman & Motheit modifiée

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

$$ET_0 = C * [W * Rn + (1 - W) * F(u) * (ea - ed)] \text{-----} (IV-3).$$

Où :

ET_0 : Représente l'évapotranspiration de référence, exprimées en mm/jour.

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

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

$F(u)$: Fonction liée au vent.

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

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

La différence ($ea - ed$) constitue le facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes (Temzi, 2003).

Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide du logiciel **CROPWAT 8.0**, fondé sur la méthode de M^r Penman & Monteith, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la **FAO** tenue à Rome en Mai **1990**.

Tableau III -3 : Evapotranspiration de référence de la zone de projet selon Penman&Monteith

The screenshot shows the 'ETo Penman-Monteith par mois - untitled' window. The input fields are: Pays: ALGERIE, Station: chlef, Altitude: 112 m, Latitude: 36.20 °N, Longitude: 13.00 °E. Below the inputs is a table with 8 columns: Mois, Temp Min (°C), Temp Max (°C), Humidité (%), Vent (m/s), Insolation (heures), Ray. (MJ/m²/jour), and ETo (mm/jour). The table lists monthly data from January to December, with a final row for the 'Moyenne' (Average).

Mois	Temp Min °C	Temp Max °C	Humidité %	Vent m/s	Insolation heures	Ray. MJ/m²/jour	ETo mm/jour
Janvier	5.1	15.7	83	1.6	10.1	13.4	1.25
Février	6.4	17.0	75	1.1	11.0	17.2	1.86
Mars	7.1	19.6	68	2.0	11.9	22.0	3.16
Avril	9.6	22.2	61	2.3	13.1	26.9	4.47
Mai	12.7	25.7	55	2.4	14.0	30.0	5.68
Juin	17.3	32.2	49	2.5	14.5	31.3	7.18
Juillet	20.5	37.2	45	3.2	14.3	30.6	8.70
Août	20.0	38.0	47	2.2	13.5	28.0	7.46
Septembre	17.9	32.4	56	1.9	12.4	23.6	5.43
Octobre	13.8	26.2	66	1.8	11.3	18.5	3.46
Novembre	9.1	20.1	75	1.9	10.3	14.2	1.98
Décembre	7.0	16.5	82	1.9	9.8	12.2	1.25
Moyenne	12.2	25.2	64	2.1	12.2	22.3	4.32

III.2. Traitement des données pluviométriques

Afin d'estimer le déficit des précipitations pour les besoins en eau d'irrigation, une analyse statistique a été faite (&Chapitre trois). Pour déterminer la fraction des pluies qui contribuent effectivement à couvrir les besoins en eau d'une culture, nous proposons quelques définitions des précipitations :

III.2.1. Précipitation moyenne mensuelle

Moyenne déterminée mathématiquement pour une série de relevés pluviométriques. Elle est utilisée pour le calcul des besoins eau des cultures lorsque nous voudrions représenter les conditions climatiques moyennes.

III.2.2. Précipitation en année humide, normale ou sèche

Une année humide, normale ou sèche est définie par la pluie ayant une probabilité de dépassement respective de : **20, 50 et 80%**. Les précipitations en année normale (**probabilité de 50%**) sont, d'une manière générale représentée par les précipitations moyennes.

III.2.3. Précipitation de projet :

La quantité de précipitations sur laquelle on peut compter **quatre années sur cinq**, correspond à **une probabilité de 80%** et représente une année "normale" sèche. La précipitation ayant une probabilité de dépassement de **80%** est utilisée dans le dimensionnement d'un réseau d'irrigation, appelé souvent précipitation de projet.

III.4.A. Calcul de la précipitation en année humide, normale ou sèche

Concernant notre projet, on s'est référé aux données de pluies de la station d'Oum Drou (**012225**), représentant la zone étude. Pour la détermination de la pluie des années : sèche, normale et humide, par un calcul de probabilités, (voir Chapitre trois). L'expression [6-4], nous a permis la détermination des valeurs mensuelles pour les années : sèche **80%**, normale **50%** et humide **20%**.

$$P_{iP\%} = P_{iMoy} * \frac{P_{P\%}}{P_{Moy}} \text{-----} [4-4].$$

Dans la quelle :

$P_{iP\%}$: Pluie mensuelle de l'année de probabilité de dépassement de P%, du mois i, en (mm).

P_{iMoy} : Pluie moyenne mensuelle du mois i, en (mm).

$P_{P\%}$: Pluie annuelle à une probabilité de dépassement de P%, en (mm).

P_{Moy} : Pluie moyenne annuelle en (mm)

Les valeurs annuelles correspondantes aux probabilités de dépassements de : **80%, 50%** et **20%** sont :

P80% = 289,34 mm.

P50% = 375,46 mm.

P20% = 461,57 mm.

D'après le tableau de la répartition de la pluie totale annuelle et mensuelle, pour la période allant de **1992** au **2018**.

III.4.B. Calcul de la pluie efficace

Pour tenir compte des pertes, le programme **Cropwat 8.0**, nous permettra de calculer la précipitation efficace, définie comme étant la fraction des précipitations contribuant effectivement à la satisfaction des besoins de l'évapotranspiration de la culture après déduction des pertes par ruissellement de surface, par percolation en profondeur, etc.

Il est difficile d'évaluer les pluies efficaces sans avoir recours à des mesures effectuées pendant de longues périodes, en différents endroits (utilisation de la méthode du lisimètre).

Par conséquent, en l'absence de telles données, nous utiliseront couramment des méthodes expérimentales, cas de la méthode proposée et recommandée par le United States Department of Agriculture- Soil Conservation Service. (**U.S.D.A-S.C.S**), basée sur les formules .

Tableau III -5 : Précipitations efficaces dans la zone de projet **CROPWAT 8.0**.

Fich. du climat : BP31			
Pays : ALGERIE. Station climatique : CHLEF (19ans)			
Mois	ET _o	P80%	Pluie eff.
	mm/jour	mm/mois	mm/mois
Janvier	1.42	40.64	42,4
Février	1.86	36.93	38,5
Mars	2.67	25.85	26,9
Avril	4.22	33.9	35,3
Mai	5.63	21.96	22,9
Juin	6.92	5.55	5,7
Juillet	7.85	0.49	0,5
Août	7.20	2.82	2,95
Septembre	5.23	14.74	15,4
Octobre	3.02	25.85	26,7
Novembre	1.85	45.98	48
Décembre	1.77	34.85	36,3
Totaux.	4.14	289.6	274.3

Précipitation efficace selon la méthode d'USDA-SCS.

III.5. La réserve utile (RU) et la réserve facilement utilisable (RFU)

III-5-1. La réserve utile (RU)

C'est La fraction de l'humidité accumulée par le sol en hiver. Autrement dit C'est la quantité d'eau contenue dans la tranche de sol explorée par les racines, entre le point de ressuyage (He) et le point de flétrissement (Pf)

III-5-2. La réserve facilement utilisable (RFU)

C'est la quantité d'eau égale à 1/2 ou 2/3 de la RU

Le calcul de la RFU se fait comme suit :

$$*RFU = (hcc-hpf)/100 *y*Z*da$$

Telle que :

- Y : degré de tarissement (généralement $y=2/3$)
- Da : densité apparente du sol (1.35).
- Z : profondeur de la couche de terre parcourue par les racines, en mm.
- 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%)

RQ : Les valeurs de Hcc et Hpf sont choisis selon le tableau (voir Annexe)

III.5.3. Efficience de l'irrigation

Les besoins bruts du périmètre, dépendent de l'efficacité de l'irrigation, c'est à dire des pertes d'eau qui se produisent à partir du point du captage, jusqu'à la satisfaction des besoins du rapport plante/sol. L'efficacité d'un réseau 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 ce réseau.

La différence entre les deux volumes indique les pertes, qui évidemment devront être les plus limitées, afin d'éviter le gaspillage plus particulièrement, si les ressources en eau s'avéraient rares.

La formule communément employée pour l'estimation de l'efficacité d'un réseau d'irrigation, est donnée par l'expression [4-7] :

$$E_i = E_t * E_a \text{ ----- [4-7].}$$

Avec :

E_i : Efficacité d'irrigation en %.

E_t : Efficacité de transport en %.

E_a : Efficacité d'application de l'eau (Agronomique) en %.

Certains auteurs font une distinction ultérieure, tel que la formule [6-7] :

$$E_a = E_d * E_u \text{ ----- [4-7].}$$

Dans la quelle :

E_d : Efficacité de type de distribution en %.

E_u : Efficacité de l'uniformité de la distribution en %.

La thématique développée ci-après se base sur la formule [6-7] :

$$E_i = E_t * E_d * E_u \text{ ----- [4-7]}. \quad [6-7]$$

III.5.4.A. Efficacité de transport E_t :

On entend par transport, le trajet parcouru par l'eau du point de prélèvement (barrages, réservoirs, puits, etc...), au point de livraison à la parcelle (borne ou prise), qui peuvent être de nature diverses et avoir une incidence plus ou moins forte en fonction des caractéristiques de l'adduction (Temzi, 2003).

III.5.4.B. Efficacité de distribution E_d :

L'efficacité de la distribution de l'eau à la parcelle, varie très sensiblement en fonction des modalités de la desserte adoptée, qui peuvent se grouper en cinq grandes catégories :

*Irrigation par submersion.

*Irrigation par ruissellement.

*Irrigation par aspersion.

*Irrigation localisée.

*Irrigation souterraine.

III.5.4. C. Efficacité de l'uniformité E_u :

Elle est indépendamment liée à la méthode de distribution adoptée. C'est la livraison égale, par une quantité d'eau optimale en tout point de la superficie irriguée, ce qui se produit très rarement. Pour assurer une bonne répartition, il faudra apporter un volume supérieur, dont l'excédent par rapport à la quantité nécessaire, se traduit par une perte.

L'évaluation exacte des pertes (efficacité d'un réseau d'irrigation) est très difficile et même presque impossible, suite des multiples variables qui interviennent dans ces conditions.

En se basant sur le mode d'irrigation et les cultures envisagées, il est possible d'avoir en moyenne, les degrés d'efficacité suivants :

*Céréales, Luzernes, Vesce-avoines et Pommes de terre $\approx 0,75$

*Cultures Maraîchers $\approx 0,80$

*Agrumes, Arbres fruitiers et Vignes $\approx 0,85$

*Plasticultures. $\approx 0,85$

III.6. Les cultures envisageables

nous étudierons l'évolution de la répartition culturale après mise en évidence de la situation actuelle, ensuite nous procéderons à la proposition à envisager et à projeter dans le cadre du périmètre étudié.

Les superficies du périmètre sont occupées actuellement par :

- ❖ les maraîchages en plein champ et les fourragères en sec, les céréales et jachère sont abondants sur les superficies des zones homogènes ((01), (06)).
- ❖ L'arboriculture (Olivier, Arbre fruitier divers, Agrumes) sera maintenue sur les superficies de la zone homogène (06). **D'après ONID –Chlef.**

Le passage à la situation projetée permettra l'augmentation des superficies occupées par les cultures rémunératrices (avantageuses) tels que :

- ❖ le maraîchage en plein champ et sous serre, ainsi que l'arboriculture fruitière, avec tendance vers les arbres à entrer rapide en production.
- ❖ Les cultures fourragères en vert, sont développées afin de redynamiser la production laitière.
- ❖ Les céréales par contre, seront maintenues avec des superficies très réduites par rapport à celles rencontrées actuellement ; elles seront cultivées pour des raisons purement agronomiques.

Cependant la gamme des cultures envisageables pour la future est la suivante :

Tableau III.12 : Occupation de sol en fonction des cultures

CULTURES		surface	pourcentage
Céréaliculture + Fourragères	Bersim	176	32
	Vesce- Avoine/ Pois-Av.		
	Blé dur		
MARAICHAGE SOUS SERRE	HARICOT D'HIVER	40	5
	COURGETTE D'AUTOMNE		
	POIVRON/ PIMENT		
	TOMATE D'HIVER		
	CONCOMBRE		
MARAICHAGE PLEIN CHAMP	Carotte	208	26
	Chou vert		
	Haricot vert		
	Oignon sec		
	Petit pois		
	Poivron / piment		
	P. de terre primeur		
	P. de terre arr. saison		
	Pastèque		
	Melon		
	Tomate		
Vigne	Vigne de table	120	15
arboricoles	Agrumes	256	32
	Poirier/ Pommier		
	Pêcher/ Prunier		
Total		800	100%

III.6.1. Calendrier d'occupation des sols

La répartition d'occupation des sols, relative aux cycles culturaux retenus pour le projet, est insérée dans le calendrier suivant :

Tableau IV -1 : calendrier d'occupation des sols

CULTURES	MOIS													
	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avri	Mai	Jui	Juill		
CEREALE														
Blé dur			[Orange bar from Oct to Jul]											
MARAICHAGE PLEIN CHAMP														
Carotte			[Light blue bar from Oct to Mar]											
Chou vert		[Purple bar from Sep to Dec]												
Haricot vert	[Green bar from Aug to Sep]								[Green bar from Apr to Jul]					
Oignon sec	[Red bar from Aug to Sep]							[Red bar from Mar to Jul]						
Petit pois						[Black bar from Jan to Apr]								
Poivron / piment	[Light blue bar from Aug to Sep]									[Black bar from May to Jul]				
P. de terre primeur				[Purple bar from Nov to Feb]										
P. de terre arr. saison	[Yellow bar from Aug to Dec]													
Pastèque	[Green bar from Aug to Sep]								[Light blue bar from Apr to Jul]					
Melon	[Light blue bar from Aug to Sep]								[Dark blue bar from Apr to Jul]					
Tomate	[Dark blue bar from Aug to Sep]									[Dark brown bar from May to Jul]				
CULTURES FOURRAGERES														
Bersim			[Orange bar from Oct to Jul]											
Vesce- Avoine/ Pois-Av.				[Light green bar from Nov to Apr]										
CULTURES ARBORICOLES														
Agrumes	[Dark blue bar from Aug to Jul]													
Poirier/ Pommier	[Red bar from Aug to Jul]													
Pêcher/ Prunier	[Grey bar from Aug to Jul]													
Vigne de table	[Light blue bar from Aug to Dec]													

Source : Extraire du Bulletin FAO 1983

III.6.2. Identification des principaux types d'assolement

. Les différents systèmes de combinaisons d'assolement pourront être utilisés, notamment :

Assolement 1 : Purement maraîcher plein champ- Application à la parcelle des superficies $S \leq 3ha$.

Soles	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	
3ha	Melon			Pomme de terre primeur					Pastèque				
	Past.		Carotte										
	Tomate				Petit pois								
	Chou vert						Oignon sec						
	Oign.		Pomme de terre primeur					Melon					

Assolement 2 : Association de Maraîcher avec l'arboriculture ou la vigne- à la parcelle des superficies $S=3,5$ a $7,5$ ha.

Soles	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	
3,5 a 7,5 ha	Melon			Pomme de terre primeur					Haricot vert				
	H.vert.		Carotte								Poivron		
	Poivron				Petit pois								
	Tomate				Pastèque								
	Pomme de terre arr. saison						Melon						

Assolement 3 : Purement maraîcher (sous serre) -, application à la parcelle des superficies $S=3ha$.

Soles	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.
Les serre						Haricot						
						Tomate						
		Courgette				Poivron						
						Concombre						

Assolement 4 : Céréales et fourrages – application à la parcelle des superficies $S \geq 20ha$

Soles	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.
$S \geq 20ha$			Bersim									
				Vesce-Avoine								
			Blé									

III.7. Besoins nets en eau suivant le calendrier cultural :

L'appréciation des besoins nets en eau des cultures, nécessite la connaissance des divers paramètres qui définit auparavant par conséquent :

Le calcul des besoins en eau nets par : **culture** et **modèle** sont détaillés dans l'annexe III. Afin de rendre aisé la lecture et l'exploitation des résultats calculés, les besoins en eau d'irrigation des cultures envisageables pour le **secteur 04 –réseau E périmètre Moyen Chélif**, sont reportés dans le tableau 4-6.

III.7.1. Besoins nets en eau suivant le calendrier cultural :

L'appréciation des besoins nets en eau des cultures, nécessite la connaissance des divers paramètres qui définit auparavant par conséquent :

Les besoins en eau d'irrigation des cultures envisageables pour le **secteur 04 du périmètre Moyen Chélif**, sont détaillés comme suit :

Tableau III-1 : besoins en eau de pomme de terre

Culture /pomme de terre										
Mois	Pmoy (mm)	P80%	Peff	ETP	Z	RFU_	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
		(mm)	(mm)	(mm/mois)	(m)	THEO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	0	0	0	0	0	00
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0	0	0	0	0	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	0,4	39,6	13,2	1.1	65.186	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	0,6	59,4	19,8	0.75	29.12	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0,6	59,4	59,4	0.75	29.08	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0,6	59,4	59,4	1.1	57.38	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	0,6	59,4	59,4	1.1	107.69	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	0	0	0	0	0	0
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	0	0	0	0	0	0
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0	0	0	0	0	0
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	0	0	0	0	0	0
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	0	0	0	0	0	0

Tableau III-2 : besoins en eau de la pastèque

Culture /pastèque										
Mois	Pmoy (mm)	P80% (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	1,2	118,8	0	0,85	138,482	123,082
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23		0	0		0	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26		0	0		0	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83		0	0		0	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77		0	0		0	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16		0	0		0	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9		0	0		0	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	0,7	69,3	23,1	0,5	67,105	8,705
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	0,8	79,2	26,4	0,75	132,105	82,805
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0,9	89,1	0	1,05	226,254	220,554
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	1,1	108,9	0	0,9	242,73	242,23
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	1,2	118,8	0	0,7	161,91	158,96

Tableau III-3 : besoins en eau de la carotte

Culture/ Carotte										
Mois	Pmoy (mm)	P80% (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	0	0	0	0	0	0
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0,3	29,7	9,9	0,3	32,169	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	0,4	39,6	13,2	0,4	23,704	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	0,5	49,5	16,5	0,5	19,415	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0,7	69,3	69,3	0,7	27,139	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0,7	69,3	69,3	0,7	36,512	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	0,7	69,3	69,3	0,7	68,53	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	0	0	0	0	0	0
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	0	0	0	0	0	0
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0	0	0	0	0	0
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	0	0	0	0	0	0
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	0	0	0	0	0	0

Tableau III-4 : besoins en eau de la tomate

Culture/tomate										
Mois	Pmoy (mm)	P80%	Peff	ETP	Z	RFU_	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
		(mm)	(mm)	(mm/mois)	(m)	THEO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	1,2	118,8	0	0,85	138,482	123,082
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0	0	0		0	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	0	0	0		0	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	0	0	0		0	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0	0	0		0	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0	0	0		0	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	0	0	0		0	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	0	0	0		0	0
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	0,7	69,3	23,1	0,5	88,07	42,07
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0,9	89,1	0	0,85	183,158	177,458
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	1,2	118,8	0	1	269,7	269,2
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	1,2	118,8	0	1,15	265,995	263,045

Tableau III-5 : besoins en eau des petit pois

Culture/petit pois										
Mois	Pmoy (mm)	P80 %	Peff	ETP	Z	RFU_	RFU_REE L	KC	ETM	B(mm)
		(mm)	(mm)	(mm/mois)	(m)	THEO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	0	0	0		0	0
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0	0	0		0	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	0	0	0		0	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	0	0	0		0	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0,4	39,6	39,6	0,5	19,385	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0,7	69,3	69,3	0,8	41,728	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	0,7	69,3	69,3	1	97,9	1,7
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	0,7	69,3	23,1	0,95	127,4995	69,0995
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	0,7	69,3	23,1	0,5	88,07	42,07
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0	0	0		0	0
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	0	0	0		0	0
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	0	0	0		0	0

Tableau III-6 : besoins en eau du chou vert

Culture/chou vert										
Mois	Pmoy (mm)	P80 %	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_	RFU_RE EL	KC	ETM	B(mm)
		(mm)				THE O				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	0,7	69,3	0	0,5	81,46	66,06
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0,9	89,1	29,7	0,85	91,145 5	34,7455
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	1,2	118,8	39,6	1,15	68,149	-19,451
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	1,2	118,8	39,6	0,85	33,005 5	- 42,8945
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0	0	0	0	0	-42,4
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0	0	0	0	0	-38,5
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	0	0	0	0	0	-26,9
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	0	0	0	0	0	-35,3
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	0	0	0	0	0	-22,9
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0	0	0	0	0	-5,7
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	0	0	0		0	-0,5
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	0	0	0		0	-2,95

Tableau III -7: besoins en eau de l'oignon sec

Culture/oignon sec										
Mois	Pmoy (mm)	P80%	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
		(mm)				THEO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	0	0	0	0	0	0
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0	0	0	0	0	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	0	0	0	0	0	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	0	0	0	0	0	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0	0	0	0	0	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0	0	0	0	0	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	0,4	39,6	39,6	0,5	48,95	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	0,4	39,6	13,2	0,75	100,6575	52,1575
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	0,4	39,6	13,2	1	176,14	140,04
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0,4	39,6	0	0,95	204,706	199,006
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	0,4	39,6	0	0,8	215,76	215,26
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	0,4	39,6	0	0,85	196,605	193,655

Tableau III-8 : besoins en eau du melon

Culture/melon										
Mois	Pmoy (mm)	P80 %	Peff	ETP	Z	RFU_	RFU_REE L	KC	ETM	B(mm)
		(mm)	(mm)	(mm/mois)	(m)	THEO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	1,5	148,5	0	0,85	138,482	123,082
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0	0	0		0	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	0	0	0		0	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	0	0	0		0	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0	0	0		0	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0	0	0		0	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	0	0	0		0	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	1	99	33	0,5	67,105	0
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	1,25	123,75	41,25	0,75	132,105	67,955
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	1,3	128,7	0	1,05	226,254	220,554
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	1,5	148,5	0	0,9	242,73	242,23
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	1,5	148,5	0	0,7	161,91	158,96

Tableau III-9 : besoins en eau des haricots vert

Culture/haricot vert										
Mois	Pmoy (mm)	P80%	Peff	ETP	Z	RFU_	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
		(mm)	(mm)	(mm/mois)	(m)	THEO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	0,7	69,3	0	0,85	138,482	123,082
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0	0	0	0	0	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	0	0	0	0	0	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	0	0	0	0	0	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0	0	0	0	0	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0	0	0	0	0	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	0	0	0	0	0	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	0,5	49,5	16,5	0,4	53,684	1,884
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	0,5	49,5	16,5	0,5	88,07	48,67
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0,6	59,4	0	0,65	140,062	134,362
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	0,7	69,3	0	0,95	256,215	255,715
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	0,7	69,3	0	0,9	208,17	205,22

Culture/courgette										
Mois	Pmoy (mm)	P80%	Peff	ETP	Z	RFU_	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
		(mm)	(mm)	(mm/mois)	(m)	THEO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	0,4	39,6	0	0,5	81,46	66,06
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0,5	49,5	16,5	0,75	80,4225	37,2225
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	0,6	59,4	19,8	0,85	50,371	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	0	0	0	0	0	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0	0	0	0	0	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0	0	0	0	0	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	0	0	0	0	0	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	0	0	0	0	0	0
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	0	0	0	0	0	0
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0	0	0	0	0	0
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	0	0	0	0	0	0
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	0	0	0	0	0	0

Tableau III-10 : besoins en eau de la courgette

Tableau III-11 : besoins en eau des poivrons –piments

Culture/poivron-piment										
Mois	Pmoy (mm)	P80%	Peff	ETP	Z	RFU_	RFU_REEL	K C	ETM	B(m m)
		(mm)	(mm)	(mm/mois)	(m)	THEO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	0,6	59,4	0	0,9	146,628	131,228
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0	0	0	0	0	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	0	0	0	0	0	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	0	0	0	0	0	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0	0	0	0	0	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0	0	0	0	0	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	0	0	0	0	0	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	0	0	0	0	0	0
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	0,4	39,6	13,2	0,4	70,456	34,356
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0,4	39,6	0	0,7	150,836	145,136
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	0,5	49,5	0	1	269,7	269,2
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	0,6	59,4	0	0,9	208,17	205,22

Culture/concombre										
Mois	Pmoy (mm)	P80%	Peff	ETP	Z	RFU_	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
		(mm)	(mm)	(mm/mois)	(m)	THEO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	0	0	0	0	0	0
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0	0	0	0	0	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	0	0	0	0	0	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	0	0	0	0	0	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0,7	69,3	69,3	0,38	14,7326	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0,8	79,2	79,2	0,57	29,7312	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	0,9	89,1	89,1	0,7	68,53	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	1,2	118,8	39,6	0,85	114,0785	0
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	1,2	118,8	39,6	0,85	149,719	0
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0	0	0	0	0	0
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	0	0	0	0	0	0
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	0	0	0	0	0	0

Tableau III-12 : besoins en eau du concombre

Tableau III-13: besoins en eau du blé

Culture/blé										
Mois	Pmoy (mm)	P80%	Peff	ETP	Z	RFU_	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
		(mm)	(mm)	(mm/mois)	(m)	THEO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	0	0	0	0	0	0
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0	0	0	0	0	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	0,3	29,7	9,9	0,4	23,704	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	0,5	49,5	16,5	0,75	29,1225	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0,5	49,5	49,5	0,85	32,9545	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0,5	49,5	49,5	1,05	54,768	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	0,6	59,4	59,4	0,7	68,53	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	0,6	59,4	19,8	0,5	67,105	12,005
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	0,6	59,4	19,8	0,4	70,456	27,756
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0,6	59,4	0	0,2	43,096	37,396
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	0	0	0	0	0	0
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	0	0	0	0	0	0

