

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah-

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option : Conception Des Systèmes d'Irrigation et de Drainage

THEME :

**DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'IRRIGATION DU
PERIMETRE BREZINA (W.BAYADH) D'UNE SUPERFICIE DE
120 HA A PARTIR DU BARRAGE DE BREZINA**

Présenté par :

M^r HASSANI YACINE

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M^r T.KHETTAL	M.C.A	Président
M^{me} A.AZIEZ	M.A.A	Examinatrice
M^{me} D.DJODAR	M.A.A	Examinatrice
M^rD.KOLIAI	Ing .chef	Examineur
M^{me}S.MEDJDOUB	M.A.A	Examinatrice
M^rA.BOUFEKANE	M.A.A	Promoteur

MAI 2014

Remerciement

Au terme de ce projet, fruit de mes années de labeur, je tiens à remercier sincèrement Dieu, de m'avoir octroyé les moyens et les personnes qui m'ont aidé dans son élaboration, ainsi que ceux qui ont bien voulu l'évaluer :

*- **Mon Promoteur Mr A.BOUFEKANE.** Pour avoir contribué à l'élaboration de cette présente thèse. Je leurs exprime mes vifs remerciements.*

*- **Monsieur KHETTAL.T.** Qui m'a fait l'honneur de présider ce jury.*

*- **Madame AZIEZ.A.** De m'avoir enseigné et honorer le jury.*

*- **Monsieur KOLIAI.D** de m'avoir enseigné et honorer le jury.*

*- **Madame MEDJDOUB.S** de m'avoir enseigné et honorer le jury.*

*- **Madame DJOUDAR.D** de m'avoir enseigné et honorer le jury.*

Je remercie tous les enseignants de l'ENSH pour le savoir qu'ils m'ont transmis.

Je remercie encore tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'élaboration de cette étude.

Merci à tous

Dédicace



A chaque fois qu'on achève une étape importante dans notre vie, on fait une pose pour regarder en arrière et se rappeler toutes ces personnes qui ont partagé avec nous tous les bons moments de notre existence, mais surtout les mauvais. Ces personnes qui nous ont aidé sans le leur dire, soutenus sans réserve, aimé sans compter, ces personnes à qui notre bonheur devient directement le leur, à qui un malheur en nous, en eux se transforme en pleur.



Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect.

- *A mes parents pour les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard*
- *A mes frères Nabil, Habib, Zakaria, Abdalah,*
- *A mes amis Habib, Houssam, Zaki, Youcef, Tarek, Mourad, Bilal, Mohamed, Moh, Yacine, Boulita*
- *A toute ma famille*
- *A tous mes enseignants de l'ENSH*

ملخص :

إن الهدف من انجاز مذكرة نهاية الدراسة يندرج ضمن السياسة الحالية المتعلقة بتسيير المساحات المسقية لمنطقة بريزينة ولاية البيض وذلك من اجل رفع المر دودية الفلاحية لها وذلك باستعمال أفضل تقنيات السقي وتسيير أمثل للموارد المائية. وهذا لن يتأتى إلا بتبني أنظمة سقي حديثة والتي فرضت فعاليتها في الميدان كالنظام السقي بالتقطير الاكثر تطورا في الآونة الأخيرة نتيجة للتقدم العلمي والتكنولوجي ومن بين ما تتميز به هذا النظام من محاسن هو تحقيقه لاقتصاد معتبر للمياه.

Résumé :

L'objectif de mon mémoire rentre dans le caractère de la politique actuelle de la gestion des périmètres irrigués de la zone de Brézina (W.Bayadh) ; dont l'objectif est d'augmenter le rendement agricole, par l'utilisation des meilleurs systèmes d'irrigation , et une meilleure gestion des ressources en eau et cela par adoption des systèmes d'irrigation modernes qui ont imposé leur fiabilité, à savoir : l'irrigation localisée la mieux développée avec l'évolution de la science et de la technologie. Ce système présente de multiples avantages, comme l'importante économie d'eau.