Culture/bersim										
Mois	Pmoy (mm)	P80%	Peff	ETP	Z	RFU_	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
		(mm)	(mm)	(mm/mois)	(m)	THEO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	0	0	0	0	0	0
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0	0	0	0	0	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	0,4	39,6	13,2	0,95	56,297	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	0,4	39,6	13,2	0,94	36,5002	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0,5	49,5	49,5	0,9	34,893	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0,7	69,3	69,3	0,95	49,552	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	0,8	79,2	79,2	1	97,9	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	0,8	79,2	26,4	0,76	101,9996	40,2996
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	0,8	79,2	26,4	0,92	162,0488	112,7488
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0	0	0	0	0	0
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	0	0	0	0	0	0
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	0	0	0	0	0	0

Tableau III-14 : besoins en eau de vesce avoine

Culture/vesce avoine										
Mois	Pmoy (mm)	P80 %	Peff	ETP	Z	RFU_	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
		(mm)	(mm)	(mm/mois)	(m)	THEO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	0	0	0	0	0	0
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0	0	0	0	0	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	0,3	29,7	9,9	0,4	23,704	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	0,5	49,5	16,5	0,7	27,181	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0,5	49,5	49,5	0,85	32,9545	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0,6	59,4	59,4	0,95	49,552	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	0,6	59,4	59,4	1,05	102,795	16,495
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	0,6	59,4	19,8	1	134,21	79,11
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	0,6	59,4	19,8	0,8	140,912	98,212
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0,6	59,4	0	0,45	96,966	91,266
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	0,6	59,4	0	0	0	0
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	0	0	0	0	0	0

Tableau III-15 : besoins en eau du bersim

Culture/pommier										
Mois	Pmoy (mm)	P80 %	Peff	ETP	Z	RFU	RFU_REE L	KC	ETM	B(mm)
		(mm)	(mm)	(mm/mois)	(m)	THEO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	1,5	148,5	0	0,7	114,044	98,644
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	1,5	148,5	49,5	0,7	75,061	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	1,5	148,5	49,5	0,7	41,482	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	1,5	148,5	49,5	0,7	27,181	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	1,5	148,5	148,5	0,7	27,139	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	1,5	148,5	148,5	0,7	36,512	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	1,5	148,5	148,5	0,8	78,32	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	1,5	148,5	49,5	0,85	114,0785	29,2785
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	1,5	148,5	49,5	0,85	149,719	77,319
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	1,5	148,5	0	0,7	150,836	145,13
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	1,5	148,5	0	0,7	188,79	188,29
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	1,5	148,5	0	0,7	161,91	158,96

Tableau III-16 : besoins en eau du pommier

Culture/pêché										
Mois	Pmoy (mm)	P80%	Peff	ETP	Z	RFU_	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)
		(mm)	(mm)	(mm/mois)	(m)	THEO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	1,5	148,5	0	0,55	89,606	74,206
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	1,5	148,5	49,5	0,55	58,9765	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	1,5	148,5	49,5	0,55	32,593	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	1,5	148,5	49,5	0,75	29,1225	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	1,5	148,5	148,5	0,75	29,0775	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	1,5	148,5	148,5	0,75	39,12	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	1,5	148,5	148,5	0,75	73,425	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	1,5	148,5	49,5	0,55	73,8155	0
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	1,5	148,5	49,5	0,55	96,877	24,477
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	1,5	148,5	0	0,55	118,514	112,814
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	1,5	148,5	0	0,55	148,335	147,835
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	1,5	148,5	0	0,55	127,215	124,265

Tableau III-17 : besoins en eau du pêchier

Culture/vigne										
Mois	Pmoy (mm)	P80 %	Peff	ETP	Z	RFU_	RFU_REE L	KC	ETM	B(mm)
		(mm)	(mm)	(mm/mois)	(m)	THE O				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	1	99	0	0,2	32,584	17,184
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	1	99	33	0,25	26,8075	0
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	1,25	123,75	41,25	0,3	17,778	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	1,3	128,7	42,9	0,5	19,415	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	1,4	138,6	138,6	0,7	27,139	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	1,5	148,5	148,5	0,8	41,728	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	1,5	148,5	148,5	0,8	78,32	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	1,5	148,5	49,5	0,75	100,6575	15,8575
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	1,5	148,5	49,5	0,65	114,491	42,091
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	2	198	0	0,5	107,74	102,04
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	2	198	0	0,35	94,395	93,895
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	2	198	0	0,2	46,26	43,31

Tableau III-18 : besoins en eau des vignes .

Culture/agrumes										
Mois	Pmoy (mm)	P80 %	Peff	ETP	Z	RFU_	RFU_R EEL	K C	ETM	B(m m)
		(m m)	(m m)	(mm/mois)	(m)	TH EO				
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	1,2	118,8	0	0,64	104,2688	88,8688
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	1,2	118,8	39,6	0,66	70,7718	4,4718
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	1,2	118,8	39,6	0,55	32,593	0
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	1,3	128,7	42,9	0,7	27,181	0
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	1,3	128,7	128,7	0,71	27,5267	0
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	1,3	128,7	128,7	0,72	37,5552	0
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	1,4	138,6	138,6	0,72	70,488	0
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	1,4	138,6	46,2	0,78	104,6838	23,1838
Mai	28,66	21,9	22,9	176,14	1,5	148,5	49,5	0,6	114,491	42,091

		6						5		
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	1,5	148,5	0	0,57	122,8236	117,1236
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	1,5	148,5	0	0,66	178,002	177,502
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	1,5	148,5	0	0,65	150,345	147,395

Tableau III-19 : besoins en eau des agrumes

Culture/haricot hiver											
Mois	Pmoy (mm)	P80% (mm)	Peff (mm)	ETP (mm/mois)	Z (m)	RFU_ THEO	RFU_REEL	KC	ETM	B(mm)	
Septembre	19,26	14,74	15,4	162,92	0	0	0	0	0	0	
Octobre	33,39	25,85	26,7	107,23	0	0	0	0	0	0	
Novembre	60,01	45,98	48	59,26	0	0	0	0	0	0	
Décembre	45,48	34,85	36,3	38,83	0	0	0	0	0	0	
Janvier	53,03	40,64	42,4	38,77	0,5	49,5	49,5	0,5	19,385	0	
Février	48,185	36,93	38,5	52,16	0,7	69,3	69,3	0,65	33,904	0	
Mars	33,73	25,85	26,9	97,9	1,05	103,95	103,95	0,95	93,005	0	
Avril	44,22	33,9	35,3	134,21	0,7	69,3	23,1	0,9	120,789	62,389	
Mai	28,66	21,96	22,9	176,14	0,3	29,7	9,9	0,85	149,719	116,919	
Juin	7,24	5,55	5,7	215,48	0	0	0	0	0	0	
Juillet	0,64	0,49	0,5	269,7	0	0	0	0	0	0	
Août	3,69	2,82	2,95	231,3	0	0	0	0	0	0	

Tableau III-20 : besoins en eau des haricots en hiver.

III.7.2. Calcul du débit spécifique :

Les débits spécifiques sont définis d'après les besoins en eau de chaque culture évaluée 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.

$$q_s = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * E_i} \text{ l/s/ha} \quad (0.13)$$

Bnet : besoin net du mois de pointe en mm/mois.

Ni : nombre des heures d'irrigation=24h

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

Ei : Efficience d'irrigation=75%

On calcule les besoins en eau pour l'assolement le plus exigeant (Assolement II)

D'où les besoins de pointe correspondent au mois d'Aout,

Bnet = 1278.5mm/mois.

→ $q_s = 6.57 \text{ l/s/ha} > 1.5 \text{ l/s/ha}$

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5. On prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante (Tomate) pour le mois de pointe.

Bnet = 260.86 mm/mois.

→ Donc le débit spécifique pris en considération pour notre périmètre est de :

→ $q_s = 1.38 \text{ l/s/ha}$

III.7.3. Evaluation du débit caractéristique :

Le calcul du débit caractéristique 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 :

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

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

S : la superficie nette à irriguer = 800 ha

→ $Q_{car} = q_s \cdot S = 1.38 * 800 = 1104 \text{ l/s}$

III.8. Besoins nets en eau suivant le calendrier cultural :

L'appréciation des besoins nets en eau des cultures, nécessite la connaissance des divers paramètres qui définit auparavant par conséquent :

Le calcul des besoins en eau nets par : culture et modèle sont détaillés dans l'annexe III. Afin de rendre aisé la lecture et l'exploitation des résultats calculés, les besoins en eau d'irrigation des cultures envisageables pour le secteur 05 –réseau E périmètre Moyen Chélif, sont reportés dans le tableau IV-6.

Tableau III -3 : Besoins en eau d'irrigation du périmètre de BSAKRA.

CULTURES	Superficie en ha	Besoins nets mm/ha	Besoins nets m ³ /ha	Besoins nets Totaux mm	Efficienc e %	Besoins bruts m ³ /ha	Besoins bruts Totaux m ³
MARAICHAGES PLEIN CHAMPS :							
Pomme de terre primeur	51.344	00	0	0	0.75	0	0
Pomme de terre .ar. saison	23.264	60.374	603.74	1404.540736	0.75	1872.720981	43566.9809
Pastèque	25.672	836.336	8363.36	21470.41779	0.8	26838.02224	688985.7069
Carotte	25.672	00	0	0	0.8	0	0
Tomate	25.672	874.855	8748.55	22459.27756	0.8	28074.09695	720718.2169
Petits pois	25.672	112.8695	1128.695	2897.585804	0.8	3621.982255	92983.52845
Chou vert	2.408	100.8055	1008.055	242.739644	0.8	303.424555	730.6463284
Oignon sec	2.408	800.1185	8001.185	1926.685348	0.8	2408.356685	5799.322897
Melon	25.672	689.699	6896.99	17705.95273	0.8	22132.44091	568184.023
Haricot vert	23.264	768.93	7689.3	17888.38752	0.8	22360.4844	520194.3091
MARAICHAGES SOUS SERRE :							
Haricot	4.0136		7689.33	3086.189489	0.85	3630.811164	14572.62369
Tomate	4.0136		8748.55	3511.318028	0.85	4130.962386	16580.03063
Courgette	4.0136	768.933	1032.825	414.534642	0.85	487.6878141	1957.383811
Poivron/piment	4.0136	874.855	7851.4	3151.237904	0.85	3707.338711	14879.77465
Concombre	4.0136	103.2825	0	0	0.85	0	0
CULTURES FOURRAGERES :							
Blé		00					0
Vesce avoine	85.008		771.57	6558.962256	0.75	8745.283008	743419.0179
Bersim	42.152		2850.83	12016.81862	0.75	16022.42483	675377.2514
CULTURES ARBORICOLES :							
	43.44	77.157	1530.484	6648.422496	0.75	8864.563328	385076.631
Pommier	64.512	285.083	153.0484	6976.2	0.85	52946.89581	3415710.142
Pêcher	70.384		4836	34037.7024	0.85	40044.35576	2818481.936
Vigne	115.068	697.62	3143.7	36173.92716	0.85	42557.56136	4897013.471
Agrume	128.32	483.6	6006.3	77072.8416	0.85	90673.93129	11635278.86
TOTAUX m³	800	600.63	93877.064	313672 ,40		379423,34	27259509.86
		9387.7064					

Conclusion

Dans le but d'éviter le sur dimensionnement ou le sous dimensionnement de notre réseau d'irrigation, nous procéderons à l'étude des besoins en eau des cultures qui permettra la conception d'un réseau économique ; ce qui permettra de proposer et concevoir un aménagement hydro-agricole optimale du périmètre étudié qui fera l'objet du chapitre suivant.

Doc, il faudra prévoir une disponibilité annuelle brute d'environ **27,25 hm³** d'eau d'irrigation qui sera assurés à partir des transferts du barrage de dérivation de Pontéba qui fournit un volume total de **55 hm³/an** d'après l'ONID ainsi permettra aux agriculteurs de permuter et de diversifier leur plan de cultures, tout en garantissant leur besoin en eau d'irrigation, avec une marge de sécurité satisfaisante

CHAPITRE IV:
RESEAU DE DISTRIBUTION
COLLECTIF D'IRRIGATION SOUS
PRESSION & SYSTEME DE POMPAGE

IV.1.Introduction

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

Le présent chapitre se divise en deux parties dont la première est basée sur la mise au point de la méthodologie d'optimisation du réseau de distribution d'irrigation sous pression et la deuxième partie concerne le système de pompage présentée ci-après

IV.2. Description et choix de la variante

La variante d'adduction retenue pour l'aménagement hydro-agricole de BSAKRA est recommandée par l'association des bureaux d'études SARLAL BAHJA, et confirmé par l'Office National d'Irrigation et de Drainage **O.N.I.D**, laquelle je l'approuve de mon côté, car elle répond aux conditions hydrauliques de desserte du périmètre d'irrigation étudiée en présentant une meilleure gestion, exploitation, et facilite l'étude et la réalisation du projet.

Le secteur 04 de réseau E qui est située à BSAKRA, schématisée par la figure IV.1, est irrigué en gravitaire à partir de barrages de dérivation de ponteba. Qui fournit un volume total de **55 hm³/an**, ce qui assurera un volume annuel nécessaire d'eau d'irrigation pour une période garantie de 9 à 10 ans, Jusqu'à la station de pompage (**SPE**) projeté à la côte **128NGA** située à proximité immédiate du réservoir rectangulaire **RSPE** en remblai et semi enterré de capacité de **18 000 m³** à la cote de **127.60 m**, sur la rive gauche de l'oued Chélif d'où l'eau sera prélevée et ensuite refoulée dans le réservoir **RE** de capacité de **20 000 m³** à la cote **164 m** située au point haut de l'agglomération de GLAFTIA. Le Schéma d'adduction retenue pour l'aménagement est présenté dans la figure IV-1.

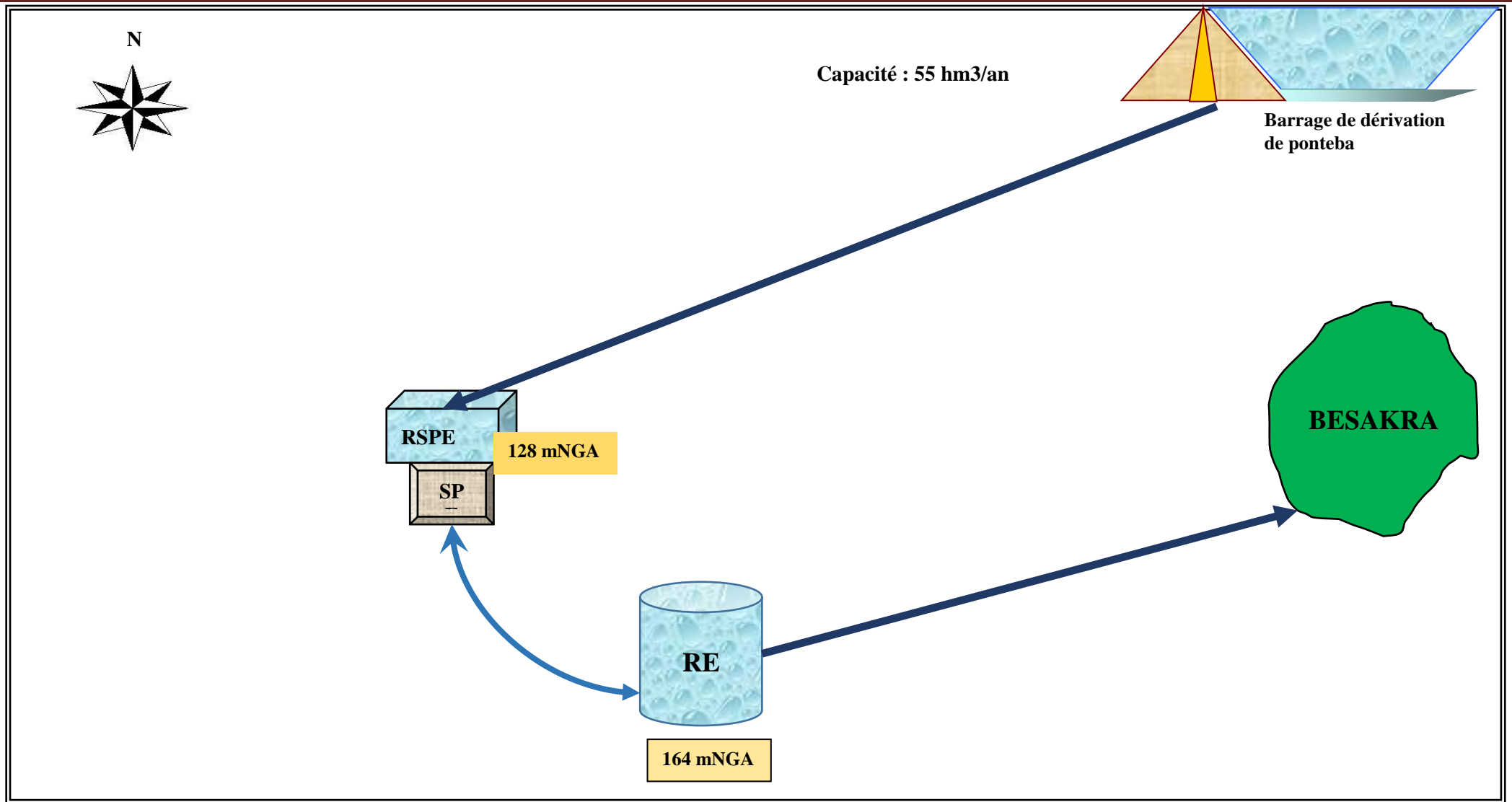


Fig. IV .1 : schéma du réseau de distribution de secteur 4 de Bsakra

IV.3. Plan de bornage

Les conditions d'accès à la prise d'irrigation par les irrigants, sont matérialisées sur le plan de bornage, appelé plan d'implantation des différentes bornes du réseau.

Ce dernier, est le résultat d'un compromis entre l'intérêt des utilisateurs qui souhaiteraient disposer d'une borne, idéalement situé par rapport à leur îlot d'exploitation et celui, du concepteur qui cherche à en limiter le nombre, de manière à diminuer le coût du réseau collectif.

Afin d'éviter les pertes de charge trop considérables dans le matériel mobile, le rayon d'action de chaque prise est souvent limité à environ 200m pour les petits îlots, à 500m pour les grands îlots.

Le regroupement des parcelles sur une même borne est basé sur le découpage des exploitations.

Afin de desservir plusieurs îlots (04 ou 06 au maximum) à partir de la même borne, cette dernière doit être implantée à la limite des petites exploitations. Cependant, pour les grandes exploitations, la borne sera implantée de préférence au centre de la zone à desservir et ne comportera alors qu'une seule prise.

On trouvera dans les figures IV.2-le plan de bornage.

IV.3.1. Calcul du débit aux bornes

Le débit de chaque borne pouvant desservir un îlot est formulé IV.3 comme suit :

$$Q_b = q_s \cdot S \text{ ----- (IV-3)}$$

Avec :

Q_b : Débit de chaque îlot (l/s)

q_s : Débit spécifique (l/s/ha)

S : Superficie de l'îlot (ha)

IV.3. 2. Choix du diamètre de la borne

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

Tableau IV.2 : Diamètres des bornes en fonction de débit fourni

Débit fourni	Diamètre de la borne
$Q < 40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11) l/s	65mm
$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (11.11l/s) $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s)	100mm
$40 \text{ m}^3/\text{h}$ (22.22 l/s) $< Q < 80 \text{ m}^3/\text{h}$ (33.33 l/s)	150mm

IV.3.3. Choix de type de borne

Le choix de type de borne dépend de la surface généralement on admet :

Pour les ilots qu'ont un nombre de parcelle entre [4 -8], et dont la superficie inférieure à 15ha, on prend la borne à quatre prise (Borne de **type A4**).

Pour les ilots qu'ont deux parcelles et dont la superficie inférieure à 15ha, on prend la borne à deux prises (borne de **type A2**).

Pour les ilots qu'ont deux parcelles et dont la superficie dépasse 15ha, on prend la borne à deux prises (Borne de **type B**).

Pour les grands ilots on prévoit des bornes de **type C**.

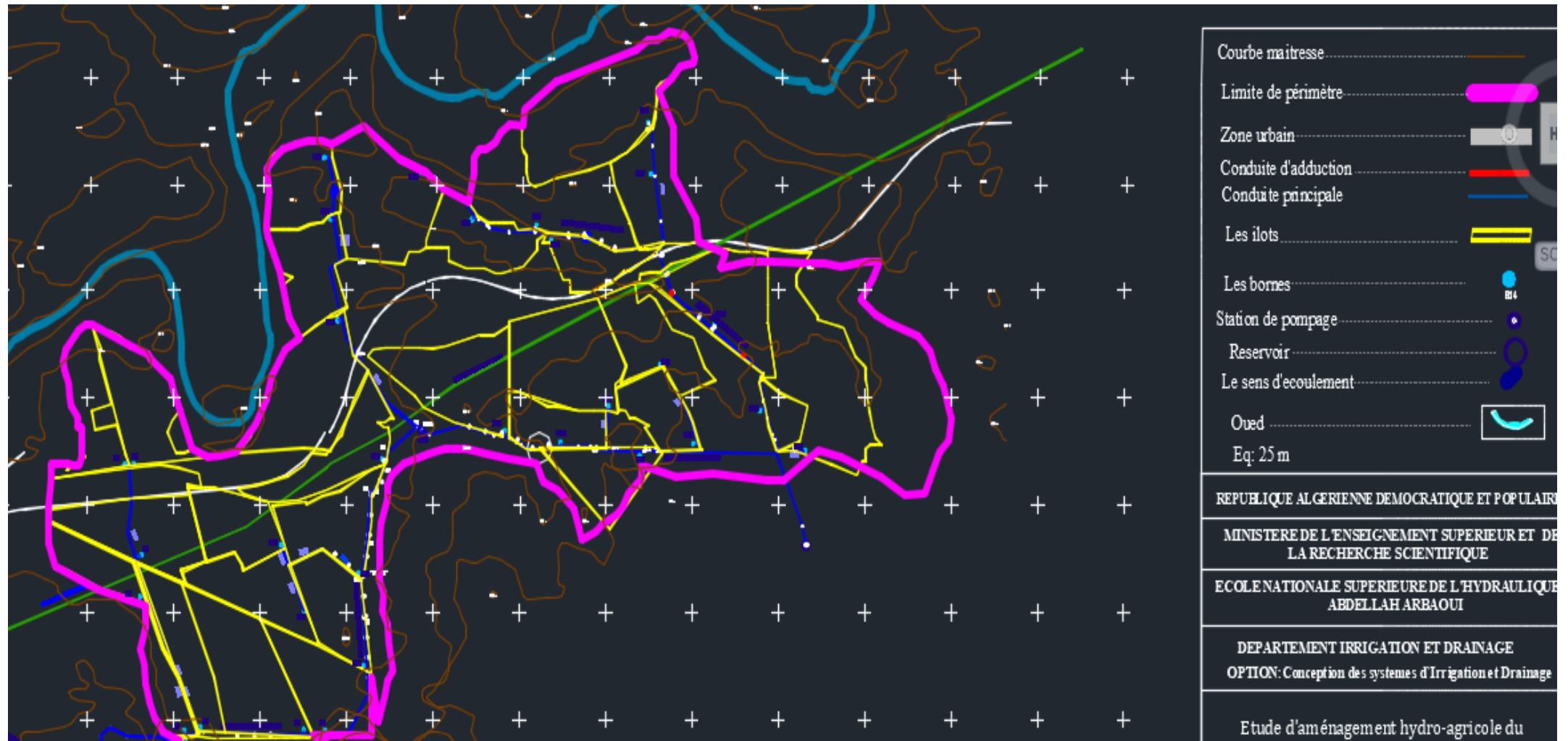


Fig. IV.2. Schéma du réseau de distribution du périmètre bsakra

IV.4. Optimisation des canalisations

Dans le cadre de notre projet La méthode adoptée pour déterminer les diamètres des différents tronçons du réseau de distribution, est celle de M^r Labye, donnée par formule V-4:

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q \times 0.001}{\pi \times V}} \times 1000 \text{----- (V-4)}$$

Qui tient compte des conditions suivantes :

IV.4.1. La vitesse admissible

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

*La recherche d'économie sur le coût d'investissement.

*Les risques entraînés par les coups de béliers éventuels et le coût de la protection anti-bélier qui en résulterait. Voir tableau IV.3.

Tableau IV.3 : Seuils des vitesses admissibles en fonction des diamètres (TEMZI, 2003)

Diamètre (mm)	Seuils des vitesses admissibles (m/s)	
	Vitesse maximum	Vitesse minimum
100	0.2	1,80
125	0.25	1,85
150	0.25	1,95
200	0.35	2,00
250	0.4	
300	0.4	
350	0.4	
400	0.5	
500	0.5	
600	0.5	
700	0.5	
800	0.5	
900	0.5	
1000	0.5	
1100	0.5	
1250	0.5	
1500	0.5	
2000	0.5	

IV.4.2. La perte de charge unitaire

Parmi les nombreuses formules d'évaluation des pertes de charges linéaires unitaires dans les canalisations, notre choix est porté sur celle recommandée par les bureaux d'études français, proposée par MM Lechapt et Calmon, définie par l'expression (IV-5):

$$J = \frac{L * Q^M * C}{D^N} \text{----- (V-5)}$$

Avec :

J : Pertes de charge en mm/ml.

Q : Débit en m³/s.

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

C : Coefficient de majoration tenant compte des pertes de charges singulières.

Pour les valeurs les plus couramment adoptées concernant la rugosité absolue K , les constantes de la formule sont les suivantes :

K (mm)	L	M	N
0,1	1,20	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,60	1,975	5,25.

IV.4.3. Matériaux de construction des canalisations

Les matériaux des conduites sont choisis sur la base de leur disponibilité sur le marché local et de leur production en Algérie. Nous utiliserons les conduites en amiante ciment pour les diamètres inférieurs à 500mm et celles du béton précontraint pour les diamètres supérieurs à 500 mm.