Abstract:

The aim of my present work has an aspect of the actual policy of the irrigated areas management in a way to attain a high investment feed back, showing a better efficiency of the irrigation system from one part, and a better management and potentialities preservation: water resource and from other part. This by adoption of modern irrigation system because of their reliability, i.e: localized irrigation the most developed with the evolution of science and technology. These systems present many advantages like important quantities of water

SOMMAIRE

Chapitre I

Introduction.....	1
I-1- Situation géographique	1
I-2- Localisation de la zone d'étude	1
I-3- Situation géologique	4
I-4- Topographie	6
I-5- Situation climatique.....	6
I-5-1- Pluviométrie	6
I-5-2- Température.....	6
I-5-3- Vent.....	7
I-5-4- L'insolation.....	7
I-5-5- le gel.....	7
I-5-6- L'Humidité relative.....	8
I-6- Synthèse bioclimatique	8
I-7- Les indices climatiques	9
I-7-1- L'indice d'aridité de MARTON	9
I-7-2 Quotient pluviométrique d'EMBERGER	10
I-8- Etude pédologique	12
I-8-1-Texture	12
I-8-2 - Structure	12
I-8-3- Les facteurs pédo génétiques.....	13
I-8-4- Ccaractéristiques des sols.....	13
I-8-5- Interprétation et valeur agronomiques de ces sols.....	14
I-9- Analyse de ressourceeau	14
I-9-1- Qualité del'eau d'irrigation	16
I-9-2-La conductivité électrique	17
I-9-3- Le SAR (Sodium Absorption Ration).....	18
Conclusion	19

Chapitre II

Introduction.....	20
II-1- Technique d'arrosage.....	20
a) Irrigation de surface (par gravité).....	20
b) Irrigation par aspersion	20
c) Irrigation souterraine.....	20
d) Irrigation localisée	20
II-1-1- Mode d'arrosage.....	20
II-1-2- Irrigation localisée.....	20
a)-Principe	21
b)- Caractéristiques générales	22
c)- Les Avantages de la technique :.....	22
d)-Les inconvénients.....	23
II-1-3-Composition de l'installation	23
II-1-4-Choix d'un distributeur dans l'irrigation en goutte à goutte	25
a) La qualité de l'eau	25
b) La nature du sol.....	25
c) la nature des cultures.....	26
II-1-5-Paramètres de choix du système d'irrigation localisée	26
a-Climat.....	26
b) Sol.....	26
c) Topographie	27
d) Transports solides de sables	27
e) Qualité chimique de sables	27
f) Selon les contraintes techniques et socio-économique	27
II-1-6-La problématique	28
Conclusion.....	29

Chapitre III.

Introduction.....	29
III-1- partie hydrologie	29
III-1-1-Réseau pluviométrique.....	29
III-1-2- Homogénéité de la série pluviométrique	31

III-1-3-Etude de l'échantillon et choix du type de loi.....	33
III-1-3-1-Ajustement de la série pluviométrique.....	33
a. Ajustement à la loi normale (GAUSS).....	33
b. Ajustement à la loi log-normale (GALTON).....	36
III-1-4-Test d'adéquation d'un ajustement.....	38
III-1-4-1-Test d'adéquation de l'ajustement à la loi normale	39
III-1-4-2-Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale	39
III-1-5- Détermination de l'année de calcul.....	39
III-2- Partierégiméd'irrigation.....	40
III-2-1 Définition d'unrégiméd'irrigation	40
III-2-2-Besoins en eau des cultures.....	41
III-2-2-1-Définition.....	41
III-2-2-2- L'évapotranspiration	41
III -2-3-Les paramètres fondamentaux du bilan hydrique.....	44
III-2-3-1-La pluviométrie.....	44
III-2-4- Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration	45
a)- Méthodes directes.....	45
b) Méthodes indirectes.....	45
III-2-5-Détermination desbesoins eneau d'irrigation.....	47
III-2-5-1-Définition.....	47
III-2-5-2-Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures	48
III-2-5-3- Besoins totaux nets en eau d'irrigation	49
III-2-6-Occupation du sol.....	49
III-2-7- Calcul du débit maximum journalier (débit spécifique)	50
Conclusion.....	51

Chapitre IV

Introduction.....	51
IV-1-Réseau de distribution	51
IV-1-1-Ilotsd'irrigation.....	51
IV-1-2-Trace de distribution.....	51
IV -1-3-Caractéristiquesdesconduitesdu réseau d'irrigation	52

IV-1-4-Equipements	52
IV-2-Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte.....	53
IV-2-1- Calcul des besoins	53
a) Pour l'abricotier	53
1) les besoins journaliers.....	53
2) Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r	53
3) La dose d'irrigation nette pratique.....	53
4) La dose d'irrigation brute	54
5) Fréquence des arrosages.....	54
6) la durée d'arrosage.....	54
7) Vérification de la durée d'arrosage.....	55
8) Calcul du nombre de postes.....	55
9) Surface d'un poste	55
10) Surface correspondant à une rampe	55
IV-2-2 Calcule les paramètres	56
a)- Nombre de rampes par postes.....	56
1) Nombre de goutteurs par rampe	56
b)- Calcul débit d'une rampe	56
c)- Calcul des diamètres des portes rampes, rampes	57
d)- Conduite d'approche.....	58
IV-3- Dimensionnement de la conduite principale.....	60
IV-3-1- Les données.....	60
IV-3-2- Calcul de diamètre de la conduite principale	60
IV-4- Volume de la bache d'eau	61
IV -5- Adduction	61
a)- Calcul de diamètre	62
b) La perte de charge.....	62

c) La vitesse	62
Conclusion	62

Chapitre V

V-1- Protection et sécurité de travail.....	63
V-1 -1- Introduction	63
V-1-2- Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique	63
V-1-2-1- Facteurs humains	63
V-1-2-2- Facteurs matériels	63
V-1-2-3- Liste des conditions dangereuses.....	64
V-1-2-4- Liste des actions dangereuses	64
V-1-3- Mesures préventives pour éviter les causes des accidents	65
V-1-3-1- Protection individuelle	65
V-1-3-2- Autres protections	65
V-1-3-3- Protection collective.....	65
V-1-3-4-Engin de levage.....	65
V-1-3-5-Appareillage électrique	65
V-2- Organisation de chantier.....	66
V-2-1- Introduction	66
V-2-2- Les différents travaux sur le chantier :.....	66
V-2-2-1- Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :	66
V-2-2-2- Nivellement de la plate-forme de pose :	66
V-2-2-3- Excavation des tranchées	67
V-2-2-3-1- La profondeur (H).....	67
V-2-2-3-2- Largeur de la tranchée.....	67
V-2-2-4- Choix des engins de terrassement.....	67
V-2-2-4-1- Choix de l'excavateur et le procédé de l'excavation.....	68
V-2-2-4-1-1- Pelle équipée en rétro	68
V-2-2-4-1-2- Pelle équipée en butée	68
V-2-2-4-2- Calcul du rendement d'exploitation de la pelle.....	69
V-2-2-4-2-1- Calcul du temps d'excavation.....	69
V-2-2-5- Pose de la canalisation	70

V-2-2-6- Lit de pose	70
V-2-2-7- Introduction de la canalisation.....	70
V-2-2-8- Epreuve de joint et de canalisation	70
V-2-2-9- Remblaiement des tranchées	70
V-2-2-9-1- Choix du bulldozer	71
V-2-3- Exploitation du système d'irrigation	71
V-2-4- Planification de travaux du réseau	72
Conclusion	73

Chapitre VI

Introduction.....	74
VI-1-Estimation del'irrigationlocalisée	74
VI -2- Dépenses des travaux	74
VI -3- Calcul les prix de déblai et remblai :.....	76
Conclusion.....	76

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I

Tableau n° 1: Délimitation du périmètre	1
Tableau n° 2 :Précipitations Moyennes Mensuelles à station d'El Abiodh Sid Cheikh (période : 1977/2012)	6
Tableau n°3 :Température Moyennes Mensuelles à station d'El Abiodh Sid Cheikh	6
Tableau n°4 : Vitesse du vent à station d'El Abiodh Sid Cheikh(période : 1977/2012).....	7
Tableau n° 5 : Nombre d'heures d'insolation par mois à station d'El Abiodh Sid Cheikh.....	7
Tableau n° 6: Nombre de jour de gelée à station d'El Abiodh Sid Cheikh_(période : 1977/2012)..	8
Tableau n°7: Moyenne mensuelle de l'humidité relative à station d'El Abiodh Sid Cheikh	8
Tableau n°8 : Classification du climat	10
Tableau n°9 : Résultats d'analyses de l'échantillon de sol.....	14
Tableau n°10 : Qualité de l'eau de barrage de Brézina	18
Tableau n°10 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique	18
Tableau n°11: Classification des eaux en fonction de SAR	19

Chapitre III

Tableau n° 1 : Série des pluies à station d'El Bayadh (période : 1977/2012)	30
Tableau n° 2 : Test de wilcoxon.....	32
Tableau n° 3 : Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles à la loi de normale	34
Tableau n° 4 : les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles à la loi log-normale.....	36
Tableau n° 5: Résultats du test de Khi 2, selon HYFRAN.....	39
Tableau n° 6: Résultats Du Test De Khi 2, selon HYFRAN.....	39
Tableau n° 7: L'année de calcul	40
Tableau n°8 : Evapotranspiration de référence ET_0 calculée à l'aide du CROPWAT 8.0	43
Tableau n°9: Besoins en eau d'irrigation de l'olivier	48