Pour les canalisations : en amiante ciment, en béton et en fonte ductile revêtues intérieurement en ciment, la rugosité absolue K est de l'ordre de 0,5 mm.

La perte de charge linéaire unitaire, ainsi obtenue par l'expression (IV-5'), majorée forfaitairement de 10%, pour tenir compte des pertes de charges singulières.

$$J = 1,54 * Q^{1,96} * D^{-5,19} \text{----- (IV-5')}$$

IV.4.4. La desserte par pompage

Le diamètre de conduite de refoulement de la station de pompage (**SPE**) vers les réservoirs de stockage(RE), sont définis d'après une comparaison économique, tenant compte des coûts : de

l'investissement des tronçons des conduites, des charge d'exploitation (entretien et renouvellement), des coûts de l'énergie pour le pompage et des équipements hydrauliques et électriques. Voir annexe IV.

Le calcul des diamètres de conduites de refoulement se base sur les données suivantes : rendement des pompes $\approx 80\%$, rendement des moteurs $\approx 90\%$ et $\cos\varphi$ des moteurs $\approx 0,9$.

$$Pm = \frac{g * \rho * Q * HMT}{\mu_p} \text{-----} (IV-6).$$

$$Ptr = \frac{g * \rho * Q * HMT}{\mu_p * \mu_m * \cos\varphi} \text{-----} (IV-7).$$

Avec :

g : Accélération de gravité $\approx 9,81 m^2 / s$.

Pm : Puissance absorbée par le moteur Kw .

Ptr : Puissance du transformateur en Kva .

Q : Débit de pointe m^3 / s .

HMT : Hauteur manométrique en m .

μ_p : la viscosité dynamique de la pompe.

μ_m : la viscosité dynamique de la moteur .

Avec une marge de 10% pour les incertitudes aux conditions de site, les valeurs des puissances qui en résultent sont calculées par les expressions (IV-6) et (IV-7)

$$Pm = 13 * Q * H \text{-----} (IV-6').$$

$$Ptr = 15,53 * Q * H \text{-----} (IV-7').$$

Avec :

g : Accélération de gravité $\approx 9,81 m^2 / s$.

Pm : Puissance absorbée par le moteur Kw .

Ptr : Puissance du transformateur en Kva .

Q : Débit de pointe m^3 / s .

HMT : Hauteur manométrique en m .

Les résultats d'optimisation du réseau de distribution sont donnés dans l'annexe IV Le tableau ci-dessous présenté, récapitule les linéaires des conduites de distribution.

Tableau IV-4 : Linéaire des conduites de distributions.

Linéaire (m)	200	300	400	500	600
13471	2970	4731	1533	2255	1442

La longueur de la conduite principale E-1 est de **3545ml**, et pour la conduite D-1 est 28.75 ml

IV.5. Pression demandée aux bornes d'irrigation

La détermination des pressions disponible à l'îlot se réalise à l'aide de la formule de Bernoulli décrite ci-dessous.

$$Z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + h_{21} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H \text{ ----- (V-8)}$$

Avec,

V [m/s] La vitesse de l'écoulement dans la conduite

p1 : [atm] La pression dans la conduite au point 1

z1 : [m] La cote de la conduite au point 1

p2 : [atm] La pression dans la conduite au point 2

z2 : [m] La cote de la conduite au point 2

ΔH : Les pertes de charges Totale

La pression disponible à l'amont des bornes du réseau collectif est généralement de l'ordre de 3,5 à 4,5 bars, correspondant à une irrigation par aspersion à moyenne pression.

Nous resumeons à l'annexe 03

Interprétation des résultats du tableau ci-dessus

D'après les résultats du tableau ci-dessus, on note des charge négatives dans plusieurs nœuds au-delà du nœud N3 ,car les côtes du terrain naturelle des point (N3 ,B20,B21.....etc) sont dépassée la cote du réservoir RE et par conséquent les cote piézométrique des nœuds N3,B20,....etc est insuffisante pour assurer des pressions adéquates dans tout le réseau, ce qui génère des dysfonctionnements dans tout le réseau de distribution.

Tenant compte du taux d'exploitation anarchique des parcelles se trouvant sur ce secteur 04 dont les sols sont classés de meilleure qualité pour une forte demande, ce qui provoque le non-respect du taux de simultanéité c'est-à-dire l'exploitation partielle des bouches d'arrosage avec un pourcentage de 60% des hydrants existants.

IV.6) Description de l'aménagement

Dans notre étude, nous avons choisi l'aménagement du secteur 04 du périmètre de BSAKRA qui présente une superficie de 800 ha.

IV.6.1 Choix de la variante d'adduction

L'aménagement hydro-agricole de périmètre de BSAKRA, nécessite d'élaborer une variante d'adduction en fonction de la disposition du reservoir RE.

Le périmètre de BSAKRA (800ha) sera irriguée par un reservoir de regulation qui est pour role de la régulation de pression d'eau dans le réseau E et l'automatisation de la station de pompage SPD, le régulation se faire par réservoir intercalé entre le réseau et la station de pompage.

Les réservoirs doivent être équipé par :

- une conduit d'amené (refoulement et distribution).
- une conduit de vidange et trop plein.

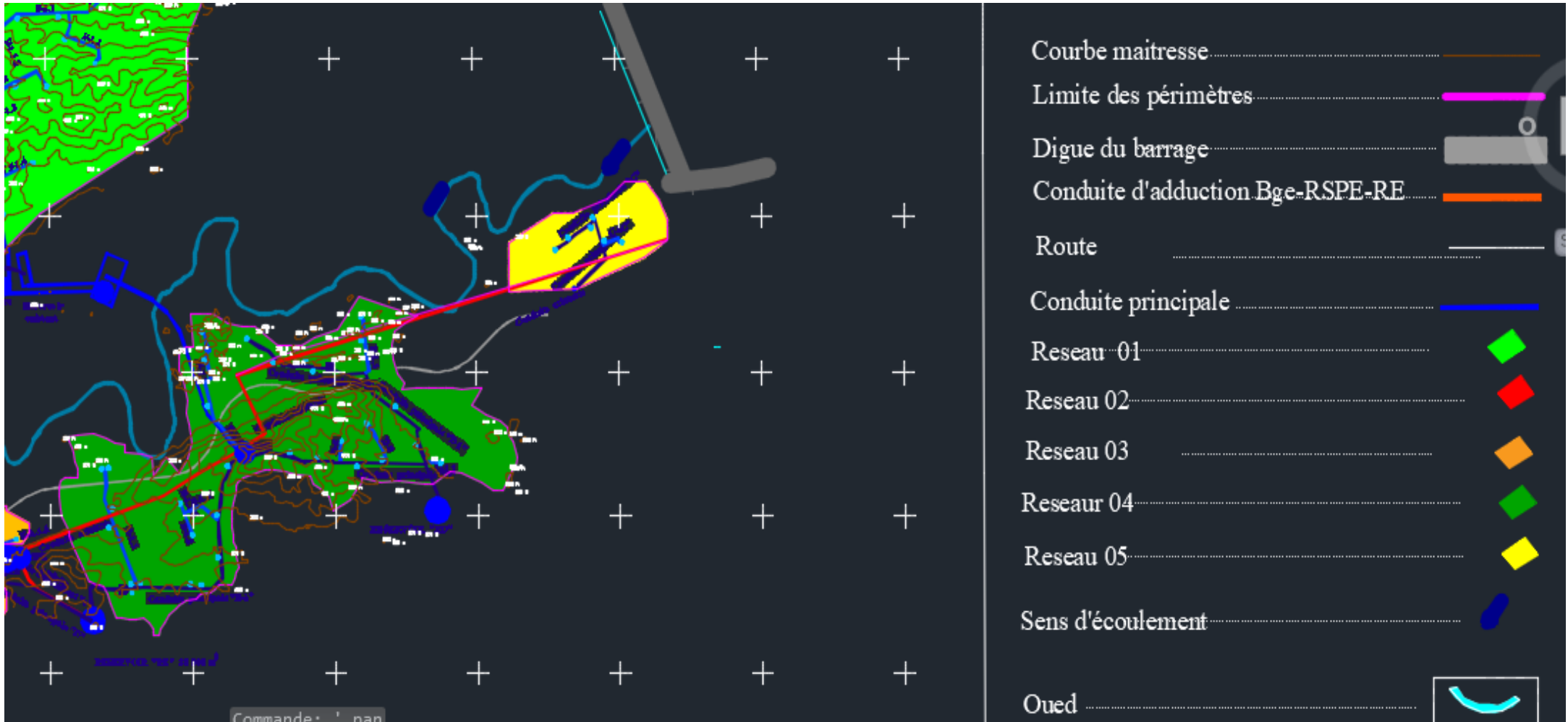


Figure IV.3 : Schéma de la nouvelle variante d'adduction

Le principe de cette variante, schématisée par la figure IV.2 est basé sur la projection d'une nouvelle réservoir de régulation de pression qui sera alimentée par un station de pompage SPD qui sera alimentée directement à partir du réservoir RE pour assurer une charge hydraulique adéquate pour la tête du secteur du secteur .

A cet effet, nous avons vérifié de nouveau les pressions pour cette variante, et nous les avons résumées dans le tableau suivant à l'annexe 4

Partie II – Etude du système de pompage

IV.1) Etude du système de pompage

C'est un ouvrage génie civil, il abrite le bureau du chef d'exploitation, bureau de personnel, le magasin, salle d'équipement, moteur électrique, toilette et la machine la plus importante dans l'installation : les pompes, qui ont pour rôle de refouler les eaux vers le réservoir.

IV.1.1) Les pompes

Pompe, dispositif utilisé pour aspirer, pour déplacer ou pour comprimer des liquides et des gaz. Dans toutes les pompes, il faut éviter la cavitation (formation des poches gazeuses), ce qui réduirait le débit et endommagerait le corps de la pompe.

Il existe deux grands types de pompes : les pompes volumétriques qui sont utilisées pour pomper les eaux usées et les turbopompes.

a- Les turbopompes (pompes centrifuge)

Il existe trois classes de turbopompes : les pompes centrifuges, à écoulement radial ; les pompes axiales, à écoulement axial ; les pompes semi axiales.

b- Les pompes à écoulement radial

Ce sont les pompes centrifuges au sens strict. Elles permettent de relever des faibles débits sur de fortes hauteurs. La hauteur de refoulement croît avec le diamètre extérieur de la roue. Dans ce cas, l'écoulement est radial et les aubages sont des surfaces planes.

IV.1.1.1) Les pompes axiales

Ce sont les pompes hélices où les pales sont constituées par des surfaces gauches. Ces pompes conviennent pour relever de forts débits sur de faibles hauteurs.

IV.1.2) Diamètre économique de la conduite de refoulement

IV.1.2.1) Hauteur manométrique totale

La hauteur manométrique est donnée par la formule suivante :

$$HMT = H_g + \Delta h_p$$

Avec:

HMT : Hauteur Manométrique Totale en (m).

H_g : Hauteur géométrique en (m). $H_g = h_a - h_r$

Avec:

h_a : hauteur d'aspiration

h_r : cote du réservoir = 164m

la cote de la station de pompage est de 128 m

d'où $H_g = 164 - 128 = 36$ m

Donc la hauteur géométrique entre le réservoir et la station de pompage sera: **36 m**

Longueur de refoulement : $L_{ref}=1100$ m

Nous avons **le débit total de tout le périmètre**, qui est de **1104 l/s**

$$Q = 1104 \text{ l/s} = 1.104 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le diamètre de refoulement est calculé par la formule de Bonin:

$$\text{On trouve } D = \sqrt[3]{Q} = \sqrt[3]{1.104} = 1.050 \text{ m}$$

$$\approx 1100 \text{ mm}$$

Donc on peut prendre la gamme du diamètre suivant : (900 – 1500) mm

Calcul des pertes de charge totales

a) pertes de charge linéaires :

Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulières sont estimées à 10% des pertes de charge linéaires.

$$\sum H_p = 1.1 \times \Delta h_p^{lin}$$

Δh_p^{lin} : Pertes de charge linéaires (m) ; elle est selon Darcy-Weisbakh) :

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{8 \times \lambda \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5}$$

g : Accélération de la pesanteur (m/s^2) ;

Q : Débit à refouler (m^3/s) ;

L : longueur géométrique 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,

Formule de Nikuradzé : $\lambda = \left(1.14 - 0.86 \times \ln \frac{\varepsilon}{D} \right)^{-2}$

Tableau IV.1. :Hauteur manométrique totale

D (mm)	L (m)	Q (m^3/s)	v (m/s)	λ	ΔH_L (m)	ΔH_T (m)	Hg	HMT
900	1100	1.104	1.736	0.0108	2.019	2.221	36	38.221
1000	1100	1.104	1.406	0.0106	1.170	1.287	36	37.287
1100	1100	1.104	1.162	0.0104	0.715	0.786	36	36.786
1250	1100	1.104	0.900	0.0102	0.369	0.406	36	36.406
1500	1100	1.104	0.625	0.0098	0.144	0.158	36	36.158

IV.1.2.2. Calcul des frais d'amortissement

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 :

$$F_{am} = P_{rc} \times A$$

Avec :

P_{rc} : Prix de la conduite en (DA) ;

A : Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante :

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

A : Frais d'amortissement (DA) ;

i : Taux d'annuité ; $i = 10\%$;

n : Durée de l'amortissement de la conduite, $n = 30$ ans.

$$A.N : A = \frac{0,1}{(1+0,1)^{30} - 1} + 0,1 \Rightarrow A = 0,1061 = 10.61\%$$

Pour faire ce calcul, il est préférable de poser une gamme de diamètres normalisés, le tableau suivant résumera le prix d'achat de mètre linéaire de ces conduites en fonction de leurs diamètres normalisés, dont le type de matériaux choisi est la fonte

Tableau IV.2. Calcul des frais d'amortissement

Diamètre (mm)	Prix unitaire (DA)	Longueur (m)	Amortissement annuel(%)	Frais d'amortissement (DA)
900	23087	11000	10.61	26944838
1000	24876	11000	10.61	29032780
1100	25039	11000	10.61	29223017
1250	26187	11000	10.61	30562848
1500	27553	11000	10.61	32157106

IV.1.2.3. Calcul des Frais d'exploitation

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante :

$$F_{\text{exp}} = E \times e$$

Avec :

F_{exp} : Frais d'exploitation (DA) ;

E : Énergie totale dépensée par la pompe (KWH) ;

e : Prix unitaire d'un KW imposé par la SONELGAZ. ($e = 4,2\text{DA}$)

IV.1.2.4. Puissance des pompes

La puissance absorbée par la pompe est donnée par la formule suivante :

$$P = \frac{g \times Q \times H_{\text{MT}}}{\eta}$$

Avec :

P : Puissance absorbée par la pompe (KW) ;

g : Accélération de la pesanteur (m/s^2) ;

Q : Débit à refoulé (m^3/s) ;

H_{MT} : Hauteur manométrique totale (m) ;

η : Rendement du pompage (85%).

IV.1.2.5. Énergie consommée par la pompe

L'énergie consommée par la station de pompage est donnée par la formule suivante :

$$E = P \times t \times 365$$

Avec : E : Énergie totale consommée par la pompe pendant une année (kwh) ;

P : Puissance absorbée (KW) ;

t : Temps de pompage en (heure) ; dans notre cas $t = 23\text{h}$

Tableau.IV.3. Calcul des frais d'exploitation

Diamètre (mm)	HMT(m)	Q(m ³ /s)	P (KW)	E (KWH)	Frais d'exploitation (DA)
900	38.221	1.104	486.99673	3910583.8	16424452
1000	37.287	1.104	475.096	3815020.9	16023088
1100	36.786	1.104	468.70831	3763727.7	15807656
1250	36.406	1.104	463.86167	3724809.2	15644199
1500	36.158	1.104	460.70574	3699467.1	15537762

IV.1.2.6. Bilan total des frais

Le bilan des frais d'exploitation et d'amortissement permet de déterminer le diamètre économique de la conduite de refoulement.

Le calcul du bilan total des frais est représenté dans le tableau.VI.12 et illustré dans la figure

Tableau.IV.4. Calcul du bilan total des frais

Diamètre (mm)	Frais d'amortissement (DA)	Frais d'exploitation (DA)	Bilan(DA)
900	26944838	16424452	43369289
1000	29032780	16023088	45055867
1100	29223017	15807656	45030673
1250	30562848	15644199	46207046
1500	32157106	15537762	47694868

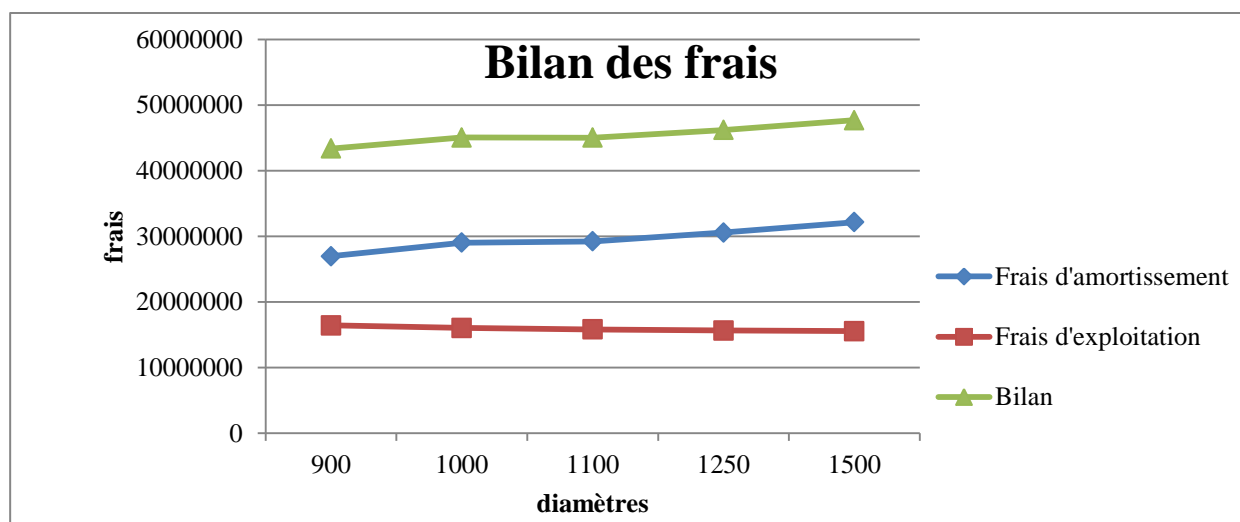


Figure IV.1. Bilan total des frais

D'après les résultats de la Figure VI.4, on prend comme diamètre économique $D = 900$ mm avec les caractéristiques suivantes :

Tableau.IV.5. Le choix de diamètre économique

Diamètre (mm)	Frais total (DA)	HMT	Type de conduite	Q(m ³ /s)	V (m/s)
900	43369289	38.221	PN16	1.104	1.736

IV.2) Détermination de la variante de pompage

Notre station de pompage est dimensionnée par un débit max, donc il faudra choisir le nombre de pompes qui assure ce débit maximum.

Les données :

$$\text{HMT} = 38.221 \text{ m } Q = 1104 \text{ l/s}$$

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes choisies par le logiciel CAPRARI, détaillé le tableau IV.6 ci-dessous :

Tableau IV.6. La variante de pompage

n	Q _{total} (l/s)	HMT (m)	Type de pompe	η (%)	P _{abs} (KW)	Vitesse (tr/min)	(NPSH) _r (m)
(1-2)	-	-	-	-	-	-	-
3	319	36.6	P18C/14-18/55/2B14-	79.1	147	1450	7.28
4	239	37	P16D/10/45/2A	79.6	119	1450	7.77

A partir de ce tableau, on remarque que la 3eme variante (03 pompes en parallèle+01 secoure) est le choix le plus convenable du point de vue rendement, puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle. Elles ont les caractéristiques suivantes :



Modena - Italy

COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

SELECTION INDICATIVE; contacter nos service commerciaux pour un projet complet.

P18C/14-18/55/2B14-18/55

Caractéristiques requises

Débit	319 l/s
Hauteur de refoulement	36.6 m
Fluide	Eau potable
Température	20 °C
Type d'installation	Pompe seule
N. de pompes	1

Caractéristiques de la pompe

Débit	319 l/s
Hauteur de refoulement	36.6 m
Puissance absorbée	145 kW
Rendement	79.2%
Hauteur manométrique H(Q=0)	74 m
Orif. de refoulement	250 mm

Caractéristiques moteur

Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	1450 tr/min
Nombre de pôles	4
Puissance nominale P2	160 kW
Courant nominal	- A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55

Limites opérationnelles

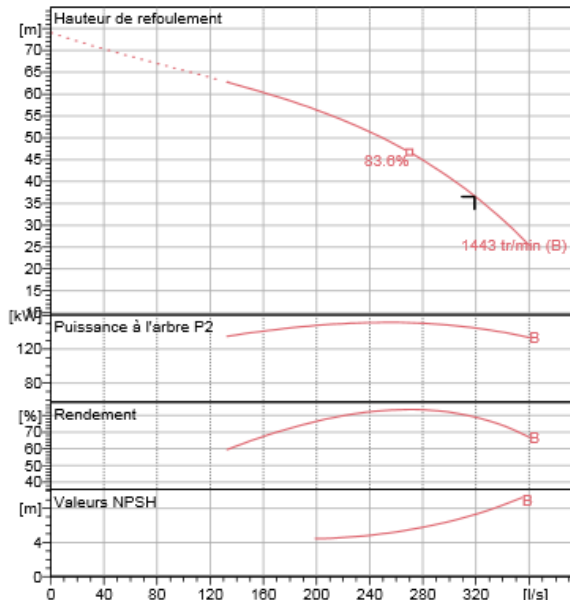
Démarrages / h max.	20
Température maxi. du liquide pompé	40 °C
Teneur maximum en matières solides	40 g/m ³
Densité max.	0.998 kg/dm ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s

Caractéristiques générales

Poids	1850 kg
-------	---------

Matériaux

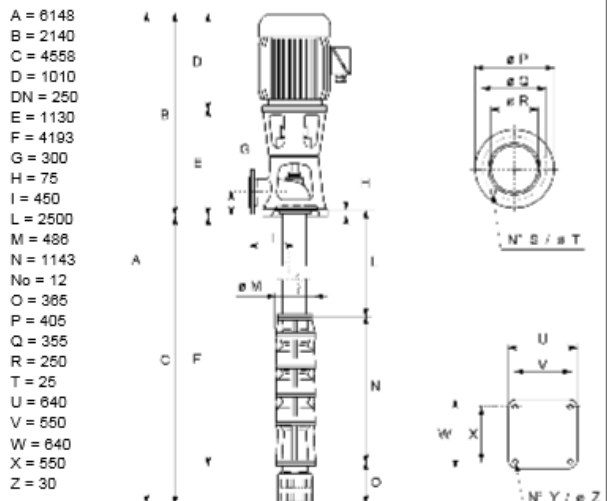
CONSTRUCTION POMPE	
Corps de pompe	Fonte
Corps d'aspiration	Fonte
Corps d'étagé	Fonte
Roue	Fonte
Bague d'usure	Fonte
Arbre pompe	Acier
Palier	Caoutchouc
LIGNE D'ARBRE	
Tube colonne	Acier
Arbre	Acier
Douille arbre	Acier cromé
Manchons	Acier inox
Roulements	Caoutchouc
GROUPE COMANDE	
Bas	Fonte ou Acier
Lanterne de liaison	Fonte ou Acier
Crépine	Acier galvanisé



Caractéristiques de fonctionnement Courbes des performances indicatives

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

Dimensions mm



Notes:

Date 06.06.2020	Page 1	Offre n°	Pos.N°
--------------------	-----------	----------	--------

PumpTutor Version 2.0 - 05.05.2008 (Build 464)

Fig. IV.2. Courbes caractéristiques de la pompe type P18C/14-18/55/2B14 selon Caprari

IV.2.1. Etude de la cavitation

La cavitation est la perturbation du courant liquide juste à l'entrée de la pompe en fonctionnement, cela se produit pour à une température constante, la pression absolue est inférieure ou égale à la tension de vapeur d'eau.

La condition suivante doit être vérifiée : **(NPSH)_r < (NPSH)_d**

Avec :

(NPSH) r : Charge nette d'aspiration requise, elle est fournie par le constructeur.

(NPSH) d : Charge nette d'aspiration disponible, elle est fournie par l'installateur

Dont : $(NPSH)_d = (NPSH)_r + r$ ----- (VI-9)

r : marge de sécurité, r = (0,3 – 0,5) m. On prend : r = 0,5m

$$(NPSH)_d = \frac{p_{at}}{\bar{w}} - \frac{p_v}{\bar{w}} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - h_{adm}^{asp} = (NPSH)_r + 0,5$$
 ----- (VI-9)

9`)

$$h_{adm}^{asp} = \frac{p_{at}}{\bar{w}} - \frac{p_v}{\bar{w}} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - (NPSH)_r - 0,5$$
 ----- (VI-10)

V (m/s): vitesse d'écoulement dans la conduite d'aspiration;

$\frac{p_{at}}{\bar{w}}$: Dépend de l'altitude d'implantation de la station de pompage (voir Tableau VI.4)

$\frac{p_v}{\bar{w}}$: dépend de la température du liquide pompé (voir Tableau VI.5)

Tableau IV.7: Pression atmosphérique en fonction de la côte.