Tableau n°10: Besoins en eau d'irrigation de l'abricotier	48
Tableau n°11: Besoins en eau d'irrigation du pêcher	48
Tableau n°12: Besoin en eau d'irrigation des cultures de la plaine de Brézina.....	49
Tableau n°13: Occupation du sol.....	49

Chapitre IV

Tableau n° 1 : Données générales	55
Tableau n° 2: Calculs des paramètres pour les cultures.....	56
Tableau n° 3 : Caractéristiques des rampes.....	58
Tableau n° 4 : Caractéristiques de la porte rampe.....	58
Tableau n° 5 : Les caractéristiques de la conduite secondaire	59
Tableau n° 6 : Caractéristiques de la conduite principale du réseau	61

Chapitre V

Tableau n°1 : Capacité du godet en fonction du volume de terrassement.....	69
Tableau n°2 : Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet.....	71

Chapitre VI

Tableau n° 1 : Factures pro-format pour le réseau de l'irrigation	74
Tableau n° 2 : Factures pro-format des conduites d'amené.....	74
Tableau n° 3: Calcul de terrassement	75

Liste des figures

Figure I.1 : Localisation géographique de la commune de Brézina.....	2
Figure I.2 : Communes limitrophes de Brézina.....	4
Figure I.4 : Extrait de la carte géologique d'El Bayadh 1: 100,000.....	5
Figure I.5: Diagramme de l'humidité mensuelle moyenne.....	8
Figure I.6 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen de la région de Brézina.....	9
Figure I.7: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER.....	11
Figure I.8 : situation de barrage de Brézina.....	16
Figure I.9 : Barrage de Brézina.....	16
Figure I.10: Diagramme de classification de l'eau d'irrigation.....	19
Figure II.1 : Irrigation localisée.....	21
Figure II.2 : Zone humidifié par le goutteur.....	22
FigureII.3 :Goutteurs.....	25
Figure III.1: Graphe d'ajustement à une loi normale.....	35
Figure III.2: Graphe d'ajustement à une loi log-normale.....	38
FigureV.1: Pelle équipée en rétro.....	38

Liste des Planches

Planche N°01 :

Plan de situation de la ville de Brézina (W.EL BAYADH)

Planche N°02 :

Plan d'occupation du sol de la périmètre Brézina (W.EL BAYADH)

Planche N°03 :

Plan de réseau d'irrigation goutte à goutte du périmètre Brézina (W.EL BAYADH)

Planche N°04 :

Profil en long de la conduite principale du périmètre Brézina (W.EL BAYADH)

INTRODUCTION GENERALE

Dans la plupart des pays méditerranéens, l'eau disponible pour l'agriculture est de plus en plus rare et coûteuse.

L'Algérie a connu dernièrement un manque accru en ressources hydriques, de ce fait l'agriculture est désormais confrontée à une irrigation mal conduite qui présente un risque de causer de fortes pertes d'eau ainsi que le lessivage des principaux éléments nutritifs du sol qui peut réduire sa productivité.

La micro-irrigation est le niveau actuel de l'évolution de l'irrigation qui conviendrait à contrer la menace de pénurie d'eau et de pollution tout en augmentant les rendements agricoles. Elle ne s'applique pas à toutes les cultures, néanmoins elle permet une grande économie d'eau et de fertilisants.

Cependant la solution ne peut se trouver que dans un cadre collectif et participatif, entre les différents acteurs, sur le plan organisationnel et financier.

L'objectif de ce mémoire de fin d'étude, est dimensionner le périmètre d'irrigation de Brézina (adduction) dans le but d'assurer un bon recouvrement du périmètre par réseau d'irrigation d'une façon uniforme et économique, et assuré une qualité d'irrigation pour satisfaire le client c'est le plus important, et pour garantir un bon rendement de récolte sur court, moyen et long terme.

La première étape de notre travail, a consisté en une collecte des données sur le site de travail (situation géographique, climat, qualité de l'eau, qualité du sol...), puis on va calculer les besoins de notre zone d'étude ce qui nous permettra de dimensionner notre réseau d'irrigation avec des calculs hydrauliques et une étude technico-économique de notre projet avec une organisation de chantier.

CHAPITRE I :
Présentation du
domaine d'étude et
Analyse des conditions
naturelles

Introduction

En 1985 et suite à un nouveau découpage administratif, Brézina est rattachée à la wilaya d'El Bayadh et promue au rang de Daïra.

Elle se situe à 100 Km au Sud-Est de son chef lieu de wilaya, auquel elle est reliée par la route nationale numéro 107 (RN 107).