H (m)	- 50	0	100	300	500	1500	2000
$\frac{p_{at}}{\bar{w}}$ (m)	10.86	10.33	10.2	10.06	9.7	8.6	8.4

Tableau IV.8 : Pression de vapeur en fonction de la température

T (°C)	5	10	20	30	40	50	80	100
$\frac{p_v}{\bar{w}}$ (m)	0.09	0.12	0.24	0.43	0.75	1.25	4.82	10.33

On a :

(NPSH_r) : Déterminé graphiquement égal à 7. 28m

La côte de la station de pompage est de 128 m NGA.

$\frac{p_{at}}{\bar{w}} = 10.17$ m.

La température ambiante est considérée égale à 20°C donc = 0.24 m.

Avec : $V_{asp} = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2} = \frac{4 \times 1.104}{\pi \times 0.25^2} = 22.5$ m/s

Calcul des pertes de charge d'aspiration :

Δh_p^{lin} : Pertes de charge linéaires (m) ; elle est selon Darcy-Weisbakh) :

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{8 \times \lambda \times L \times Q^2}{\pi^2 \times g \times D^5}$$

g : Accélération de la pesanteur (m/s^2) ;

Q : Débit à refouler (m^3/s) ;

L : longueur géométrique 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,

Formule de Nikuradzé :
$$\lambda = \left(1.14 - 0.86 \times \ln \frac{\varepsilon}{D}\right)^{-2}$$

On a $D = 250$ mm et $Q = 1.104 m^3/s$

Donc $\lambda = 0.017$

$$\Delta h_{linasp} = \frac{8 \times 0.017 \times 0.5 \times 1.104^2}{\pi^2 \times 9.81 \times 0.25^5} = 0.66 \text{ mce.}$$

$$\Delta h_{totasp} = 1.1 \times \Delta h_{linasp} = 0.724 \text{ mce}$$

$$h_{adm}^{asp} = \frac{p_{at}}{\bar{w}} - \frac{p_v}{\bar{w}} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - (NPSH)_r - 0,5$$

$$h_{adm}^{asp} = 10.17 - 0.24 - 0.724 - 1 - 7.28 - 0.5 = 0.426 \text{ m.}$$

Donc:

$$(NPSH)_d = \frac{p_{at}}{\bar{w}} - \frac{p_v}{\bar{w}} - \sum h_p^{asp} - \frac{V_{asp}^2}{2g} - h_{adm}^{asp} \quad NPSH_d = 10.17 - 0.24 - 0.724 - 1 - 0.426 = 7.78 \text{ mce} > 7.28 \text{ mce}$$

D'où : La condition **(NPSH) d > (NPSH) r** est vérifiée

Donc on peut dire que notre pompe **P18C/14-18/55/2B14-18/55** est protégée contre le risque de cavitation.

Conclusion

À travers ce chapitre, nous avons cité les différents moyens Pour assurer une bonne gestion et exploitation de la station de pompage SPE.

La hauteur de refoulement et le débit est élevés, sont les paramètres de base sur lesquels repose la conception de la station de pompage, tant au niveau de l'ouvrage de génie civil qu'à celui des équipements hydromécaniques.

Les groupes électropompes choisis sont à axes verticaux et corps immergés, fonctionnant en parallèle. Ce choix offre un encombrement plus réduit que les pompes à axes horizontaux et permettent une manutention facile.

Le logicielle **CAPRARI** c'est le moyen utiliser pour le choix Le nombre de trois pompes installer (03 en service et 01 de secours) dans notre projet, paraissant excessif, pourrait être réduit, si nous dispositions de catalogues spécialisés ou le site de KSB POMPES dans le choix des grandes pompes.

CHAPITRE V :

CHOIX DES TECHNIQUES D'IRRIGATION

V-1 Généralités :

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

L'irrigation assure pour les plantes le régime du sol hydrique, nutritif, aérien, thermique, salé et microbiologique le plus favorable.

Le choix de la méthode d'irrigation est basé sur la manière de répartition de l'eau sur le sol de façon à ce que les plantes tirent le maximum de profit et assurent la rentabilité finale de l'opération.

V--2 Les technique d'irrigation à la parcelle :

Les différentes techniques d'irrigation à la parcelle, ou techniques d'arrosage, relèvent de trois modes principaux d'irrigation :

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

V-2-1 Les technique d'irrigation de surface :

l'irrigation de surface regroupe l'ensemble des techniques d'arrosage dans lesquelles la répartition 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).

V-2-1-1 Irrigation par ruissellement :

Deux cas se présentent :

-Premier cas : l'eau, distribuée par rigoles, ruisselle sur le sol et s'y infiltre verticalement.

Il s'agit d'un ruissellement en nappe ou déversement. On recense dans cette catégorie toute une panoplie de techniques telles que :

- l'arrosage à la planche
- l'arrosage par rigoles de niveau
- l'arrosage par rigoles en pente ou rases
- l'arrosage par plans inclinés
- l'arrosage par ados

-Deuxième cas : l'eau ne ruisselle pas sur l'ensemble de la surface du sol mais coule dans des fossés,

rigoles et pénètre par infiltration latérale verticale jusqu'aux racines des plantes.

V-2-1-2 Irrigation par submersion :(anglais : level system)

L'eau submerge le terrain et s'y infiltre. Il peut arriver que l'on maintienne une lame d'eau (submersion continue) suivant l'exigence de certaines cultures tel que le riz ou au contraire que l'on provoque au bout d'un certain temps l'écoulement de l'eau non infiltrée dans les colatures (submersion alternée).

- . On distingue plusieurs techniques d'arrosage par submersion dont :
 - les planches de submersion en pente à diguettes en courbes de niveau.
 - les terrasses ou banquettes
 - les sillons ou raies à pente nulle
 - les cuvettes en arboriculture

V-2-1-3 L'irrigation mixte :

Il s'agit d'un ruissellement suivi d'une submersion, Quelques techniques possibles employées en l'irrigation mixte sont :

- L'épandage de crue
- La raie courte

V-2-2 Les techniques d'irrigation sous pression :

En irrigation par aspersion, l'eau parvient aux cultures d'une façon qui imite la chute naturelle de pluie, grâce à l'utilisation de divers appareils de projection alimentés sous pression, choisis et disposés de façon à obtenir la répartition la plus uniforme possible de la pluviométrie.

Nous pouvons dégager deux modes d'irrigation par aspersion selon que cette irrigation soit en moyenne pression ou en forte pression.

-types d'installations en moyenne pression :

- réseau classique avec rampes souples et asperseurs trains.
- réseau classique en couverture partielle.
- couverture total
- couverture intégrale

-Machine d'arrosage (forte pression)

Les machines à irriguer employées pour l'arrosage des grandes exploitations.

1) Canons

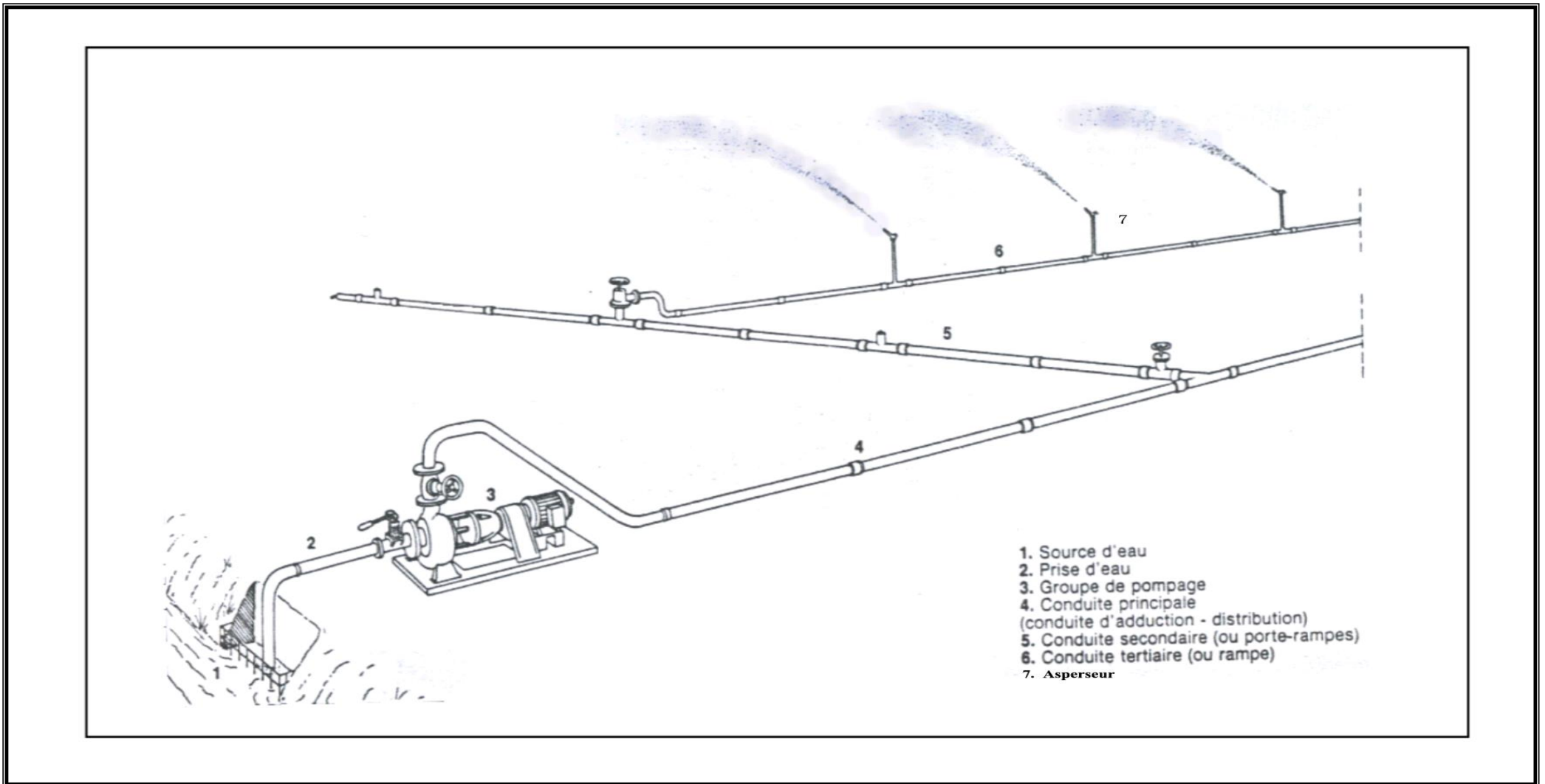
Ce sont des machines assurant un arrosage en bande avec un déplacement continu de l'arroseur. Les machines se composent de 3 éléments :

- arroseur proprement dit (canon d'arrosage).
- canalisation souple alimentant l'arroseur avec une longueur de 200 à 300 m et de 33 à 110 mm de diamètre.
- un organe de traction de l'arroseur.

2) Les rampes géantes d'arrosage automotrice :

Avec ces rampes géantes, c'est un nouveau bond qui est tranché dans l'importance de surfaces susceptibles d'être arrosées par un seul appareil.

Ces machines sont le **pivot-matique (U.S.A)**, permettent d'arroser des superficies jusqu'à 150 ha.



- 1. Source d'eau
- 2. Prise d'eau
- 3. Groupe de pompage
- 4. Conduite principale (conduite d'adduction - distribution)
- 5. Conduite secondaire (ou porte-rampes)
- 6. Conduite tertiaire (ou rampe)
- 7. Asperseur

FIGURE V-1:les rampes d'irrigation a l'aspersion

V-2. Conditions d'arrosage par aspersion

Les conditions d'arrosage par aspersion peuvent être diverses :

- le type du sol (perméabilité, topographie, etc...),
- les dimensions de la parcelle,
- la fréquence des vents,
- les besoins en eau,
- le type de culture (en ligne, arbustive, couvrante, herbacé, etc...),
- la disponibilité de la main d'œuvre,
- la qualité d'eau.
- le coût d'investissement,

Pour répondre à ces limites, on dispose de différents types de matériel que l'on classe généralement d'après sa pression de fonctionnement :

*Asperseur de très basse pression : (10 à 100 KPa ou 0,1 à 1 bars)

*Asperseur de basse pression : (100 à 200 KPa ou 1 à 2 bars)

*Asperseur de moyenne pression : (20 à 40 KPa a ou 2 à 4 bars)

*Canon d'arrosage à haute pression : (au-dessus de 400 KPa ou >4 bars).

V-3. Dispositifs usuels des arroseurs

Une bonne uniformité d'arrosage est acquise suivant le dispositif des installations des arroseurs adopté, nous distinguons :

V-3.1. Installation classique en couverture partielle

Dans ce type d'installation la porte rampe est installée en milieu ou en limite de la parcelle Sur cette canalisation, nous greffons une ou plusieurs rampes, portant à leur tour des arroseurs.

L'espacement entre rampes et asperseurs dépend du dispositif choisi. Si la couverture végétale est dense, nous procédons au déplacement des rampes en vue de couvrir la totalité de la surface, et si une partie du sol est découverte (cultures en ligne) nous serons obligé d'attendre le ressuyage de sol, avant de procéder au déplacement du matériel.

La quantité de rampes est fixée de telle manière que la superficie de la parcelle soit entièrement couverte par postes successifs, pendant un cycle d'arrosage suivant la dose d'irrigation.

Le système exige des interventions multiples et entraîne des frais de main d'œuvre importants, néanmoins ce type d'installation étant le plus simple et le plus économique.

On peut éviter le temps d'arrosage perdu pour ressuyage en doublant le nombre de rampes nécessaires. A l'arrêt d'un poste de rampe, nous mettons immédiatement en eau le poste suivant.

V-3.2. Installation avec rampe souple et asperseurs trainés

L'installation comprend des tuyaux rigides d'alimentation. Sur ces tuyaux viennent se greffer des tuyaux souples, portant chacun à leur extrémité un arroseur, monté sur traîneau.

Une fois la dose d'arrosage appliquée, nous tirons sur le tuyau souple pour amener l'arroseur sur un autre poste. Les déplacements d'arroseurs sont ainsi plus rapides et plus faciles. Par ailleurs, il n'est pas nécessaire d'attendre un temps de ressuyage. En revanche, le temps de déplacement de l'ensemble tuyau-arroseur pour changement de branchement est plus pénible. Le ripage des arroseurs ne permet pas toujours d'assurer leur bonne verticalité et la qualité de l'arrosage s'en ressent.

V-3.3. Installation avec couverture totale

Le prix exagéré de la main d'œuvre et la pénibilité du déplacement des matériels, surtout en cultures hautes (maïs, canne à sucre, etc...), ont conduit à la recherche des interventions minima. Une première étape est franchie avec :

V-3.3.1. La couverture totale en tuyaux ou quadrillage

Dans ce système, les rampes couvrent toute la superficie à arroser et sont maintenues en place durant toute la saison d'arrosage. Les pièces de raccordement des arroseurs sur les rampes comportent des clapets qui s'ouvrent ou se ferment automatiquement lorsque l'on verrouille ou déverrouille les arroseurs. L'équipement est complété par un nombre d'arroseurs suffisant pour couvrir par postes successifs, toute la parcelle pendant le cycle d'arrosage.

Les seules interventions concernent donc, le déplacement des arroseurs. Les rampes et portes rampes sont à poste fixe et seuls les arroseurs sont déplacés.

V- 3.3.2. La couverture intégrale en rampe et asperseurs

Dans ce système, la parcelle à arroser est entièrement couverte par des rampes et des asperseurs à poste fixe. La mise en marche et l'arrêt des rampes s'opère à partir des vannes installées en aval du branchement des portes rampes.

Aucune intervention de déplacement des matériels n'est enregistrée dans ce système. Celle-ci se limite à l'ouverture et à la fermeture des vannes de commande de chaque rampe voir figure

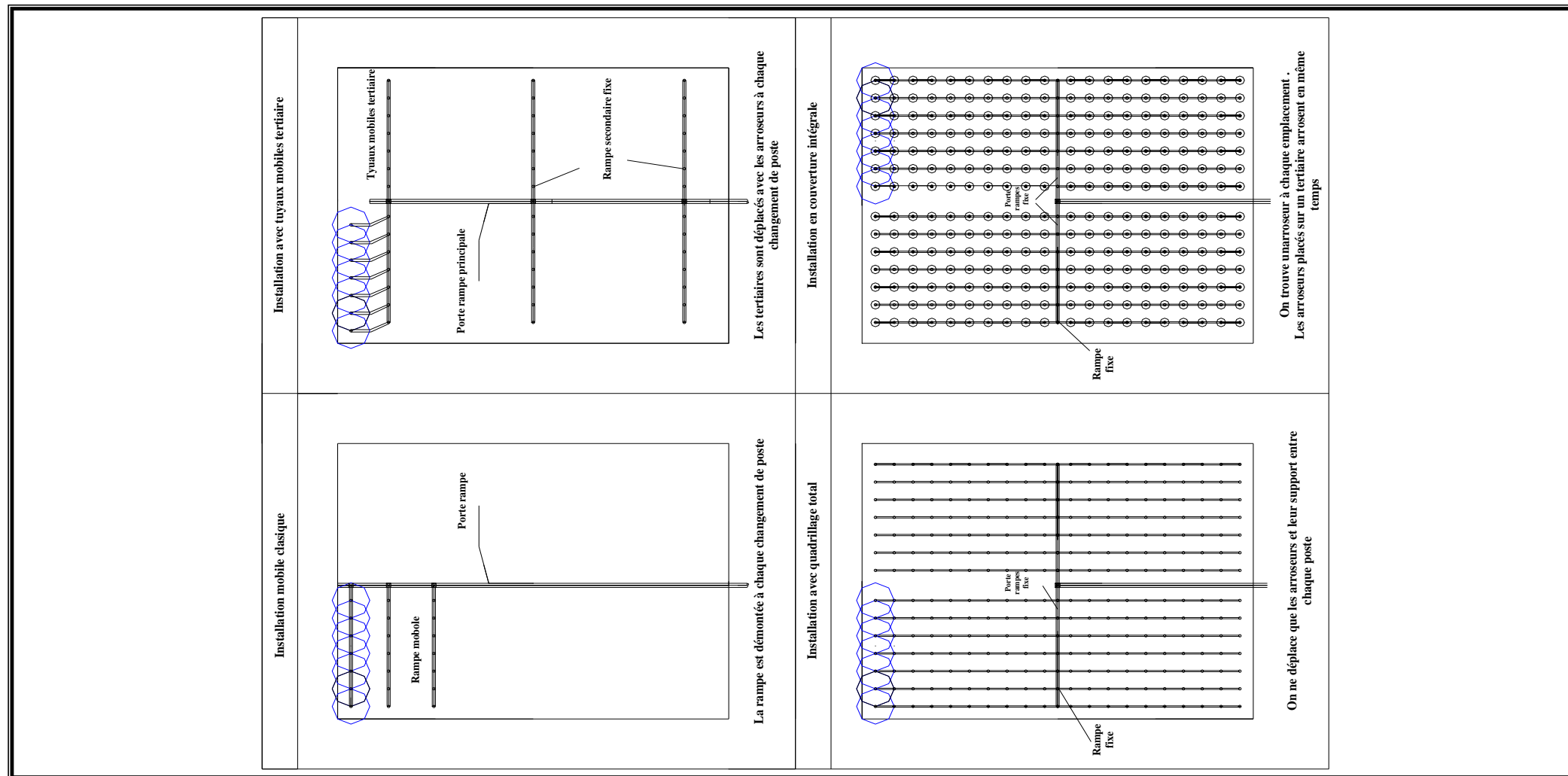


Figure V-2 : les parcelles d'irrigation en aspersion

V-4-Avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion**V-4.1-Avantages de l'irrigation par aspersion**

- L'aspersion ne nécessite en aucune manière le nivellement préalable des sols.
- Elle libère l'exploitation des structures superficielles de canaux et rigoles.
- Par le contrôle systématique de l'intensité de la pluie, elle permet d'arroser avec la même efficacité les sols les plus sableux.
- Elle permet le contrôle précis de la dose à appliquer tant en quantité qu'en qualité.
- Elle évite les pertes par percolation et colature et augmente considérablement le rendement de l'irrigation, diminuant par voie de conséquence, les besoins en eau d'irrigation à l'unité de surface.
- Elle permet dans certaines conditions, la protection antigel.
- Elle peut se combiner avec des opérations de fertilisation.
- Elle entraîne des économies très importantes de main d'œuvre, comparée à l'irrigation traditionnelle.
- Elle engendre des modules d'irrigation très inférieurs à ceux générés par l'irrigation traditionnelle et ouvre la voie aux réseaux collectifs de distribution sous pression à la demande.
- Elle est constituée de structure souple, mobile, adaptable à tous les cas particuliers.

V-4.2 -Inconvénients de l'irrigation par aspersion

- Elle entraîne au niveau de l'exploitation, des dépenses extérieures d'investissement et d'exploitation très supérieures à l'irrigation traditionnelle.
- Elle s'avère mal adaptée aux régions à vents dominants.
- Elle ne peut pas être utilisée avec des eaux salées.
- Elle oblige la multiplicité des traitements en raison du lavage des appareils foliaires,
- Dans certaines conditions, elle peut favoriser le développement de certaines maladies,
- Elle peut être mal adaptée à certains sols de type battants à structure superficielle fragile.
- Elle peut présenter des aspects rebutants de point de vue de déplacement du matériel dans des zones à cultures hautes.
- Assure une forte oxygénation de l'eau.
- Mauvaise adaptation aux eaux salées.

V-4-3 L'irrigation localisée :

L'irrigation localisée, ou micro-irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle. Elle se caractérise par :

- la mise en place sur la parcelle d'un réseau dense de canalisations (rampes) couvrant

Totalement la surface à irriguer.

- l'apport de l'eau au voisinage de la plante ; l'eau se localise en surface, pénètre dans le sol où elle se déplace verticalement par gravité, obliquement et horizontalement par capillarité dans une partie seulement de la zone pouvant être explorée par les racines. le volume de sol ainsi humidifié appelé « Bulle humide » .

- une frange capillaire non saturée où l'humidité décroît en fonction la distance au

goutteur.

- selon le type de distributeur utilisé, l'eau se localise par point (Goutteurs ;Gaines), par lignes (Système Bas-Rhone ;Tube Poreux) ou par surfaces plus ou moins grandes (mini-diffuseurs ;micro-asperseurs).

L'irrigation localisée est surtout pratiquée en cultures **Maraîchères** ou **Fruitières**

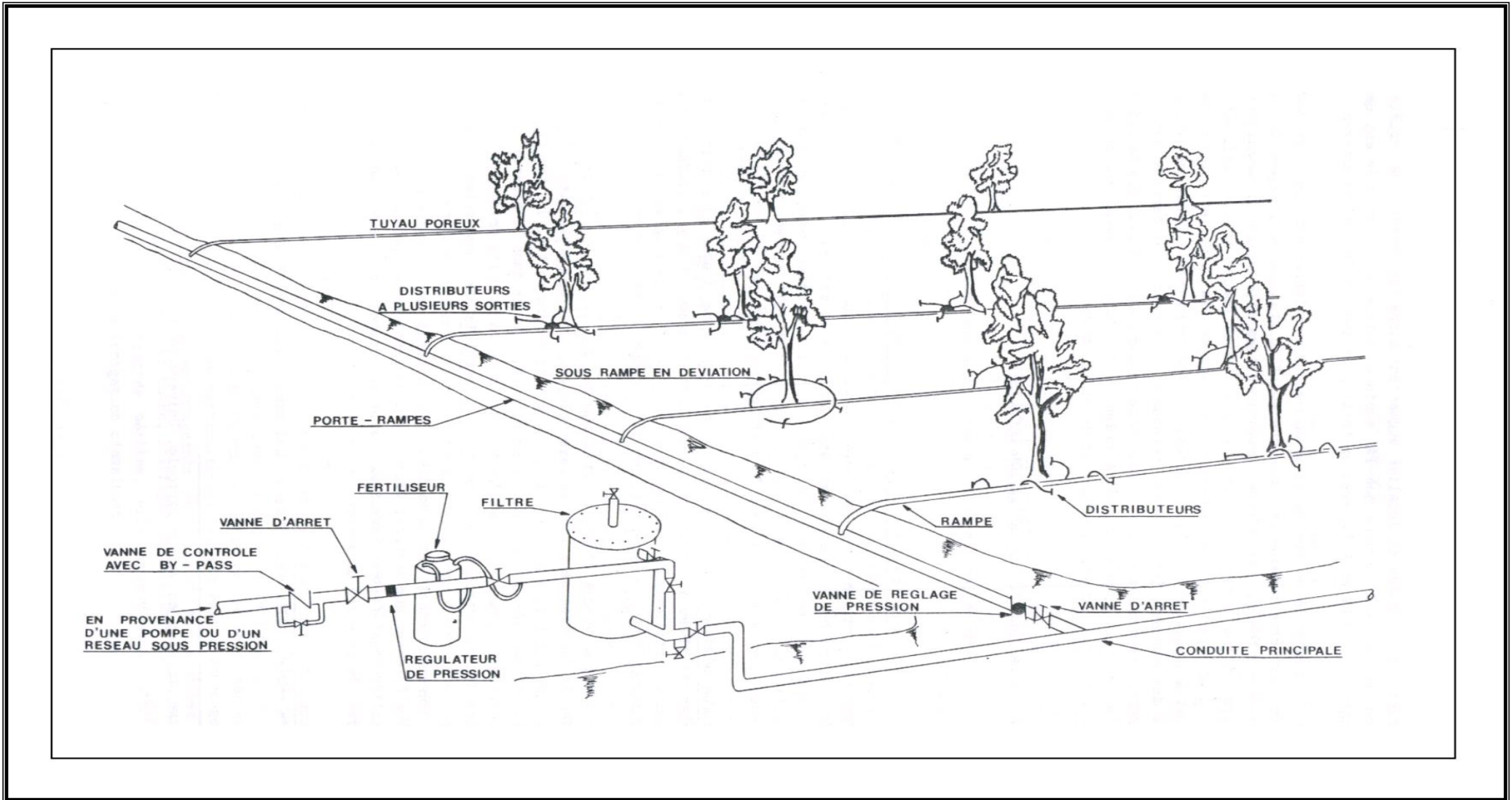


Figure V-3 : irrigation en goutte à goutte

V-4-4 Choix des techniques d'irrigation :

Le choix d'une technique d'irrigation repose sur un ensemble de critères et de contraintes qui ont été étudiés par Hlavec (1995) :

- topographie (pente du terrain, relief, géométrie de la parcelle) ;
- ressource en eau (quantité, qualité, débit dont on dispose) ;
- nature des cultures ;
- nature du sol (perméabilité) ;
- facteurs sociologique et culturels ;
- facteurs économiques ;
- rentabilité de l'opération.