Connaître la situation de la zone d'étude du point de vue géographique, topographique, géologique, climatique et hydraulique nous permet de mener à bien notre travail.

I-1- Situation géographique

La commune de Brézina est limitée à l'Ouest par les communes d'El Abiodh Sidi Cheikh, Arbaouet et Kraakda , au Nord par les communes de Sidi Amar, Sidi Taifour et Ghassoul, tandis qu'à l'Est, elle est limitrophe à la commune de Laghouat, enfin, elle est voisine de la wilaya de Ghardaïa au Sud et au Sud-Est (Figure I.2).

La densité, pour une superficie de 15 702,80 Km², est de 0,91 habitant au kilomètre carré (2012, Source ONS).

En coordonnées polaires, le centre de la zone d'étude se situ à 33°05' 58'' Nord et 1° 15' 39'' Est. L'altitude varie entre 870 m NGA et 1080 m NGA.

I-2- Localisation de la zone d'étude

La zone de périmètre du Brézina objet de la présente étude est située à 20 Km à Est de la commune de Brézina. La superficie du périmètre est de 120 ha, qui sera partagé en 6 exploitations de vingt (20) hectares chacune et chaque exploitation sera divisée en deux aires d'irrigation ; localisé pour les arbres par gouta à goutte.

Tableau n° 1: Délimitation du périmètre

	Commune	Daïra	Wilaya	Superficie	Coordonnées			Nature juridique
					X (Km)	Y (Km)	Z (m)	
Le périmètre du Chellala	Brézina	Brézina	El Bayadh	120 ha	255500.00	273802.00	1098.02	Terre de d'état
					256974.26	273615.19	1097.55	
					257386.17	275681.11	1107.35	
					255462.84	275287.42	1094.18	