On ne doit pas considérer chacun de ces critères de manière isolée. Au contraire, il faut en avoir une vision globale afin de mieux évaluer les potentialités d'irrigation d'un site ou d'une région donnée. Pour mieux aider à conduire le choix, il est proposé ci-avant un examen des avantages et des inconvénients de chacun des grands types de techniques d'irrigation.

Par ailleurs, quelques constats remarquables à prendre en considération permettent de définir de façon plus avertie des solutions adaptées aux différentes situations que l'on rencontre dans le monde :

- Dès que l'on veut économiser l'eau, les deux techniques à promouvoir sont l'aspersion par les grandes machines à irriguer ou l'irrigation localisée, mieux adaptée aux cultures fruitières et maraîchères ainsi qu'aux petites ou moyennes exploitations.

- Quand les quantités d'eau à apporter à la plante sont faibles, et que l'énergie n'est pas très chère, les machines à enrouleur sont adaptées, les coûts d'investissement étant faibles.
- Au contraire, les techniques d'irrigation de surface peuvent alors être recommandées dans le cas où la main-d'œuvre est bon marché. Elles le sont encore plus lorsque le réseau lui-même est gravitaire, par exemple à l'aval d'un barrage ou d'une prise en rivière.

Les grandes machines à irriguer, rampe pivotante ou rampe frontale, ne sont pas adaptées aux "petites" exploitations, obligées de cultiver les mêmes spéculations, aux mêmes périodes

Conclusion

Le choix d'un système d'irrigation rationnel pratiquement utilisable et économique doit tenir compte des critères d'ordre socio-économiques et techniques.

L'implantation de systèmes d'irrigation modernes permet de diversifier les cultures et d'augmenter considérablement leurs rendements, en particulier les céréales.

CHAPITRE VI:

ETUDE COMPARATIVE A LA PARCELLE

VI.1.Introduction :

Dans le but d'économiser le maximum d'eau et d'avoir une haute performance du réseau d'irrigation, nos parcelles seront dimensionnées par les deux techniques les plus efficaces des systèmes d'irrigation à savoir l'aspersion et le goutte à goutte et cela, vu leurs économie d'eau et leurs avantages sur les rendements des cultures.

VI.2. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation par aspersion :

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

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.

VI.2.1. Choix de la culture:

Dans notre cas nous avons choisi l'irrigation la Tomate, Pour laquelle la totalité des canalisations et des arroseurs est mise en place sur la parcelle, durant toute la campagne d'irrigation.

VI.2.2. choix et caractéristiques de la parcelle :

On va choisir la parcelle n° 61 de l'ilot n°1 dans une parcelle :

- ✓ La culture mise en place est **la tomate** sur une surface de **5 ha**.
- ✓ La pression du service de la borne **B1** est de **3.2 bar**.

Tableau VI. 1: tableau récapitulatif des données nécessaires pour le dimensionnement.

Caractéristique du périmètre		Caractéristique du sol et de la culture	
Longueur	120	Besoins en de pointe	260.86 mm/mois
Largeur	120	Perméabilité du sol	9.25 mm/h.
Temps de travail	26jours/mois	Temps de travail	22 h/jr

➤ **Calcul de la dose pratique la RFU :** elle est calculée comme suit :

$$RFU = Y *(H_{cc} - H_{pf})*Da*Z$$

Avec :

Y: degré de tarissement : égal à 2/3 ;

Da: densité apparente : égale à 1.35

Z: profondeur d'enracinement mm (1m)

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

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

Donc : $D_p = (27-16) /100 \times 1500 \times 2/3 \times 1.35 \times 0.25 = D_p=37.13mm.$

VI.2.3. Dimensionnement théorique :**a- Calcul du diamètre de l'ajutage :**

La perméabilité du sol $K=9.1$ mm/h; On pose $p \leq k$ tel que p : pluviométrie de la buse.

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

$$P = \frac{1,5 \cdot d}{1,04} \text{ donc: } d = \frac{p \cdot 1,04}{1,5}$$

$$\text{D'où: } d = \frac{9,25 \cdot 1,04}{1,5} = 6,41 \text{ mm}$$

b- Calcul de la portée du jet (L);

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

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

Avec :

d : le diamètre de la buse (mm)

h : pression à la buse (m), dans notre cas la pression min $P=3$ bars, hauteur d'eau =30m.

$$L = 3 \cdot (6)^{0,5} \cdot 30^{0,25} = 17,19$$

Théoriquement, cette formule est valable, mais demande encore plus de précisions en fonction du diamètre choisi et recommandé par le fournisseur.

Ecartements entre les rampes et arroseurs :

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

- E_l entre les lignes d'arrosage : 1,25L (vent faible) à 1,02 L (vent fort).
- E_a entre les arroseurs sur la rampe : 0,8 L (vent faible) à 0,5 L (vent fort).

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

Notre zone d'étude présente des vitesses maximales de vents de l'ordre de 1.8 m/s=6.5Km/h, donc on prend les valeurs suivantes :

$$E_l = 1,25 \cdot 17,5 = 21,9 \text{ m}$$

$$E_a = 0,8 \cdot 17,5 = 14,0 \text{ m}$$

➤ Les valeurs normalisées des écartements sont comme suit :

$$E_l=22\text{m}, E_a=14\text{m}, \text{ soit donc un écartement } 22 \times 14 \text{ m.}$$

c- Débit de l'asperseur :

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

$$q = 0,95 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$q = 0,95 \cdot \frac{3,14 \cdot (6 \cdot 10^{-3})^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 30}$$

$$q = 2,35 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Avec q débit de l'asperseur (m³/h).

d- Vérification de la pluviométrie de la buse :

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

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

Q : est le débit de l'asperseur choisi, q=2.37 m³/h

$$\text{D'où } p = \frac{2,37}{22 \cdot 14} = 0,0077 \text{ m} / \text{h} = 7,7 \text{ mm} / \text{h}$$

Donc le diamètre de la buse (6 mm) choisi, assurera une pluviométrie P≤K=9.1 mm/h.

e- Calcul du tour d'eau :

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

$$T_{eau} = \frac{DOSE_{RFU} \cdot N_J}{B_{mp}}$$

$$T_{eau} = (99 \cdot 26) / 260,86 = 9,86 \text{ jours.}$$

On prend un tour d'eau de 10 jours.

Donc on irrigue Trois fois par mois.

f- La dose réelle :

$$Dr = T_{eau} \cdot \text{les besoins journaliers} = 10 \cdot (260,86/30) = 86,95 \text{ mm}$$

$$Dr = 86,95 \text{ mm.}$$

g- Calcul de la dose brute :

$$Db = \text{La dose réelle} / 0,75 = 86,95 / 0,75 = 115,95 \text{ mm}$$

h- Temps d'arrosage :

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

$$T = \frac{\text{dose_brute}}{\text{pluviometrie}} = 115,95 / 6,2 = 18,69 \text{ h}$$

$$T = 19 \text{ h avec une dose brute de de } 115,95 \text{ mm}$$

Donc on pourra adopter 1 post par jour pour un asperseur.

i- Calcul du débit d'équipement (Q_{eq}) :

$$Q_{eq} = \frac{S(ha).B(mm).10}{T.n.Nj} = \frac{3*260.86*10}{19*1*26} = 15.84 m^3/h$$

j- Calcul de l'unité d'arrosage (SU) :

$$\text{La surface unitaire arrosée : } SU = \frac{S}{Teau.n} = \frac{3}{19.1} = 0.157 ha$$

k- Nombre d'asperseur requis (N_{asp}) :

$$N_{asp} = \frac{SU.10000}{El.Ea} = \frac{0.157.10000}{22.14} = 5.09 asp$$

Donc on prend 5 asperseur.

VI.2.4. Dimensionnement hydrauliques des rampes :

a- Longueur de la rampe :

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

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

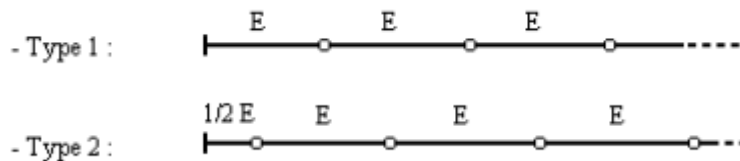


Figure IX.1. Dispositifs d'installation des asperseurs.

La longueur de la rampe est donc :

Pour le type 1 : $L = n \cdot E$

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

D'où :

on installe selon le type 1 : $L = n \cdot E$

d'où :

$$L = \text{largeur de terrain} / 2 - Ea/2 = 120/2 - 14/2 = 53 \text{ m}$$

b- Nbre asperseur/rampe (N) :

$$N = \text{largeur}/Ea = Lr/Ea = 53/14 = 3.7 \text{ asperseurs} = 4 \text{ aspr/rampe}$$

c- Nombre de rampes (N_r):

$$N_r = N_{asp} / (\text{nbr asp/rampe}) = 1 \text{ rampe.}$$

On travaille avec 01 rampe

d- Calcul du débit de la rampe (Q_r) :

$$Q_r = \text{le débit de l'asperseur} \times \text{le nombre d'asperseur/rampe.} \quad (\text{VII-8})$$

$$\text{Le débit de la rampe : } Q_r = 2,35 \cdot 4 = 9.4 m^3/h = 0.0026 m^3/s$$

Nombre de position des rampes :

$$N_r = \frac{lr}{E_l} = \frac{120}{22} \approx 6$$

Lr : longueur du terrain = 120 m, El : espacement entre les rampes (=22m).

Le nombre de poste égale à 6 postes.

e- Calcul du Diamètre de la rampe :

$$\text{Diamètre de la rampe : } D_R = \sqrt{\frac{4Q_R}{\pi.V}}$$

Avec

V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe

$$\text{Ou : } V \leq V_{ADM} ; V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] m/s$$

On suppose que V= 1.5 m/s et on calcule D_R

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot 2.6 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 1.5}} = 0,047 m = 47 mm$$

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

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

Le diamètre normalisé ($D_r=50$ mm).

La nouvelle vitesse sera :

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * d^2} = \frac{4 * 2.6 * 10^{-3}}{\pi * (50 * 10^{-3})^2} = 1.32 m/s \quad \text{Ce qui est conforme.}$$

f- Dimensionnement de la porte-rampe :

La longueur de la porte-rampe est calculée par :

$$L_{pr} = 120 - 22/2 = 109 \text{ m}$$

On recalcule avec le porte-rampe :

$$Q_{p_rampe} = Q_{asp} * (n_{asp}/rampe) * N_{rampe} = Q_r * N_{ramp} = 0.0026 * 1 \quad Q = 0.0026 m^3/s$$

$$\text{Ou : } V \leq V_{ADM} ; V_{adm} \in [0.5 \div 2.5] m/s$$

On suppose que V = 1.5 m/s et on calcule D_R

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2.6 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 1,5}} = 0,05 m = 50 mm ,$$

Donc le diamètre normalisé ($D_{pr}=50$ mm), et les pertes de charges n'ont pas dépassent les normes de Christiansen

On prend donc un diamètre de la porte rampe de 50mm.

g- Calcul des pertes de charge :

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

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_H} \right)^{1.852} \frac{Q^{1.852}}{D^{4.87}}$$

Ou ΔH = Perte de charge unitaires (m/m)

Q : Debit de la conduite en m³/s

CH : coefficient equivaut à 140.

Pour la rampe on a : L=53m, D= 0.050 m, Q= 0.00288 m³/s

ΔH_{rampe} = 2.2 m .

Pour la porte rampe on a : L=109m, D=0.05m, Q=0.0026m³/s

ΔH porte-rampe = 1.27 m.

Les pertes de charges totales pour les rampes sont de 2.2m et 1.27m pour la porte rampe.

Donc :

$\Delta H_t = 2.2 + 1.27 = 2.47$ m de perte de charge, la règle de Christiansen est donc respectée.

VI.2.5. Calcul de la pression en tête du réseau:

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

$$H = H_1 + H_2 + H_3$$

H : pression à la tête de la parcelle.

H₁ : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (3bar).

H₂ : perte de charge totale de la rampe

H₃ : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

H = 30 + 2.47 + 0 = 32.47m.

P = 3,3 bar, ce qui est largement suffisant vu la pression aux bornes qui est de 3.5 bars.

VI.3. Dimensionnement d'un réseau d'irrigation goutte à goutte :

VI.3.1. données nécessaire pour le dimensionnement :

On va choisir la parcelle n° 61 de l'ilot n°1 dans une parcelle :

- ✓ la pression du service de la borne **BG1** est de **3.2 bar**.
- ✓ La culture mise en place est **la tomate**, dont :
 - Besoins en de pointe **260.86 mm/mois**
 - surface de **3 ha**
 - Longueur: **120 m**.
 - largeur : **80 m**.
 - avec un écartement de **2*2,2m**
 - un espacement des goutteurs **2 m**:

- **Caractéristique du goutteur ;**
 - Débit nominal : 1 l/h
 - Pression nominale : 10 m.c.e
 - Espacement des goutteurs : 1 m
 - Le nombre de goutteurs par arbre : 2

VI.3.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :

a) 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 un coefficient de réduction K_r :

K_r dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 60\%$) pour les plantes adultes.

K_r peut être calculé par diverses formules proposées ci-après :

- **KELLER et KARMELI (1974) :**

$$K_r = \frac{C_s}{0.85}$$

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

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s)$$

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

$$K_r = 0.1 + C_s$$

- Pour notre cas on considère un taux de couverture égale à 60% (pour les arbres adultes) donc :

$K_r = 0.80$ selon Freeman et Garzoli

$K_r = 0.70$ selon Decroix (CTGREF)

On prendra un coefficient $K_r = 0.80$

$$B_{ji} = B_j * K_r$$

$$B_j = ETM_c = 4,32 * 0.8 = 3.456 \text{ mm/j}$$

b) Dose nette pratique :

La deuxième étape en micro-irrigation, est la détermination d'une fraction ou pourcentage d'humidification du bulbe humide dans la zone racinaire. La différence par rapport aux autres systèmes (gravitaire ou par aspersion) est qu'il ne s'agit plus d'humidifier uniformément la totalité du sol sur une même profondeur h :

La dose (RFU) étant définie par la hauteur d'eau P :

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot P\% = RFU \cdot P\%$$

Tel que : H_{cc} : (27%), H_{pf} : (16%) ; Y : (2/3) ; Z : profondeur des racines (1500 mm)

P : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n \cdot S_{pd} \cdot S_h}{S_a \cdot S_r}$$

P : Volume du sol humidifié

N : Nombre de point (goutteurs) de distribution par arbre =2

S_{pd} : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre = 1

S_h : Largeur de la bande humidifiée = 0.5m

S_r : Ecartement entre rangs d'arbre =2.20

S_a : espacement des arbres sur les rangs= 2

$$P\% = \frac{2 \cdot 2 \cdot 0.5}{2 \cdot 2} = 41\%$$

$$D_p = (27-16) / 100 \times 1500 \times 2/3 \times 1.35 \times 0.41 \quad \text{donc : } D_p = 60.885 \text{ mm}$$

c) Fréquence des arrosages (Fr_{jours}) :

La fréquence d'arrosage est donnée par la formule suivante :

$$Tr = \frac{Dose\ nette}{ETMc} = \frac{60.885}{4.32} = 14.1 \text{ jours}$$

Donc on prend $Tr = 14$ jours.

d) Calcul de la dose réelle :

On recalcule la nouvelle dose réelle (dose brute): $D_{brute} = B_j \cdot Tr / (E_f \cdot C_u)$

C_u : coefficient d'uniformité $C_u = 90\%$

E_f : efficacité du réseau d'irrigation $E_f = 90\%$

$$D_{brute} = \frac{D_r}{C_u \cdot E_f} = \frac{3.456 \cdot 14}{0.9 \cdot 0.9} = 59.73 \text{ mm}$$

Avec: $D_r = B_j \cdot Tr$

e) I Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) :

$$\theta = \frac{D_{br} \cdot S_d \cdot S_r}{n \cdot q_g}$$

Avec :

S_r et S_d espacement entre rang et distributeur, n et Q_g nombre et débit du goutteur.

$$\theta = \frac{64.1 \cdot 1 \cdot 2.2}{1 \cdot 2} = 70.51 \text{ heures} \approx 71 \text{ heures}$$

f) **Durée d'arrosage journalier :**

$$D_j = \frac{\text{durée d'arrosage}}{Tr} = \frac{71}{14} = 6 \text{ heures/jour}$$

g) **Nombre de poste**

Le nombre de poste par jour est défini comme suit :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{\text{Durée d'arrosage journalier}} = \frac{20}{6} = 3.33$$

On prend 03 postes.

➤ **Surface du poste**

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{\text{Nombre de poste}} = \frac{3}{2} = 1.5 \text{ ha}$$

VI.3.3. Calcul hydraulique :

Les calculs hydrauliques consistent à déterminer les paramètres suivants :

- ✓ Les débits au niveau de chaque tronçon et à la tête du réseau.
- ✓ Les diamètres des conduites.
- ✓ Les vitesses d'écoulement de l'eau dans les conduites.
- ✓ Les pertes de charges totales.

La variation maximale du débit entre goutteur ne doit pas dépasser 10% selon la règle de Christiansen :

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\%$$

➤ **La variation maximale de la pression :**

$$q = K.H^x \quad \text{avec } x=0.5 \text{ (caractéristique du goutteur)}$$

$$\frac{\Delta q}{q(g)} = x \frac{\Delta H}{H(n)}$$

Avec :

$q(g)$: débit nominal du goutteur

$H(n)$ pression nominal $x=10$ mce pour les goutteurs (circuit court) et $H(n) = 32$ mce (3.2bar)

$$0.1 = 10 \frac{\Delta H(\text{max.})}{32}$$

$\Delta H(\text{max}) = 3.2/1 = 3.2$ mce.

Donc selon la règle de Christiansen 10% ΔH singulières = 0.32 m

Le reste 3 ΔH linéaire = 3 m

Donc pour les rampes $2/3. 3 = 2\text{m}$

Pour le porte rampe $= 1/3.3 = 1\text{ m}$

VI.3.4. Dimensionnement des canalisations du réseau :

Pour le calcul des dimensions des canalisations (rampe et porte rampe), on propose que les rampes soient en PEBD ou PEHD.

a- Les rampes :

Qui sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations où l'on a utilisé du PVC rigide de petit diamètre.

b- Les portes- rampes :

C'est la conduite qui alimente les rampes d'un seul côté ou des deux côtés. Ils peuvent être soit en polyéthylène moyenne densité (PE), soit en chlorure de polyvinyle rigide (PVC).

➤ Le diamètre de rampes ainsi que des portes rampes est calculé d'après les formules suivantes :

$$\varnothing r(cal) = \left[\frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

$$\varnothing pr(cal) = \left[\frac{P.d.c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}}$$

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
- Ør (cal) : le diamètre de rampes
- Øpr (cal) : le diamètre de porte rampe

❖ Pour les rampes : L= 80 m :

. Qr : Débit de rampe.

. Qg: Débit du goutteur

. Ng/r : Nombre des goutteurs par rampe

. Nr : Nombre des rampes

Qpr: Débit de porte rampe

▪ Le nombre d'arbres par rampe :

N arbres = $Lr/Ea=80/2 \Rightarrow 40$ arbres

- **Nombre des goutteurs par rampe :**

$$N = N_{\text{arbres}} * n = 40 * 2 = 80 \text{ goutteurs}$$

- **Débit de la rampe :**

$$Q_r = N_g * Q_g \quad Q_r = 1 * 80 = 80 \text{ l/h}$$

- **Diamètre de la rampe :**

$$\phi_r(\text{cal}) = \left[\frac{P.d.c(r) * 2.75}{0.478 * Q(r)^{1.75} L(r)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = 8.41 \text{ mm}$$

D_rampe = 8.41 mm, on prend DN = **16 mm**

❖ **-Pour le porte rampe : L=120 m**

- **Le nombre des rampes :**

$$N_r = L_{pr} / E_r = 120 / 2.2 = 54 \text{ rampes.}$$

- **Débit du porte rampe :**

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 80 * 54 = 4320 \text{ l/h}$$

- **Nombre de porte rampe :**

$$N_{pr} = 1 \text{ (1 seul porte rampe)}$$

- **diamètre de porte rampe :**

$$Q_{csl} = Q_{pr} * N_{pr} = 4320 * 1 = 4320 \text{ l/h} = 0.0012 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\phi_{pr}(\text{cal}) = \left[\frac{P.d.c(pr) * 2.75}{0.478 * Q(pr)^{1.75} L(pr)} \right]^{-\frac{1}{4.75}} = 46.11 \text{ mm}$$

Donc on prend $\phi_{pr} = 63 \text{ mm}$

VI.4. Conclusion :

A travers ce chapitre, une application du dimensionnement de deux systèmes d'irrigations a été réalisée afin de permettre une augmentation des rendements des cultures et une économie d'eau. Un système goutte à goutte pour la culture de tomate et l'aspersion pour lui-même, les pressions nécessaires au fonctionnement ont été bien vérifiées.

CHAPITRE VII :
ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

VII-1.Introduction

Après l'étude technique de la variante adoptée, il est nécessaire de faire une estimation économique du projet, dans le présent chapitre dans la première partie qui nous permettra de définir les aménagements connexes à prévoir dans la zone de projet, la gestion et la mise en irrigation du périmètre, ainsi que l'estimation de l'horizon de la réalisation des ouvrages tandis que, la seconde partie intervient sur l'estimation le coût de l'aménagement qui englobe, en général, tous les prix des équipements hydrauliques et hydromécaniques à utiliser ou à mettre en place à savoir :

- Le Coûts des conduites d'adduction et de distribution des réseau E-1 et D.
- Le Coûts de la station de pompage SPE et SPD.
- Le Coûts du réservoir RE et RD.
- Le cout des aménagements connexes.

VII.2 Evaluation des couts des investissements

Les coûts d'investissements sont ramenés à des annuités sur la base des hypothèses suivantes

- Taux d'actualisation : 0,8 à 10%
- Durée d'amortissement répartie comme suit :
 - 30 ans pour les conduites
 - 15 ans pour les équipements hydromécaniques et électriques
 - 40 ans pour les ouvrages de génie civil.

VII.1. Couts des conduites

VII.1.1- Conduites d'adduction

- Les caractéristiques des conduites d'adduction données dans le tableau 8.1, sont le résultat du calcul économique. Voir annexe IV.

Tableau VII.1 : Caractéristiques des conduites de la variante d'adduction adoptée.

Tronçons	Diamètre (mm)	Longueur (m)
Station de pompage SPE – Réservoir RE	900	1100

Les calculs des volumes des travaux de l'adduction donnée dans le tableau ci-dessus.

Tableau VII.2 : Caractéristiques des conduites de la variante d'adduction adoptée.

La conduite d'adduction SPE - RE			
Donnée de base			
D : diamètre de la conduite de refoulement 900 mm.			
e : hauteur du lit de pose 0.15 (m).			
h : la hauteur du remblai au-dessus de la conduite 0.8.			
L : longueur de la conduite 1100 m.			
<i>La largeur du fond de la tranchée</i>	$B = D + 0.6$	m	$B=0.9+0.6=1.5$
<i>Profondeur de la tranchée</i>	$H= e +D + h$	m	$H=0.15+0.9+0.8=1.85$
<i>Le volume de déblai</i>	$V_d=B*H*L$	m ³	$V_d=1.5*1.85*1100=3052.5$
<i>Le volume de lit de sable</i>	$V_s= e*B*L$	m ³	$V_s=0.15*1.5*1100=247.5$
<i>Volume occupé par la conduite</i>	$V = L*(\frac{\pi D^2}{4})$	m ³	$V=700$
<i>Le volume de remblai</i>	$V_r = V_d-(V+V_s)$	m ³	$V_r=2105$

➤ Les frais d'investissement sont **2041942.5DA** ventilés selon le tableau 8.4, présenté ci-dessous :

Tableau VII.3 : Estimation du cout de pose de canalisation de l'adduction.

Désignation des travaux	Unité	Quantité m ³	Prix unitaire DA	Montant DA
1) déblai et remblai	m ³	5157.5	300	1547250
2) lit de sable	m ³	247.5	800	198000
			Total (HT) 1	1745250
			TVA (17%)	296692.5
			Montant TTC	2041942.5

VII.1.2.2- Conduites de distribution

Les caractéristiques du réseau de distribution sont définies sur la base d'un calcul d'optimisation.

Les résultats d'optimisation du réseau de distribution sont donnés dans l'annexe IV Le tableau 8.5, ci-dessous présenté, récapitule les linéaires des conduites de distribution.