Source : (DRE) El Bayad

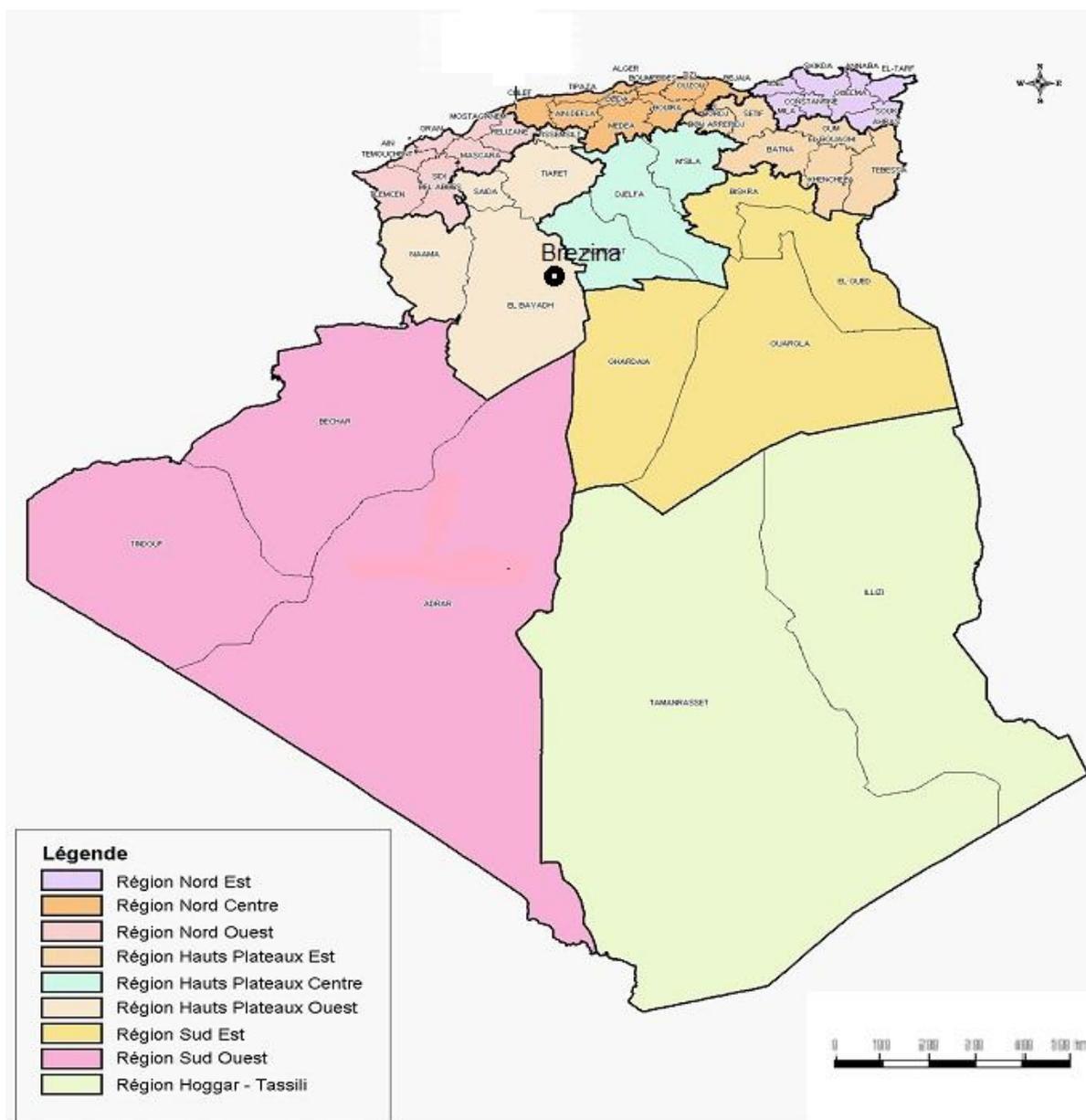


Figure I.1 : Localisation géographique de la commune de Brézina

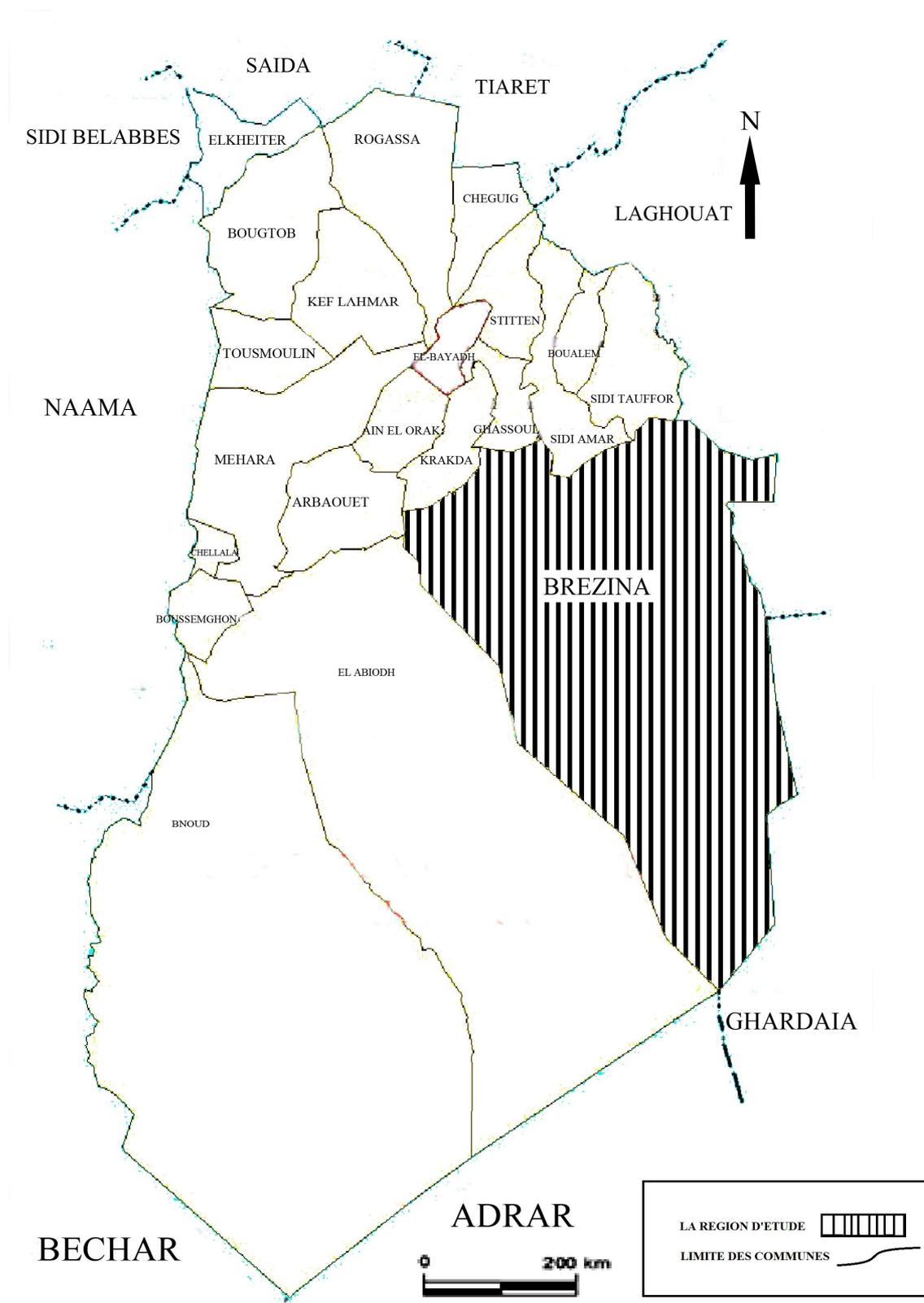


Figure I.2 : Communes limitrophes de Brézina

I-3- Situation géologique

Brézina est située au pied de l'Atlas saharien. Plus