Tableau VII.4: Linéaire des conduites du réseau de distribution

Linéaire (ml)	Diamètre(mm)				
	200	300	400	500	600
13471	2970	4731	1533	2255	1442

Les frais d'investissement pour la réalisation du réseau de distribution du réseau 4 sont de **13258326,510 DA**, ventilés selon le tableau ci-dessous

- Les Calcul des volumes des travaux de distribution donnée dans le tableau ci-dessous.
- **1-Déblais d'excavation**

Tableau VII.5 : Volume de déblais

Déblai	H=1,2m		
Diamètre (mm)	B (m)	Longueur (m)	Volume du déblai (m3)
200	0.8	2970	2851,2
300	0.9	4731	5109,48
400	1	1533	1839,6
500	1.1	2255	2976,6
600	1.15	1442	1989,96
Somme : 14766.840			

2-Pose du lit de sable

Tableau VII.6 : volume du lit de sable

Déblai	H=0.15m		
Diamètre (mm)	B (m)	Longueur (m)	Volume du lit de sable (m3)
200	0.8	2970	356,4
300	0.9	4731	638,685
400	1	1533	229,95
500	1.1	2255	372,075
600	1.15	1442	248,745
Somme : 1845.855			

3-Remblais compacté

Tableau VII.7 : Volume du remblai compacté.

Diamètre (mm)	Section du conduit	Longueur (m)	Volume de la conduite (m3)	Volume du lit de sable (m3)	Volume du déblai (m3)	Volume du remblai compacté (m3)
200	0,031	2970	92,07	356,4	2851,2	3299,67
300	0,071	4731	335,901	638,685	5109,48	6084,066
400	0,126	1533	193,158	229,95	1839,6	2262,708
500	0,196	2255	441,98	372,075	2976,6	3790,655
600	0,283	1442	408,086	248,745	1989,96	2646,791
Somme : 18083.89						

Tableau VII.8: Coût d'investissement du réseau de distribution.

Désignation des travaux	Unité	Quantité (m ³)	Prix unitaire (DA)	(Montant DA)
1) déblai	m3	14766.840	300	4430052
2) lit de sable	m3	1845.855	800	1476684
3) remblai	m3	18083.89	300	5425167
			TOTAL (HT) 1	11331903
			TVA (17%)	1926423,51
			Montant TTC	13258326,510

VII.2. Coûts de la station de pompage

Le coût des stations de pompes SPE et SPD est décomposé en deux : l'un est lié au génie civil, l'autre, proportionnel à la puissance totale absorbée, pouvant être assimilé aux investissements hydromécaniques et électriques installés.

Ces coûts sont définis sur la base des estimations des travaux de réalisation des stations prévues dans le schéma des aménagements hydro-agricoles en Algérie.

Les figures 7.3, et 7.4, représentent les courbes de définition des coûts de réalisation des stations de pompes, d'après l'analyse d'un ensemble de stations de pompes des projets d'aménagements hydro-agricoles dans les périmètres suivants :

- *Etude de la vallée de l'oued Sahel et plateau d'El Asnam.
- *Etude de la vallée Bas-isser couloir 01 et couloir 02.
- *Etude du Sahel Algérois.

Les caractéristiques de la station de pompage sont données ci-dessous. Les coûts des investissements de la station de pompage, issus des figures n° 9.1 et 9.2, sont de l'ordre de **3634674,000**

DA.

Tableau VII. 9 : caractéristiques de la SPE.

Nbre de jours de pompage/mois	30jours
Débit nominal de la station de pompage SPE	1104 l/s
Puissance absorbée par SPE	3*147 KW
Puissance installée à SPE	450 KW

Tableau VII.10 : Coût d'investissement de la station de pompage SPE et SPD

Désignation	Coûts (DA) Investissements		Coûts total (DA)
	Génie civil	Equipements	
Section 1	1 752 200	65138	2*1 817 337= 3634674,000

VII.3. Coûts du réservoir

La figure 7.5, définit le coût d'investissement du réservoir en fonction de sa capacité de rétention et est établie sur la base d'une étude d'évaluation des coûts de réalisation des réservoirs prévus dans les aménagements hydro-agricoles en Algérie, cités ci-dessus.

Les coûts de réalisation et d'acquisition des équipements des réservoirs sont évalués par la figure, à **17 024 110 DA**. Voir ci-dessous.

Tableau VII.11: Coût d'investissement des réservoirs.

Désignation	Réservoir RE
Débit de pointe (l/s)	1104
Capacité de stockage (m3)	6893.784
Capacité de stockage retenue (m3)	6900,00
Coûts d'investissement (DA)	17 024 110

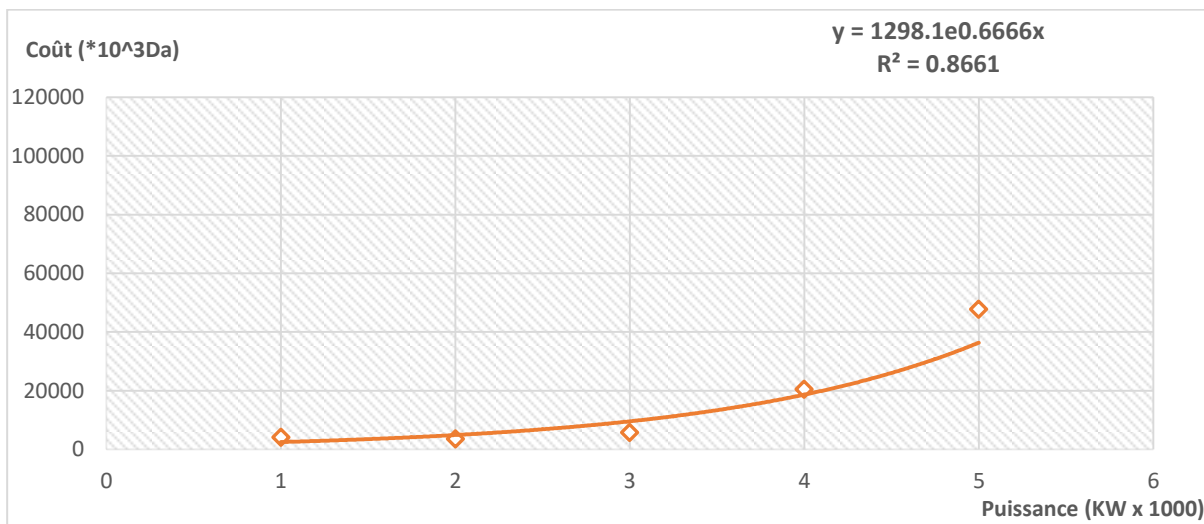


Fig. VII.3. Coût de génie civil de la station de pompage en fonction de la puissance absorbée

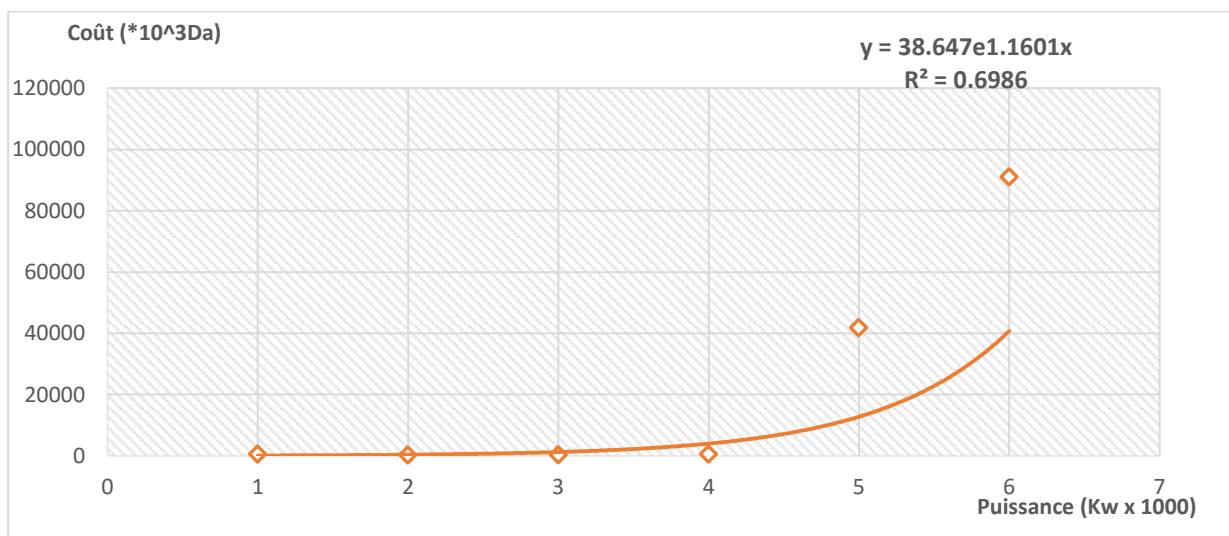


Fig. VII.4. Coût des équipements de la station de pompage en fonction de la puissance absorbée

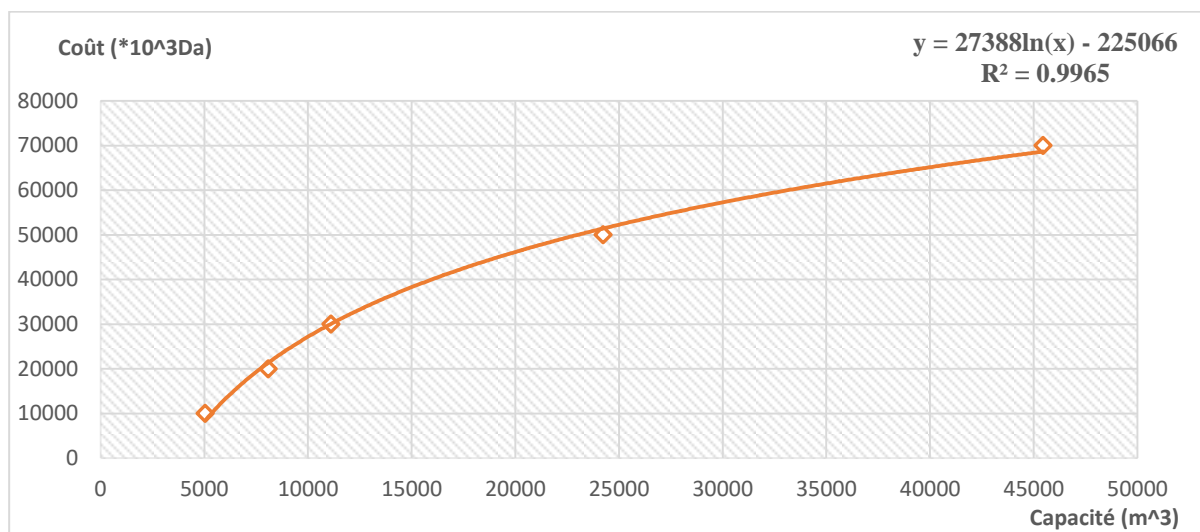


Fig. VII.5 Coût de réalisation de réservoirs en fonction du volume retenu

VII.4. Les aménagements connexes

VII.4.1 -Pistes et accès

Les investissements de réfection et d’ouverture de piste sont de 8 556 000DA, répartis selon le tableau suivant :

Tableau VII.12 : Coût d’investissement des pistes et accès.

Pistes	Nature des travaux	Unité	Quantité	Prix unitaire	Montant DA
Réseau 04 (BSAKRA)	Réfection de pistes existantes principales	ml	2000	165	330000
	Réfection de pistes existantes secondaires	ml	2700	156	421200
	Réalisation de pistes principales	ml	2200	960	2112000
	Réalisation de pistes secondaires	-	6400	752	4812800
	Réalisation piste d’adduction SPE-RE	ml	1100	800	880000
Total de pistes = 8 556 000 DA					

VII.4.2 – Brises vent

Les brise-vent à prévoir, est composé d'une rangée d'arbre d'espèces indigènes à croissance rapide, avec un intervalle entre les arbres de 1,5m, dont la réalisation

Les investissements de la réalisation des brises vent sont de l'ordre de 1 562 000DA. Voir tableau ci-dessous. *Tableau VII.13 : investissements de la réalisation des brises vent.*

Réalisation d'un réseau de brise vent				
Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Prix total (DA)
Arbre	Km	110	132 000	352000
Total				1 562 000

VII.5 Cout total des aménagements projetés

Le coût global des aménagements prévus dans le périmètre BSAKRA (secteur 04 Moyen Chélif) est de l'ordre de **44 711 737 DA**.

Tableau VII.14 : Récapitulatif des coûts d'investissements du périmètre.

ZONE	Catégorie d'investissement	Coûts des Investissement (DA)
(Secteur 04) BSAKRA	Réseau de distribution	13258326,510
	Réseau d'adduction	2 488 289
	Station de pompage SPE	3634674
	Réservoir RE	17 024 110
	Pistes et accès	8 556 000
	Brises vent	1 562 000
Totaux		24709073,000

VII.6 Cout des consommation intermédiaire de la situation projetée

Les coûts des consommations intermédiaires ou intrants agricoles englobe le cout des amendements organiques et produits brut du périmètre, sont définis d'après les prix unitaires présentés par le tableau suivant :

Tableau VII.15: Prix unitaire des amendements organique (année 2013)

Désignation	Unité	Prix (DA)
Ammonitrate 33,5%	(qx)	1 500
0-20-25	(qx)	2 250
12-18-18	(qx)	2 225
11-15-15	(qx)	2 225
Super phosphate 46%	(qx)	2051
Sulfate de potasse	(qx)	2040
Afalon	(L)	820
Perimor	(kg)	2000
Sandofan	(kg)	1070
Sencor	(kg)	3800
Soufre fleur	(kg)	25
Soufre broyé	(kg)	16
Sufix double action	(L)	778
Rubigan	(L)	3926
Manebe	(kg)	400
Dcis	(L)	1000
Organo-cuprique	(kg)	185
Huile jaune	(L)	82
Pelt 44	(kg)	375

Propinebe	(kg)	400
Ultracide 40	(L)	900

Prix unitaire des Produit bruts (année 2013)

Le cout total des consommations intermédiaires est donné dans le tableau suivant :

Tableau VII.17 : Le cout total des consommations intermédiaires

Produits	Surface	Prix unitaire.	Coût
	(ha)	(DA)	(DA)
Haricot sous serre	5.017	469233	2354141.961
Tomate sous serre	5.017	617716	3099081.172
Courgette sous serre	5.017	268474	1346934.058
Poivron	5.017	287113	1440445.921
Concombre	5.017	471895	2367497.215
Total sous serre	25.085	2114431	53040501.64
Pomme de terre primeur	64.18	159020	10205903.6
Pomme de terre arr. saison	29.08	138845	4037612.6
Pastèque	32.09	72245	2318342.05
Carotte	32.09	46014	1476589.26
Tomate	32.09	79957	2565820.13
Petit pois	32.09	66528	2134883.52
Chou vert	3.01	64232	193338.32
Oignon sec	3.01	44628	134330.28
Melon	32.09	72409	2323604.81
Haricot vert	29.08	77345	2249192.6
Total maraîchage	288.81	821223	237177414.6
Blé	106.26	32918	3497866.68
Vesce –avoine	52.69	33396	1759635.24
Bersim	54.3	42188	2290808.4
Total grandes cultures	213.25	108502	23138051.5
Pommier	80.64	79159	6383381.76

Pêcher	87.98	108700	9563426
Agrume	160.4	126770	20333908
Total arboriculture	329.02	314629	103519233.6
vigne	143.835	90032	12949752.72
Totaux	1000	3448817	95026496.3

VII. Les aménagements connexes et chronogramme des travaux

VII.1. Les aménagements connexes

VII.1.1. Accès

La zone de projet est desservie par des ensembles des infrastructures routières (routes goudronnées, chemin de fer, etc.). Telle que le périmètre est longé par la RN 4 reliant Alger à Oran. Ces routes existantes sont permises l'accès direct aux exploitations.

VII.1.2. Pistes

Un grand nombre de pistes en terre issues de ce réseau principal permet d'accéder à toutes les zones du périmètre, mais dans tous les cas, les conditions de circulation sont très médiocres pendant les périodes pluvieuses, étant donné la nature limono-argileuse des terrains.

L'établissement d'un réseau de voies utilisables en toutes saisons et desservant chaque zone d'irrigation, fait partie des actions indispensables.

Ce réseau sera constitué de pistes principales et secondaires qui permettront d'accéder à tous les îlots d'irrigation. Telle que Les pistes principales seront à double voie de roulement, la largeur utile de la chaussée étant fixée à 6 m, pour permettre à deux camions de 2,5 m de largeur de se croiser sans difficulté. Les pistes secondaires ne comportent qu'une voie de roulement de 3 m. Les pistes seront des chaussées en terre, destinées à recevoir ultérieurement un revêtement hydrocarboné.

Dans la majorité des cas, leur tracé épousera celui des pistes existantes et les actions prévus comprendront essentiellement : une mise au gabarit et un reprofilage et la confection d'une chaussée moins sensible aux intempéries.

La figure suivante représente le profil en travers type, des nouvelles pistes envisagées.

Les travaux envisagés sont quantifiés et représentés par le tableau ci-dessous :

- Cette partie du projet comprend **4.2 km** de pistes principales et **9.1 km** de pistes secondaires.

Tableau VII.1 : Travaux envisagés dans le Secteur 04 (bsakra)

Pistes	Pistes principales (km)		Pistes secondaires (km)	
	EXISTANTE	PROJETE	EXISTANTE	PROJETE
SECTEUR 4	2,0	2,2	2,7	6,4

VII.1.3. Brises vent

Nous avons déjà signalé dans le chapitre I que La région d'étude est caractérisée par un climat méditerranéen frais et humide en hiver, chaud et sec en été, une pluviométrie moyenne, avec deux saisons : la saison sèche qui commence au mois de mars jusqu'au décembre et la période excédentaire qui s'étale de janvier à mars.

Les vents atteignent les 2.6 m/s de direction Nord-Ouest en période hivernale et durant la période estivale, ils sont Ouest.

La mise en place des brises vent est dictée par les caractéristiques climatiques de la région. Pour cela, la protection du périmètre contre les vents s'impose, en installant des brises vent de bordure et même au niveau des parcelles.

La brise vent à prévoir, est composée d'une rangée d'arbres d'espèces indigènes à croissance rapide, avec un intervalle entre les arbres de 1m. Sur le littoral, nous utilisons souvent le Tamaris, les Graminées et temporairement : le roseaux et seigle.

Les caractéristiques du profil en travers sont indiquées dans la figure 7.1 :

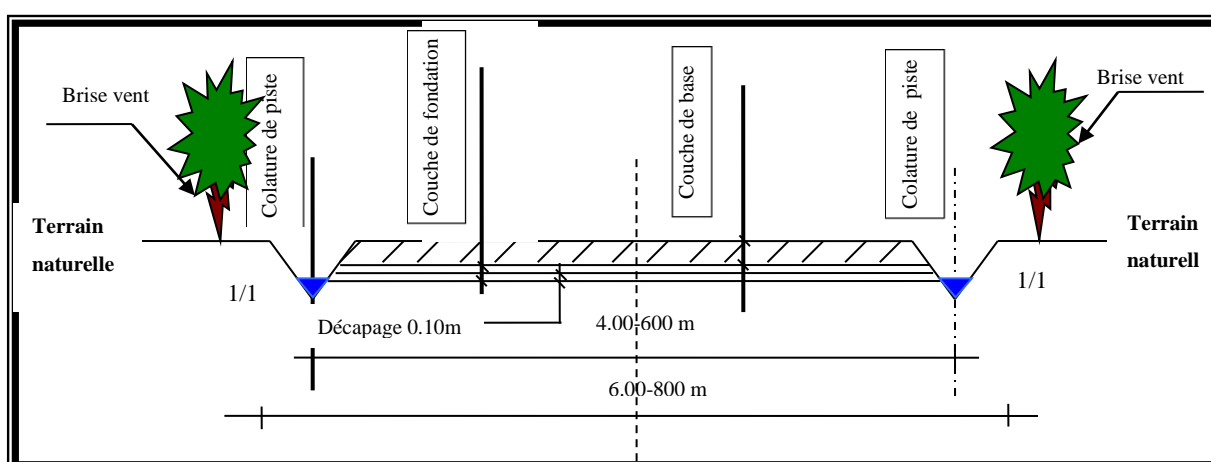


Fig.

VII.1. Profil en travers type de la piste à projeter

VII.2. Exploitation et chronologie de réalisation

VII.2.1. Gestion et exploitation du système d'irrigation

Dans l'Algérie avant vingt ans, le ministre des ressources en eau a créé l'office national d'irrigation et de drainage O.N.I.D après Agence Nationale de Réalisation et de Gestion des Infrastructures Hydrauliques pour L'irrigation et Drainage A.G.I.D pour La gestion et l'exploitation de tout projet hydro-aménagement du périmètre d'irrigation.

L'aménagement de notre secteur géré par le bureau d'étude de sarl-albehja (Borj-bouariraj) et réalisé par l'entreprise (Oran) et contrôlée par l'office nationale d'irrigation et de drainage O.N.I.D (chlef).

Il aura pour le fonctionnement de tous ces organismes d'assurer la manœuvre de l'ensemble des équipements hydrauliques, de façon à assurer régulièrement l'approvisionnement en eau d'irrigation des parcelles, selon les besoins des cultures et du planning d'irrigation de façon à éviter les pertes d'eau et à organiser la distribution de l'amont à l'aval.

L'organisme de contrôle O.N.I.D recevra la demande en eau des exploitants, suivra la consommation, facturera et encaissera les redevances pécuniaires pour les usagers agricoles. Il aura ainsi à suivre l'état des performances de tous les ouvrages placés sous sa responsabilité, par le contrôle de ces ouvrages d'adduction, de distribution, d'entretenir les équipements, de surveiller et de relever les piézomètres dans ces derniers.

VII.2.2. Moyens nécessaires

Chaque organisme cité ci-dessus doit choisir et prévoir des personnels qualifiés, connaissant le fonctionnement des ouvrages annexes et leurs équipements, dotés de moyens de déplacement légers. Ils auront pour mission, la manœuvre et l'entretien des vannes, l'enregistrement des demandes, le relever des consommations et la surveillance du système de régulation dans le réservoir.

Ces personnels sera encadré par un chef de secteur, qui sera chargé de la révision des bornes, du contrôle des appareillages, de limiter le débit, réguler la pression et les piézomètres. Parallèlement à ce groupe, l'organisme doit dégager :

- un ingénieur hydraulicien
- un ingénieur agronome
- un technicien supérieur en hydraulique
- un ouvrier qualifié

* Lots 5 : Equipement des îlots d'irrigation.

VII.2.4. Chronologie d'exécution des travaux

La réalisation du système d'irrigation du périmètre BSAKRA , dépend de la disponibilité des financements.

Tout en tenant compte des démarches à suivre pour lancer les travaux de réhabilitation du barrage Oum Drou, nous estimons et cela comparativement à des situations similaires, que deux (02) années seront suffisantes pour trouver le financement nécessaire et lancer la consultation concernant les entreprises de réalisation.

En tenant compte du lancement de la réalisation du barrage et de l'année d'achèvement de l'ouvrage, ainsi que son financement, le projet de réalisation du système d'irrigation ne sera pas entamé avant (03) trois années.

Le chronogramme prévisionnel de réalisation des îlots de travaux de l'aménagement hydro agricole du périmètre de Bsakra est donné par la figure ci-après.

VII.2.5. Mise en eau d'irrigation

La mise en irrigation de l'aire du projet, dépendra de la disponibilité des équipements d'irrigation du réseau de distribution, des crédits nécessaires pour leur acquisition, du mode d'exploitation des terres, Elle ne pourrait être assurée avant la fin de l'année 2022.

De ce chronogramme, résulte une progression en cadence d'irrigation de l'ordre de : 25% en première année, 50% en deuxième année ; 75% en troisième année et 100% en quatrième année.

Conclusion

Après avoir défini les principaux ouvrages connexes à prévoir, nous constatons que le périmètre de Bsakra est doté d'un réseau de routes et d'accès assez dense, permettant le démarrage des travaux avec quelques réfections et réhabilitations des pistes pour garantir un bon déroulement, contrôle et suivi des travaux.

L'horizon de l'exploitation optimale du périmètre d'irrigation, dépendra des modalités et des délais dans lesquels seront réalisés :

- les ouvrages de mise en valeur au niveau public et privé,
- le fonctionnement de l'organisme chargé de la gestion du périmètre,
- les activités d'assistance technique et de formation professionnelle de l'agriculteur,

Ces éléments dépendent de la disponibilité de financements et de la capacité de fonctionnement des administrations publiques intéressées, ainsi que le degré de réponse et de l'intérêt témoigné par l'agriculteur.

Le devis estimatif et quantitatif de notre projet d'aménagements hydro-agricole du périmètre de Bsakra est estimé à **119735569,300 DA**, englobe, en général, les prix d'investissement de la conduite d'adduction, le réseau de distribution, la station de pompage, le réservoir et les aménagements connexes.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

En conclusion générale, cette étude a permis d'abord de faire une étude d'aménagement hydro-agricole du périmètre d'irrigation (secteur de BSAKRA) de la plaine Moyen Cheliff d'une superficie 800 ha, soit l'analyse des conditions naturelles de la zone d'étude, la production végétale et animale de la situation de référence, les besoins en eau des cultures, la répartition culturale et l'occupation du sol, ainsi que le dimensionnement des Ouvrages. Sont très liées à l'étude de schéma d'aménagement hydro agricole du périmètre contrôlé.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région est caractérisée par un climat aride ; avec un sol de texture moyenne, non salé avec une quantité de matière organique moyenne.

L'étude hydrologique nous permet de choisir la série pluviométrique annuelle qu'on doit prendre pour le calcul. Et l'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée est acceptable.

Les caractéristiques physiques, pédologiques et les conditions agro-socioéconomiques de l'aire du périmètre BSAKRA, sont très favorables à la mise en irrigué. Actuellement l'irrigation est assurée principalement par le barrage de sidi-yaccoub. Prochainement la ressource principale en eau, sera acheminée à partir du barrage d'Oum Drou. . Et l'analyse de l'eau d'irrigation indique que l'eau utilisée est acceptable avec un bon drainage du sol pour éviter le risque de salinisation.