précisément, elle est localisée dans les hautes plaines steppiques.

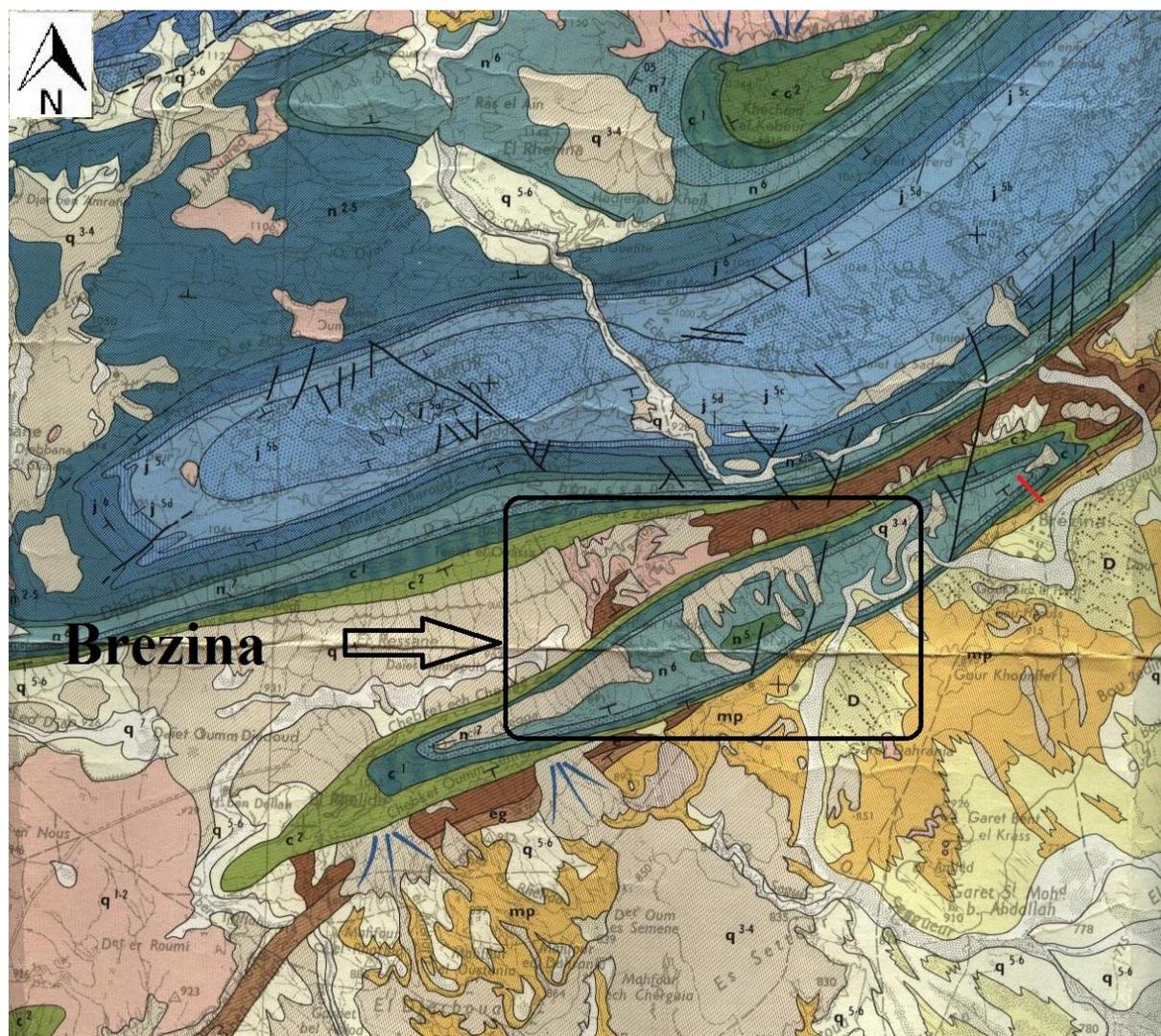
Sur le territoire de la commune, on trouve des GOURS (qui se caractérisent par la puissance du terrain et l'uniformité de composition de leurs assises) dont une à proximité de l'agglomération chef-lieu (ACL).