Sur la base du plan cultural projeté et du nombre de modèles d'assolements définis par zones, les besoins en eau calculés sont de l'ordre de 5.33 Hm³, valeur qui permettra aux exploitants de diversifier et d'intensifier les spéculations agricoles

La desserte du périmètre étudié sera assurée par un réseau de distribution touchant une superficie de 1000 ha. Il est constitué de conduites enterrées en acier, en amiante ciment et en béton précontraint ca dépend de la disponibilité dans le marché, et équipé de bornes d'irrigation dont la majorité a une pression minimale de 25.38m (2.538 bars) ce qui permettra aux agriculteurs de pratiquer les nouvelles techniques d'irrigation.

L'étude comparative entre les modes d'irrigation, nous a montré que le système goutte à goutte est le plus convenable pour les vergers, la vigne et le maraîchage, dont la superficie de l'exploitation n'excède pas les trois (03) hectares. Au-delà de cette grandeur, l'aspersion classique pour les cultures : céréales, Fourrages et pomme de terre, est recommandée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- APD –MC-ZB. (2004).** Avant-Projet Détaillée du périmètre Moyen Chélif la zone B.
- AYERS, R.S., WESTEOT, D.W. (1983).** Qualité des eaux d'irrigation. Bulletin de la FAO n°29. Rome, Italie.
- BOULAIN, J. (1957).** Etude Les sols des plaines du Cheliff. Thèse Doctorat, Alger.
- CLEMENT, R., GALAND, A. (1979).** Irrigation par aspersion. Paris, France.
- DOORENBOS. J, PRULTT, W.O. (1981).** Les besoins en eau des cultures Bulletin de la FAO n°24. Rome, Italie.
- DRIAI, N. (1990).** Contribution à l'étude de l'irrigation du périmètre d'Oued Sly (Secteur 7) Moyen Cheliff. Thèse D'ingénieur D'état en Hydraulique. Ecole Nationale Supérieur de l'Hydraulique. Blida, Algérie.
- ELMEDDAHI, Y. (2009).** Contribution à l'étude hydrogéologique des réservoirs aquifères du bassin du Moyen Cheliff, Mémoire de Magister. Université Hassiba Ben Bouali. Chlef, Algérie.
- HENNIA. (2007).** Contribution à la gestion qualitative des eaux souterraines dans les zones semi - arides, Application au moyen Cheliff occidental. Thèse de Magister, université Hassiba Ben Bouali.
- KHAMIS, F. (2016).** Irrigation du périmètre d'Ouled Ben Abdelkader (W. CHLEF) d'une superficie de 167 ha à partir de barrage Sidi Yakoub.
- KIRECHE (1977).** Etude géologique des bassins Cheliff.
- KULKER, S.A., MICHEL, N., ROBERT, D.T. (1989).** La Maîtrise de l'irrigation sous pression. Paris, France.
- MATTAUER (1958).** Etude géologique de l'Ouarsenis oriental (Algérie). Thèse Es-science, Paris.
- MOKADAM, M. (2016).** Contribution à l'étude de la dépollution de l'Oued Cheliff. Thèse de Doctorat USTO. Algérie.
- ONID.** La situation socio-économique de la wilaya de chlef (Document).
- ORAZIO, L., DESTRI, N. (1992).** Conception et évaluation des méthodes d'irrigation localisée basse pression -Istituto Agronomico Mediterraneo. Bari, Italie.
- OUAKLI, K. (2008).** Etude technico-économique d'agronomie dans la vallée de Chélif. Thèse de Doctorat. Ecole nationale supérieure d'agronomie. Alger, Algérie.
- PERRODON, A. (1957).** Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale.

SARI, A. (2012). Livre d'Hydrologie de surface Cours et TD ENSH.

THOURYA, E. (2005). Etude et analyse de la gestion de l'eau à usage agricole du moyen chélif.

VERMEIREN, L., JOBLING, G.A. (1983). L'irrigation localisée : calcul, mise en place, exploitation, contrôle de fonctionnement Bulletin FAO n°36. Rome, Italie.

ANNEXES

Annexes 1

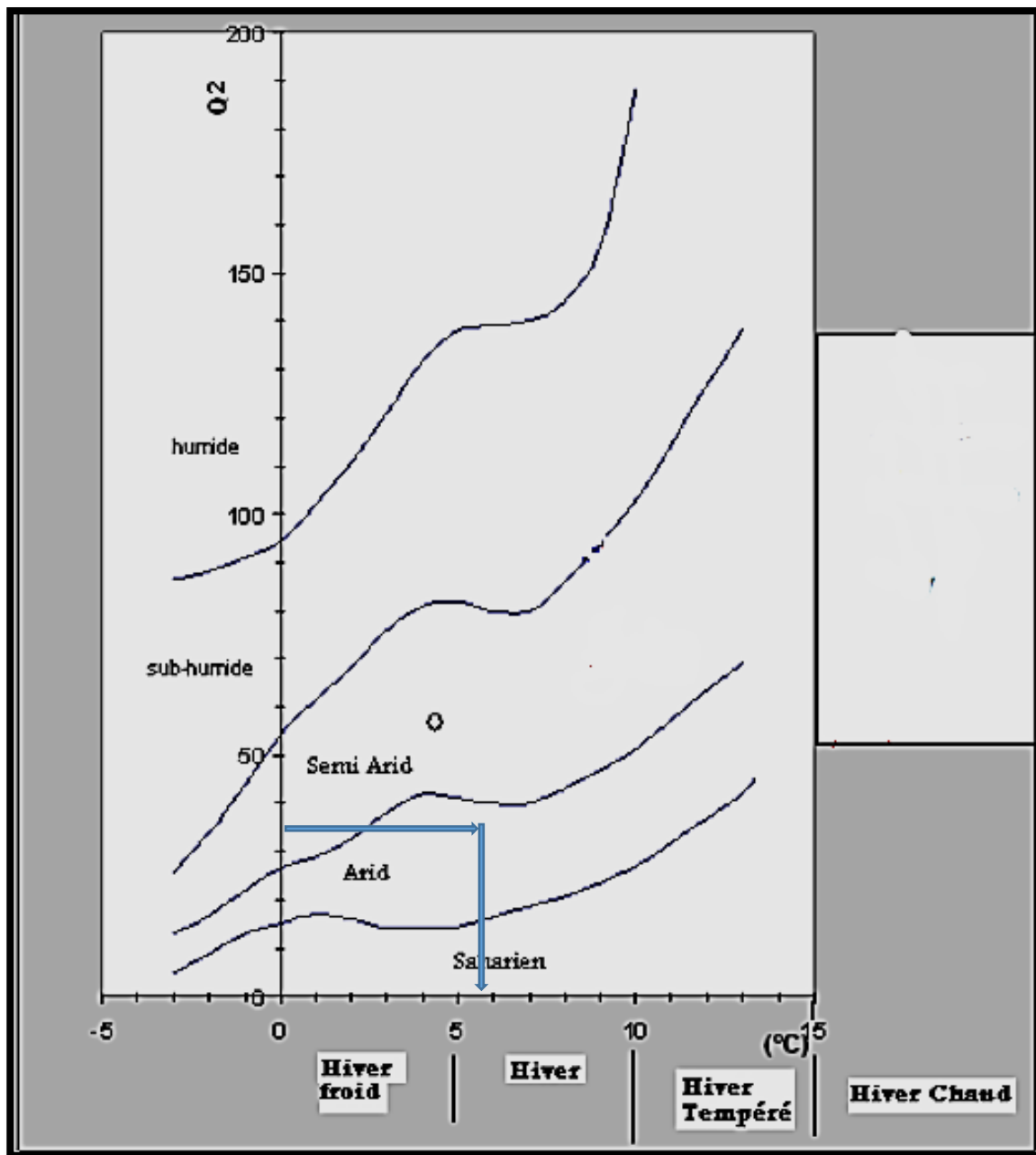


Fig. 1-le diagramme bioclimatique d'EMBERGER.

Tableau 1 : Classification des zones homogène du périmètre moyen Chéloff

ZONE	LOCALISATION	CARACTERISTIQUES	APTITUDES
1= Alluvion récents profondes,non salées de texture équilibrée.	Le long des principaux Oueds. Alluvio-alluviales de la plaine des MEDJADJAS .	Texture limono argileuse a argilo limoneuse. Plus grossier dans les zones d'épandage, éventuellement quelques tracer d'hydromorphie ou salinité en profondeur . Bonne perméabilité CE<2mmhos/cm en surface	Toutes cultures adaptées aux conditions climatiques
2= Alluvions récentes de texture fine l'égerment salées et/ou tirsifiées	Zones représentées sur l'ensemble du périmètre. Mais surtout dans la plaine d'Ch-Chleff, (à l'exclusion de la plaine des MEDJADJAS)	Texture argilo limoneuse en rive gauche de la plaine d'Ech-Chleff le caractère salin est net en profondeur. En rive droite s'y ajoute le caractère vertique . Ces sols présentent souvent des horizons drainant au delà d'un mètre CE<4mmhos/cm.	Toutes cultures adaptées aux conditions climatiques si on dispose de la maîtrise des eaux .
3= Alluvions récentes et anciens fortement tirsifiées.	Disséminées dans tout le périmètre Abondantes en rive droite de la plaine d'Ech-Chleff (confluent Ouahrane-Chleff). autor de la cuvette de Boukader. Dans les zones de piémont (plaine d'Oued Fodd) et dans la partie orientale de la plaine des MEDJADJAS ;	Texture argilo limoneuse. Structure très grossier avec faces vertique des 40ou50 cm de profondeur. CE<4mmhos/cm sur alluvions récentes(confluent Ouahrane-chleff).elle s'accroît avec la profondeur . Très faible porosité et très faible perméabilité .	Cultures adaptées aux sols lourds:Riz,Céréales(orge,blé) cultures fourragères (vesce avoine). Cultures maraîchers éventuelles (choux,sur les sols moins lourds,pastique et melons) .
4= Alluvions salées	Confluent des Oueds Sly et Chleff. Piémont Nord-ouest de la plaine d'Ech-Chleff (souala) Plaine de plaine de Bir-Saf-Saf.	Texture équilibrée. 4<CE<7mmhos/cm dès la surface. croissant en profondeur. Localement argileuse(Bir-Saf-Saf)	Cultures adaptée aux sols salés : Coton, Sorgho fourrage, Orge, radis épinard, carotte. Luzerne sauf sur terres trop lourdes
5= Alluvions fortement salées et tirsifiées.	Exclusivement observées dans la plaine de Boukader .	Texteure argileuse à très argileuse. Nombreuses faces vertique des 4 cm. Porosité très faible dès que le réseau de fentes de retrait est refermé .CE>7mmhos/cm	-Riz Certaines cultures fourragères irriguées après dessellage et expérimentation
6= Alluvions anciennes et sole de piémont Non tirsifiées.	Périphérie des plaines d'Ech-Chleff , Ouled farres et d'Oued Fodda Majorité des sols de la plaine des MEDJADJAS et des extensions Este Ouest	Sols de texture argilo limoneuse à argileuse. Bien structurés Drainage externe facilité par la pente naturel . Bonne perméabilité Zones moins sensibles aux gelées	Toutes cultures adaptées aux conditions climatiques
7= Sols sur croûtes et encroûtements Calcaires	Exclusivement sur les bordures du périmètre et dans la plaine des MADJADJAS.	Sols de texture argilo limoneuses à argileuse. Bien structurés Présentant des accumulations Calcaires vers 50cm	Cultures céréalières et fourragères Arboriculture peu sensible au calcaire actif Cultures maraîchères

Source :ONID Chlef.

Tableau 2 : Résultats L'Analyse de l'eau brute de l'Oued Chélif (la station de pontéba)

Elément	Unité	Numéro de campagne						Moyenne
		1	2	7	8	9	10	
T° de l'air	°C	21.5	22.5	14	14	18	17	17.83
T° de l'eau	°C	20	19	9	10	12	13	13.83
O ₂ dissous	Mg/l	-	-	-	8.3	10	13	10.43
Conductivité	mmhos/cm	1.4	2.07	2.40	1.02	1.74	1.94	1.76
Calcium	mg/l	113	116	176	79	155	101	123.33
Magnésium	mg/l	33.5	66	59	61	55	87	60.25
Sodium	mg/l	90	185	180	92	173	184	150.66
Potassium	mg/l	2	6	4	4	5	10	5.16
Chlorures	mg/l	170	350	285	134	285	355	263.16
Sulfates	mg/l	290	413	438	250	317	288	332.66
Carbonates	mg/l	250	143	317	307	251	221	248.16
pH	-	8	7.6	7.6	8.2	8.4	7.7	7.91
MES	mg/l	-	15	-	542	86	135	194.5
Turbidité	NTU		1.7		533	80.2	125.3	185.05
Nitrites	mg/l	0.014	0.43	0.35	0.7	0.5	0.6	0.43
Ammonium	mg/l	2.5	1.3	5.51	0.58	2	0.4	2.04
DCO	mg/l	20	27.5	64	30	90	50	46.91
DBO	mg/l	-	2.3	9	8	25	14	11.66
Phosphates	mg/l	0.24	0	0	0.12	0.82	0.28	0.243

(Source : Le laboratoire de chimie de la Direction Régionale Centre d'ANRH à Blida).

Tableau 3 : Coefficients Cultureux, KC (FAO Bulletin N° 56, 33, 24)					
Stades de développement de la culture					
Initial	Développement	Mi-saison	Fin de saison	Récolte	Durée totale de la période végétative
0.4 - 0.5	0.7 - 0.85	1.0 - 1.1	0.9 - 1.0	0.75 - 0.85	0.7 - 0.8
0.5 - 0.65	0.8 - 0.9	1.0 - 1.2	1.0 - 1.15	1.0 - 1.15	0.85 - 0.95
0.3 - 0.4	0.65 - 0.75	0.95 - 1.05	0.9 - 0.95	0.85 - 0.95	0.85 - 0.9
0.3 - 0.4	0.7 - 0.8	1.05 - 1.2	0.65 - 0.75	0.25 - 0.3	0.7 - 0.8
0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	0.95 - 1.1	0.9 - 1.0	0.8 - 0.95	0.7 - 0.8
0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	1.05 - 1.25	0.8 - 0.9	0.65 - 0.7	0.8 - 0.9
0.35 - 0.55	0.6 - 0.8	0.7 - 0.9	0.6 - 0.8	0.55 - 0.7	0.55 - 0.75
0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	0.95 - 1.1	0.75 - 0.85	0.55 - 0.6	0.75 - 0.8
0.3 - 0.5	0.7 - 0.9	1.05 - 1.2	1.0 - 1.15	0.95 - 1.1	0.8 - 0.95
0.3 - 0.5	0.7 - 0.85	1.05 - 1.2	0.8 - 0.95	0.55 - 0.6	0.75 - 0.9
0.4 - 0.6	0.7 - 0.8	0.95 - 1.1	0.85 - 0.9	0.75 - 0.85	0.8 - 0.9
0.4 - 0.6	0.6 - 0.75	0.95 - 1.05	0.95 - 1.05	0.95 - 1.05	0.65 - 0.8
0.4 - 0.5	0.7 - 0.85	1.05 - 1.2	1.0 - 1.15	0.95 - 1.1	0.8 - 0.95
0.3 - 0.4	0.6 - 0.75	0.95 - 1.1	0.85 - 1.0	0.8 - 0.9	0.7 - 0.8
0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	1.05 - 1.2	0.85 - 0.95	0.7 - 0.75	0.75 - 0.9
1.1 - 1.15	1.1 - 1.5	1.1 - 1.3	0.95 - 1.05	0.95 - 1.05	1.05 - 1.2
0.3 - 0.4	0.7 - 0.8	1.05 - 1.2	0.65 - 0.7	0.2 - 0.25	0.65 - 0.7
0.3 - 0.4	0.7 - 0.75	1.0 - 1.15	0.75 - 0.8	0.5 - 0.55	0.75 - 0.85
0.3 - 0.4	0.7 - 0.8	1.0 - 1.15	0.7 - 0.8	0.4 - 0.5	0.75 - 0.9
0.3 - 0.5	0.75 - 0.85	1.05 - 1.2	0.9 - 1.0	0.6 - 0.7	0.8 - 0.9
0.4 - 0.5	0.7 - 1.0	1.0 - 1.3	0.75 - 0.8	0.5 - 0.6	0.85 - 1.05
0.3 - 0.4	0.7 - 0.8	1.05 - 1.2	0.7 - 0.8	0.35 - 0.45	0.75 - 0.85
0.3 - 0.4	0.7 - 0.8	1.0 - 1.2	0.9 - 1.0	0.75 - 0.85	0.85 - 0.95
0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	1.05 - 1.25	0.8 - 0.95	0.6 - 0.65	0.75 - 0.9
0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	0.95 - 1.05	0.8 - 0.9	0.65 - 0.75	0.75 - 0.85
0.3 - 0.4	0.7 - 0.8	1.05 - 1.2	0.65 - 0.75	0.2 - 0.25	0.8 - 0.9
0.3 - 0.4				1.05 - 1.2	0.85 - 1.05
					0.65 - 0.75
					0.85 - 0.9
					0.4 - 0.6
Premier chiffre: avec forte humidité (HR min>70%) et vent faible (U<5m/s).					
Second chiffre: avec faible humidité (HR min<20%) et vent fort (U>5m/s).					

Tableau 04; Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures


Cultures	Z m
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraîchères	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3

Tableau 05 : réserves d'humidité facilement utilisable

5. RESERVE D'HUMIDITE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)

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

Culture	Profondeur d'enracinement (d) m	Fraction (p) de l'eau utilisable ¹	Réserve d'eau facilement utilisable (p.Sa) mm/m ¹		
			T.fin	T.moyenne	T.grossière
Luzerne	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Banane	0.5-0.9	0.35	70	50	20
Orge ²	1.0-1.5	0.55	110	75	35
Haricot ²	0.5-0.7	0.45	90	65	30
Betterave	0.6-1.0	0.5	100	70	35
Chou	0.4-0.5	0.45	90	65	30
Carotte	0.5-1.0	0.35	70	50	20
Céleri	0.3-0.5	0.2	40	25	10
Agrumes	1.2-1.5	0.5	100	70	30
Trèfle	0.6-0.9	0.35	70	50	20
Cacao		0.2	40	30	15
Coton	1.0-1.7	0.65	130	90	40
Concombre	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Datte	1.5-2.5	0.5	100	70	30
Fruitiers cadu.	1.0-2.0	0.5	100	70	30
Lin ²	1.0-1.5	0.5	100	70	30
Céréales ²	0.9-1.5	0.6	120	80	40
Céré. d'hiver ²	1.5-2.0	0.6	120	80	40
Vigne	1.0-2.0	0.35	70	50	20
Gazon	0.5-1.5	0.5	100	70	30
Arachide	0.5-1.0	0.4	80	55	25
Laitue	0.3-0.5	0.3	60	40	20
Maïs ²	1.0-1.7	0.6	120	80	40
Maïs-ensilage		0.5	100	70	30
Melon	1.0-1.5	0.35	70	50	25
Olivier	1.2-1.7	0.65	130	95	45
Oignons	0.3-0.5	0.25	50	35	15
Palmier	0.7-1.1	0.65	130	90	40
Pois	0.6-1.0	0.35	70	50	25
Poivron	0.5-1.0	0.25	50	35	15
Ananas	0.3-0.6	0.5	100	65	30
Pomme de terre	0.4-0.6	0.25	50	30	15
Carthame ²	1.0-2.0	0.6	120	80	40
Sisal	0.5-1.0	0.8	155	110	50
Sorgho ²	1.0-2.0	0.55	110	75	35
Soja	0.6-1.3	0.5	100	75	35
Epinard	0.3-0.5	0.2	40	30	15
Fraisier	0.2-0.3	0.15	30	20	10
Betterave suc.	0.7-1.2	0.5	100	70	30
Canne à sucre ²	1.2-2.0	0.65	130	90	40
Tournesol ²	0.8-1.5	0.45	90	60	30
Patate douce	1.0-1.5	0.65	130	90	40
Tabac - init.	0.5-1.0	0.35	70	50	25
tard		0.65	130	90	40
Tomate	0.7-1.5	0.4	180	60	25
Légumes	0.3-0.6	0.2	40	30	15
Blé	1.0-1.5	0.55	105	70	35
maturité		0.9	180	130	55
Volume total d'eau du sol disponible (Sa) (mm/m)			200	140	60



ASMIDAL

N.P.Ks (Sulfaté) 15.15.15

Dénomination :
Engrais Terrestre Azoté - Phosphaté - Potassique Sulfaté

Formule Chimique : $N.P_2O_5.K_2O$

Analyse Chimique :

Azote Total	15 % + ou - 1%
P ₂ O ₅ Total	15 % min
P ₂ O ₅ assimilable	14 %
K ₂ O assimilable	15 % + ou - 1%
S (soufre)	8%
Humidité	2% Max
PH	Neutre

Aspect Physique :

Présentation :	Granulé
Couleur :	Grisâtre
Granulométrie :	1 à 4 mm > 80%

Conditionnement : Sac Polypropylène de 50 Kg

Utilisation :

- Arboriculture / Viticulture
- Maraichage : Pomme de terre, tomate, oignon, ail, melon, pastèque,etc
- Cultures Industrielles : Tomate ind., Tabacetc

Doses à l'Hectare :

Maraichage / Cultures industrielles	: 6 à 10 Gx
Arboriculture / Viticulture	: 8 à 12 Gx

Période d'application :
Engrais à utiliser comme engrais de fond
(au moment des semis et sur les différentes plantations)
sur tous les types de sols.

Figure : Fiche technique d'engrais NPK 15, 15, 15

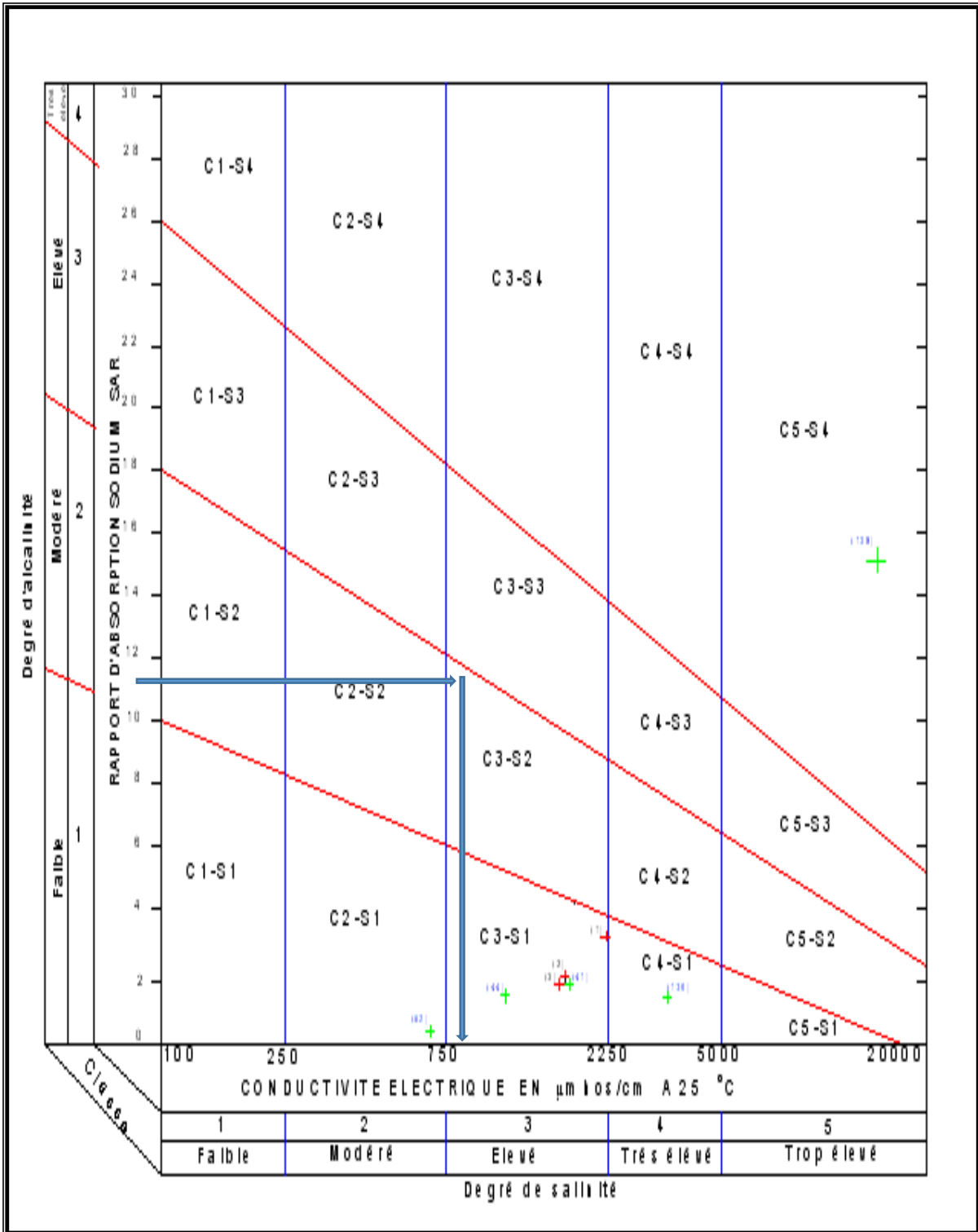


Figure 03 : diagramme de classification des eaux d'irrigation

Annexe 2

Mois /année	Sept	Oct	nov	Dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	p annuel (mm)
1992-1993	24	32	46	30.9	32.1	35.8	22.5	51.4	35	0	0	0.9	345.2
1993-1994	0	12.8	32.3	10.7	12.6	25.3	0.2	6.1	7.5	0	0	0	259
1994-1995	9.3	38.4	31	11.6	72.5	7.8	36.5	10.4	13.6	4.2	0	21	203.1
1995-1996	29.6	33.6	40.1	45.1	61.8	111.9	74.1	32.1	30.3	3	9.3	2	165
1996-1997	48.1	29.6	9.3	24.3	74.4	2.9	0	149.4	23.8	0	0	18.3	282.8
1997-1998	25.1	31.8	145.9	20.8	13	22.4	6.8	56.2	88.7	0.4	0	0	491.8
1998-1999	24.9	16.7	11.4	22	76.8	48.9	48.3	2.5	0	0	0	0.3	350.5
1999-2000	31.8	15	40.6	73.2	6.7	0	7.5	21.3	3.6	0	0	0	396.4
2000-2001	13.8	107.7	95.5	30.8	77.3	19.7	1.8	43.8	15.5	0	0	0	271.2
2001-2002	18.2	2.1	100.9	29.8	26.4	7.8	49.9	61.1	27	0	0	0.5	368.7
2002-2003	0	22.9	59.1	37.1	93.4	61.6	11.6	38.6	31.6	0	1.1	0	275.8
2003-2004	20.5	50.8	88.4	44.6	30.2	62.1	11.8	31.2	85	14.2	0	0	347
2004-2005	0	39.8	33.9	78.6	12.3	88.4	24.6	4.5	0	0	0	0	342.1
2005-2006	34.9	32.5	63.2	74.7	40.3	77.6	23.7	7.5	79.9	1.9	0	0.7	252.2
2006-2007	17.5	0	0	109.6	33.6	55.9	49.1	70.4	12.7	0	0	0	378.8
2007-2008	43.2	48.5	52.8	23	26.1	22.1	47	15.8	58.7	10.2	6.9	0	301.6
2008-2009	0	27	80.5	95.1	76.5	22.3	51.4	78.1	11.8	6.2	0	3	383.1
2009-2010	37.2	12.7	52.8	77.6	44.8	142.5	57.4	21.2	18.4	0	0	48.5	492.1
2010-2011	17.7	64.8	66.6	48.5	92.4	92	18.3	73.6	91.8	16.3	0	0	507
2011-2012	1.4	22.6	116.9	19.9	25.8	90.3	35.4	107.6	5.9	0	0	2.9	403.5
2012-2013	1.3	35.5	105.8	11.7	72.9	83.9	44.2	70	30	15.2	0	0.51	399.7
2013-2014	0	22.8	32.1	65.6	33.46	70.2	49	20	46.4	32.6	0	0	289.3
2014-2015	19.1	24.8	35	70.4	35	54.8	48.4	60.4	14	0	0	1	315.2
2015-2016	33	55	71	33.5	60.3	11	18	33	12.7	0	0	0.2	303.5
2016-2017	1.6	2.1	71.1	44.3	205	5.1	30.7	0	0	39.3	0	0	565.3
2017-2018	21.7	61.1	34.8	61.7	33.6	67.3	124.1	89.2	30.1	52.2	0	0	300.4
Moyennes	19.26	33.39	60.01	45.48	53.03	48.185	33.73	44.22	28.66	7.24	0.64	3.69	377.59
Ecart type	12.57	16.80	28.81	22.23	28.86	32.05	20.46	28.215	21.64	9.57	1.13	5.68	78.42
Pluie 80%	14.75	25.58	45.98	34.85	40.63	36.92	25.84	33.88	21.96	5.54	0.49	2.82	289.34
Pluie 50%	19.15	33.20	59.67	45.22	52.73	47.91	33.5	43.97	28.49	7.19	0.63	3.66	375.46
Pluie 20%	23.54	40.81	73.35	55.59	64.82	58.90	41.23	54.05	35.03	8.85	0.78	4.51	461.57

Tableau 1 .la serie pluviometrie 2015

Tableau 02 : Test de Wilcoxon pour la station de Chlef Centre, code (012219)

Rang	Série d'origine P (mm)	Série X (mm)	Série Y (mm)	TRI (mm)	X Union Y
1	345.2	345.2	378.8	165	X
2	259	259	301.6	203.1	X
3	203.1	203.1	383.1	252.2	X
4	165	165	492.1	259	X
5	282.8	282.8	507	271.2	X
6	491.8	491.8	403.5	275.8	X
7	350.5	350.5	399.7	282.8	X
8	396.4	396.4	289.3	289.3	Y
9	271.2	271.2	315.2	300.4	Y
10	368.7	368.7	303.5	301.6	Y
11	275.8	275.8	565.3	303.5	Y
12	347	347	300.4	315.2	Y
13	342.1	342.1	-	342.1	X
14	252.2	252.2	-	345.2	X
15	378.8	-	-	347	X
16	301.6	-	-	350.5	X
17	383.1	-	-	368.7	X
18	492.1	-	-	378.8	Y
19	507	-	-	383.1	Y
20	403.5	-	-	396.4	X
21	399.7	-	-	399.7	Y
22	289.3	-	-	403.5	Y
23	315.2	-	-	491.8	X
24	303.5	-	-	492.1	Y
25	565.3	-	-	507	Y
26	300.4	-	-	565.3	Y

Tableau 03 : Fonction de répartition de la Loi Normale Réduite :

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998
3.6	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999

Tableau 04 : les valeurs de khi carré.

$\frac{P}{\gamma}$	0.9	0.5	0.3	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.001
1	0.016	0.455	1.074	1.642	2.705	3.841	5.412	6.635	10.827
2	0.211	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	7.824	9.210	13.815
3	0.584	2.366	3.665	4.642	6.251	7.815	9.837	11.345	16.266
4	1.064	3.357	4.878	5.989	7.779	9.488	11.668	13.277	18.467
5	1.610	4.351	6.064	7.289	9.236	11.070	13.388	15.086	20.515
6	2.204	5.348	7.231	8.558	10.645	12.592	15.033	16.812	22.457
7	2.833	6.346	8.383	9.803	12.017	14.067	16.622	18.475	24.322
8	3.490	7.344	9.524	11.030	13.362	15.507	18.168	20.090	26.125
9	4.168	8.343	10.656	12.242	14.684	16.919	19.679	21.666	27.877
10	4.865	9.342	11.781	13.442	15.987	18.307	21.161	23.209	29.588
11	5.578	10.341	12.899	14.631	17.275	19.675	22.618	24.725	31.264
12	6.304	11.340	14.011	15.812	18.549	21.026	24.054	26.217	32.909
13	7.042	12.340	15.119	16.985	19.812	22.362	25.472	27.688	34.528
14	7.790	13.339	16.222	18.151	21.064	23.685	26.873	29.141	36.123
15	8.547	14.339	17.322	19.311	22.307	24.996	28.259	30.578	37.697
16	9.312	15.338	18.418	20.465	23.542	26.296	29.633	32.000	39.252
17	10.085	16.338	19.511	21.615	24.769	27.587	30.995	33.409	40.790
18	10.865	17.338	20.601	22.760	25.989	28.869	32.346	34.805	42.312
19	11.651	18.338	21.689	23.900	27.204	30.144	33.687	36.191	43.820
20	12.443	19.337	22.775	25.038	28.412	31.410	35.020	37.566	45.315
21	13.240	20.337	23.858	26.171	29.615	32.671	36.343	38.932	46.797
22	14.041	21.337	24.939	27.301	30.813	33.924	37.659	40.289	48.268
23	14.848	22.337	26.018	28.429	32.007	35.172	38.968	41.638	49.728
24	15.659	23.337	27.096	29.553	33.196	36.415	40.270	42.980	51.179
25	16.473	24.337	28.172	30.675	34.382	37.652	41.566	44.314	52.620
26	17.292	25.336	29.246	31.795	35.563	38.885	42.856	45.642	54.052
27	18.114	26.336	30.319	32.912	36.741	40.113	44.140	46.963	55.476
28	18.939	27.336	31.391	34.027	37.916	41.337	54.419	48.278	56.893
29	19.768	28.336	32.461	35.139	39.087	42.557	46.693	49.588	58.302
30	20.599	29.336	33.530	36.250	40.256	43.773	47.962	50.892	59.703

Annexe 03

N° Borne Nœud	Branches S/Branches	Tronçons	Superficie desservie		Débit Q (l/s)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre corrigé (mm)	Vitesse proposée (m/s)	Vitesse corrigée (m/s)	Longueur (m)	Perte de charge		Cote piézométrique (m)		Cote du T.N (m)		Charge (m)		Pression statique (m)	
			partiel (ha)	Cumulée (ha)							Linéaire (mm/m)	Totale (m)	Amont	Avale	Amont	Avale	Amont	Avale	Amont	Avale
(B1/ B2)	E-1	Res- (B1/B2)	-	316	436.08	608.558912	600	1.5	1.54309979	875	4.29008031	3.75382027	164	160.24618	164	120	0	40.2461797	0	44
N1		(B1/B2)- N1	30	286	394.68	578.951391	600	1.5	1.39660297	85	3.52822413	0.29989905	160.24618	159.946281	120	115	40.2461797	44.9462807	44	45.2461797
B8		N1-B8	81	205	282.9	490.15791	500	1.5	1.44152866	640	4.73224232	3.02863509	159.946281	156.917646	115	120	44.9462807	36.9176456	45.2461797	41.6498879
B9		B8-B9	30	175	241.5	452.874752	500	1.5	1.23057325	130	3.47043555	0.45115662	156.917646	156.466489	120	123	36.9176456	33.466489	41.6498879	36.9369245
B10		B9-B10	25	150	207	419.280548	500	1.5	1.05477707	530	2.56547789	1.35970328	156.466489	155.106786	123	120	33.466489	35.1067857	36.9369245	37.6722636
N2		B10-N2	12	138	190.44	402.159774	400	1.5	1.51624204	430	6.93673949	2.98279798	155.106786	152.123988	120	120	35.1067857	32.1239877	37.6722636	39.0607272
B14		N2-B14	43	95	131.1	333.672863	300	1.5	1.85562633	610	14.8512389	9.05925573	152.123988	143.064732	120	125	32.1239877	18.064732	39.0607272	32.9159709
SPD		B14-SPD	20	75	103.5	296.476119	300	1.5	1.46496815	245	9.34425097	2.28934149	143.064732	140.77539	125	132	18.064732	8.77539049	32.9159709	18.1196415
					0	0		1.5	0								0	0	18.1196415	
					0	0		1.5	0								0	0	0	
B3	E-1-1	N1-B3	-	81	111.78	308.107021	300	1.5	1.58216561	30	10.8656336	0.32596901	159.94	159.614031	115	114	44.94	45.614031	45.24669	45.571969
B4		B3-B4	19	62	85.56	269.559679	300	1.5	1.21104034	707	6.43446036	4.54916347	159.614031	155.064868	114	113	45.614031	42.0648675	45.571969	50.1211325
B5		B4-B5	13	49	67.62	239.638794	300	1.5	0.95711253	194	4.05703482	0.78706475	155.064868	154.277803	113	112	42.0648675	42.2778028	50.1211325	50.9081972
(B6/ B7)		B5-(B6- B7)	15	34	46.92	199.617469	200	1.5	1.49426752	463	16.2568624	7.5269273	154.277803	146.750875	112	113	42.2778028	33.2508755	50.9081972	58.4351245
ENSH 2021					0	0		1.5							113.5		-113.5	0	58.4351245	Page 137
					0	0		1.5							0		0	0	0	
B11	E-1-2	N2-B11	-	43	59.34	224.488094	200	1.5	1.88980892	20	25.7594286	0.51518857	152.12	151.604811	120	118	32.12	33.604814	39.06	39.5751886

Annexe 03

		B11-(B12/13)	11	32	44.16	193.65739	200	1.5	1.40636943	500	14.435506	7.21775298	152.12	144.902247	118	114	34.12	30.902247	39.5751886	46.7929415
					0	0		1.5							114		-114	0	46.7929415	
					0	0		1.5							0		0	0	0	
B15	E-1-3	SPD-B15	-	75	103.5	296.476119	300	1.5	1.46496815	694	9.34425097	6.48491018	140.77	134.28509	132	118	8.77	16.2850898	18.11	24.5949102
B16		B15-B16	31	44	60.72	227.083419	300	1.5	0.85944798	551	3.28542581	1.81026962	134.28509	132.47482	118	120	16.2850898	12.4748202	24.5949102	26.4051798
B17		B16-B17	17	27	37.26	177.885671	200	1.5	1.1866242	307	10.3469186	3.176504	132.47482	129.298316	120	125	12.4748202	4.29831621	26.4051798	29.5816838
					0	0		1.5							125		-125	0	29.5816838	
					0	0		1.5							0		0	0	0	
B18	D	SPD-B18	-	398	549.24	682.968418	600	1.5	1.94352442	515	6.74294414	3.47261623	140.77	137.297384	132	152	8.77	14.7026162	18.11	21.5826162
B19		B18-B19	28	370	510.6	658.50632	600	1.5	1.80679406	360	5.84459093	2.10405274	137.297384	135.193331	152	168	14.7026162	32.806669	21.5826162	23.686669
B20		B19-N3	13	357	492.66	646.834526	600	1.5	1.7433121	285	5.44889506	1.55293509	135.193331	133.640396	168	165	32.806669	31.3596041	23.686669	25.2396041
B21		N3-B21	29	328	452.64	620.006164	600	1.5	1.60169851	340	4.61521008	1.56917143	133.640396	132.071225	165	173	31.3596041	40.9287755	25.2396041	26.8087755
N4		B21-N4	24	304	419.52	596.892163	600	1.5	1.48450106	250	3.97659136	0.99414784	132.071225	131.077077	173	180	40.9287755	48.9229233	26.8087755	27.8029233
N5		N4-N5	33	271	373.98	563.564633	600	1.5	1.32335456	443	3.17466973	1.40637869	131.077077	129.670698	180	190	48.9229233	60.329302	27.8029233	29.209302
RD		N5-RD			0	0		1.5							190		-190	0	29.209302	
					0	0		1.5							0		0	0	0	

Annexe 03

					0	0		1.5						0		0	0	0		
B25	D1	N5-B25	-	206	284.28	491.351963	500	1.5	1.44856051	273	4.77759311	1.30428292	129.67	128.365717	190	180	-60.33	51.6342829	29.2	30.5042829
B26		B25-B26	25	181	249.78	460.572892	500	1.5	1.27276433	527	3.7074851	1.95384465	128.365717	126.411872	180	162	51.6342829	35.5881276	30.5042829	32.4581276
N6		B26-N6	13	168	231.84	443.724824	500	1.5	1.18135032	540	3.20358019	1.7299333	126.411872	124.681939	162	136	35.5881276	11.3180609	32.4581276	34.1880609
B29		N6-B29	70	98	135.24	338.900433	400	1.5	1.07675159	660	3.54646341	2.34066585	124.681939	122.341273	136	143	11.3180609	20.6587267	34.1880609	36.5287267
B30		B29-B30	9	89	122.82	322.96398	400	1.5	0.97786624	75	2.93627541	0.22022066	122.341273	122.121053	143	144	20.6587267	21.8789474	36.5287267	36.7489474
B31		B30-B31	37	52	71.76	246.865703	300	1.5	1.01571125	410	4.55817476	1.86885165	122.121053	120.252201	144	163	21.8789474	42.747799	36.7489474	38.617799
B32		B31-B32	19	33	45.54	196.660009	200	1.5	1.45031847	390	15.3329378	5.97984575	120.252201	114.272355	163	160	42.747799	45.7276448	38.617799	44.5976448
					0	0		1.5							160		-160	0	44.5976448	
					0	0		1.5							0		0	0	0	0
B20	D2	N3-B20	29	29	40.02	184.356343	200	1.5	1.27452229	210	11.9024983	2.49952465	133.64	131.140475	165	157	-31.36	25.8595246	25.23	27.7295246
					0	0		1.5							157		-157	0	27.7295246	
					0	0		1.5							0		0	0	0	0
B22	D3	N4-B22	-	33	45.54	196.660009	200	1.5	1.45031847	45	15.3329378	0.6899822	131.07	130.380018	180	179	-48.93	48.6199822	27.8	28.4899822
B23		B22-B23	13	20	27.6	153.09961	200	1.5	0.87898089	380	5.74588387	2.18343587	130.380018	128.196582	179	164	48.6199822	35.80341	28.4899822	30.6734181

Annexe 03

																		22	81		
					0	0		1.5							164			-164	0	30.6734	
					0	0		1.5							0			0	0	0	
B24	D-1-1	N5-B24	271	271	373.98	563.564633	600	1.5	1.32335456	155	3.17466973	0.49207381	129.67	129.177926	190	197	-60.33	67.8220738	29.2	29.6920738	
					0	0		1.5							197			-197	0	29.6920738	
					0	0		1.5							0			0	0	0	
B27	D-1-2	N6-B27	-	70	96.6	286.423143	300	1.5	1.36730361	340	8.16237562	2.77520771	124.68	121.904792	136	140	-11.32	18.0952077	34.18	36.9552077	
B28		B27-B28	25	45	62.1	229.649414	300	1.5	0.87898089	295	3.43337267	1.01284494	121.904792	120.891947	140	130	18.0952077	9.10805265	36.9552077	37.9680526	

Annexe 04

N° Borne Nœud	Branche S/Branche s	Tronçons	Superficie desservie		Débit Q (l/s)	Diamètre calculé (mm)	Diamètre corrige é (mm)	Vitesse proposée (m/s)	Vitesse corrige e (m/s)	Longueur (m)	Perte de charge		Cote piézométrique (m)		Cote du T.N (m)		Charge (m)		Pression statique (m)	
			partiel le (ha)	Cumulée (ha)							Linéaire (mm/m)	Totale (m)	Amont	Avale	Amont	Avale	Amont	Avale	Amont	Avale
(B1/B2)	E-1	Res-(B1/B2)	-	316	436.08	608.558912	600	1.5	1.54309979	875	4.29008031	3.75382027	164	160.24618	164	120	0	40.2461797	0	44
N1		(B1/B2)-N1	30	286	394.68	578.951391	600	1.5	1.39660297	85	3.52822413	0.29989905	160.24618	159.946281	120	115	40.2461797	44.9462807	44	45.2461797
B8		N1-B8	81	205	282.9	490.15791	500	1.5	1.44152866	640	4.73224232	3.02863509	159.946281	156.917646	115	120	44.9462807	36.9176456	45.2461797	41.6498879
B9		B8-B9	30	175	241.5	452.874752	500	1.5	1.23057325	130	3.47043555	0.45115662	156.917646	156.466489	120	123	36.9176456	33.466489	41.6498879	36.9369245
B10		B9-B10	25	150	207	419.280548	500	1.5	1.05477707	530	2.56547789	1.35970328	156.466489	155.106786	120	120	33.466489	35.1067857	36.9369245	37.6722636
N2		B10-N2	12	138	190.44	402.159774	400	1.5	1.51624204	430	6.93673949	2.98279798	155.106786	152.123988	120	120	35.1067857	32.1239877	37.6722636	39.0607272
B14		N2-B14	43	95	131.1	333.672863	300	1.5	1.85562633	610	14.8512389	9.05925573	152.123988	143.064732	125	125	32.1239877	18.064732	39.0607272	32.9159709
SPD		B14-SPD	20	75	103.5	296.476119	300	1.5	1.46496815	245	9.34425097	2.28934149	143.064732	140.77539	132	132	18.064732	8.77539049	32.9159709	18.1196415
B3	E-1-1	N1-B3	-	81	111.78	308.107021	300	1.5	1.58216561	30	10.8656336	0.32596901	159.94	159.614031	115	114	44.94	45.614031	45.246	45.571969
B4		B3-B4	19	62	85.56	269.559679	300	1.5	1.21104034	707	6.43446036	4.54916347	159.614031	155.064868	114	113	45.614031	42.0648675	45.571969	50.1211325
B5		B4-B5	13	49	67.62	239.638794	300	1.5	0.95711253	194	4.05703482	0.78706475	155.064868	154.277803	113	112	42.0648675	42.2778028	50.1211325	50.9081972
(B6/B7)		B5-(B6-B7)	15	34	46.92	199.617469	200	1.5	1.49426752	463	16.2568624	7.5269273	154.277803	146.750875	113	113	42.2778028	33.2508755	50.9081972	58.4351245
B11	E-1-2	N2-B11	-	43	59.34	224.488094	200	1.5	1.88980892	20	25.7594286	0.51518857	152.12	151.604811	120	118	32.12	33.6048114	39.06	39.5751886
		B11-(B12/13)	11	32	44.16	193.65739	200	1.5	1.40636943	500	14.435506	7.21775298	152.12	144.902247	118	114	34.12	30.902247	39.5751886	46.7929415
B15	E-1-3	SPD-B15		75	103.	296.476	300	1.5	1.46496	694	9.34425	6.48491	140.77	134.285	13	118	8.77	16.2850	18.11	24.5949

Annexe 04

			-		5	119			815		097	018		09	2			898		102
B16		B15-B16	31	44	60.7 2	227.083 419	300	1.5	0.85944 798	551	3.28542 581	1.81026 962	134.285 09	132.474 82	11 8	120	16.2850 898	12.4748 202	24.5949 102	26.4051 798
B17		B16-B17	17	27	37.2 6	177.885 671	200	1.5	1.18662 42	307	10.3469 186	3.17650 4	132.474 82	129.298 316	12 0	125	12.4748 202	4.29831 621	26.4051 798	29.5816 838
N5	D	RD-N5	-	388	535. 44	674.333 83	600	1.5	1.89469 214	482	6.41488 57	3.09197 491	220	216.908 025	22 0	190	0	26.9080 251	0	30
N4		N5-N4	271	117	161. 46	370.298 554	400	1.5	1.28550 955	443	5.01922 5	2.22351 667	216.908 025	214.684 508	19 0	180	26.9080 251	34.6845 084	30	36.9080 251
B21		N4-B21	33	84	115. 92	313.760 832	300	1.5	1.64076 433	250	11.6684 137	2.91710 343	214.684 508	211.767 405	18 0	173	34.6845 084	38.7674 05	36.9080 251	50.4358 187
N3		B21-N3	14	70	96.6	286.423 143	300	1.5	1.36730 361	340	8.16237 562	2.77520 771	211.767 405	208.992 197	17 3	165	38.7674 05	43.9921 973	50.4358 187	52.1545 729
B19		N3-B19	29	41	56.5 8	219.205 281	300	1.5	0.80084 926	285	2.86075 574	0.81531 538	208.992 197	208.176 882	16 5	168	43.9921 973	40.1768 819	52.1545 729	43.0376 376
B18		B19-B18	13	28	38.6 4	181.149 901	200	1.5	1.23057 325	360	11.1113 747	4.00009 49	208.176 882	204.176 787	16 8	152	40.1768 819	52.1767 87	43.0376 376	63.2881 617
B25	D1	N5-B25	-	206	284. 28	491.351 963	500	1.5	1.44856 051	273	4.77759 311	1.30428 292	216.9	215.595 717	19 0	180	26.9	35.5957 171	30	31.3042 829
B26		B25-B26	25	181	249. 78	460.572 892	500	1.5	1.27276 433	527	3.70748 51	1.95384 465	215.595 717	213.641 872	18 0	162	35.5957 171	51.6418 724	31.3042 829	53.5957 171
N6		B26-N6	13	168	231. 84	443.724 824	400	1.5	1.84585 987	540	10.1999 623	5.50797 965	213.641 872	208.133 893	16 2	136	51.6418 724	72.1338 928	53.5957 171	77.6418 724
B29		N6-B29	70	98	135. 24	338.900 433	400	1.5	1.07675 159	660	3.54646 341	2.34066 585	208.133 893	205.793 227	13 6	143	72.1338 928	62.7932 269	77.6418 724	65.1338 928
B30		B29-B30	9	89	122. 82	322.963 98	300	1.5	0	75	13.0685 93	0.98014 447	205.793 227	204.813 082	14 3	144	62.7932 269	60.8130 825	65.1338 928	61.7932 269
B31		B30-B31	37	52	71.7 6	246.865 703	300	1.5	1.01571 125	410	4.55817 476	1.86885 165	204.813 082	202.944 231	14 4	163	60.8130 825	39.9442 308	61.7932 269	41.8130 825
B32		B31-B32	19	33	45.5 4	196.660 009	200	1.5	1.45031 847	390	15.3329 378	5.97984 575	202.944 231	196.964 385	16 3	160	39.9442 308	36.9643 851	41.8130 825	42.9442 308

Annexe 04

B20	D2	N3-B20	29	29	40.0 2	184.356 343	200	1.5	1.27452 229	210	11.9024 983	2.49952 465	209	206.500 475	16 5	157	44	49.5004 754	52.15	52
B22	D3	N4-B22	-	33	45.5 4	196.660 009	200	1.5	1.45031 847	45	15.3329 378	0.68998 22	214.68	213.990 018	18 0	179	34.68	34.9900 178	36.9	35.68
B23		B22-B23	13	20	27.6	153.099 61	200	1.5	0.87898 089	380	5.74588 387	2.18343 587	213.990 018	211.806 582	17 9	164	34.9900 178	47.8065 819	35.68	50
B24	D-1-1	N5-B24	-	271	373. 98	563.564 633	500	1.5	1.90563 057	155	8.17803 976	1.26759 616	216.9	215.632 404	19 0	197	26.9	18.6324 038	30	19.9
B27	D-1-2	N6-B27	-	70	96.6	286.423 143	300	1.5	1.36730 361	340	8.16237 562	2.77520 771	208.13	205.354 792	13 6	140	72.13	65.3547 923	77.64	68.13
B28		B27-B28	25	45	62.1	229.649 414	200	1.5	1.97770 701	295	28.1601 251	8.30723 69	205.354 792	197.047 555	14 0	130	65.3547 923	67.0475 554	68.13	75.3547 923