- ✓ GOURS : pluriel de Gara, qui est une butte-témoin rocheuse, avec corniche, en avant d'une Hamada.
- ✓ DAYA : dépression circulaire (01 à 10 Km de diamètre) à fond sableux ou sableux-limoneux, dans les régions arides. Ayant un aspect de doline ou de cuvette de déflation, parfois d'origine mixte, elle contient quelquefois une mare d'eau.
- ✓ HAMADA : plateau rocheux peu incliné, dans les régions désertiques, dont la surface correspond à l'affleurement d'un matériau résistant sans couverture de sol ou de débris.

La Hamada a une morphologie spéciale et occupe une grande superficie dans la commune de Brézina offrant des horizons tabulaires au Sud de la ligne El Abiodh Sidi cheikh-Brezina.

La Hamada couronne les hauts plateaux Oranais et constitue les plateaux hamadiens au Sud de l'Atlas.

La commune de Brézina présente une structure géologique avec plusieurs couches. Allant du bas vers le haut, il y a le Miocène, le Jurassique et le Crétacé (Figure I.4)



-  **n7 argiles de l'Albien.**
-  **c2 calcaires blancs du Turonien**
-  **n6 grès à dragées**
-  **c1 argiles verdâtres gypsifères du Cénomanién.**

Figure I.4 : Extrait de la carte géologique d'El Bayadh 1: 100,000

I-4- Topographie

La situation topographique de la zone d'étude est déterminée à base de la carte topographique de Brézina au 1/50 000.

Le relief est très accidenté au Nord, avec des garâtes au Sud.

C'est une vaste étendue topographique divisée en deux parties :

- ✓ le nord : Représenté par le piémont Sud de l'Atlas Saharien
- ✓ le sud : Plate-forme Saharienne constituée de surfaces disséquées

I-5- Situation climatique

La zone d'étude jouit d'un climat de type Saharien au Sud, présaharien au Nord. Brézina a un climat continental et aride.

I-5-1- Pluviométrie

Brézina classée dans l'étage aride, reçoit moins de **130** mm/an repartis en 32 jours.

Tableau n° 2 : Précipitations Moyennes Mensuelles à station d'El Abiodh Sid Cheikh
(période : 1977/2012)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Pluies moyenne (mm)	10	9.9	14.3	12.2	12.9	10.6	3.0	8.1	14.9	15.9	13.4	12.4	137.6

Source : ONM

I-5-2- Température

D'après l'Office National de Météo, la station d'El Abiodh Sid Cheikh, la température moyenne annuelle maximale est de 36,6 °C alors que la température moyenne annuelle minimale atteint une valeur de 2,1 °C.

Tableau n°3 : Température Moyennes Mensuelles à station d'El Abiodh Sid Cheikh
(période : 1977/2012)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	max	min
T° Moy Maximale	31,5	24,7	18,7	14,2	21,1	15,8	14,1	18,1	33,3	36,6	31,5	24,4	36,6	14,2
T° Moy Minimale	18,9	19,4	8,5	4,5	2,1	4,7	10,2	15,4	20,3	23,8	23,7	18,8	12,8	2,1
T° moy	25,2	22,1	13,6	9,35	11,6	10,3	12,2	16,8	26,8	30,2	27,6	18,6		

Source : ONM

I-5-3- Vent

Le vent est un facteur de climat qui a deux actions :

- ❖ Une action physique accentue la transpiration des végétaux, ce qui produit une chute des rendements dans le cas où l'irrigation est faible.
- ❖ Une action mécanique destructive, car elle provoque les déformations des végétaux, l'érosion du sol qui transporte des matériaux.

Tableau n°4 : Vitesse du vent à station d'El Abiodh Sid Cheikh

(période : 1977/2012)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Moy (m/s)	4,4	3,8	5,2	3,6	4,7	4,0	3,2	4,2	4,2	4,4	3,1	3,2

Source : ONM

Les vents de direction ouest et sud-ouest sont prédominants, en termes d'intensité si les vitesses moyennes ne sont pas excessives, il y a lieu de tenir compte des vitesses maximales constituer un handicap, notamment en janvier, mars, avril et septembre où les vitesses peuvent atteindre des pointes de 115 km/h.

I-5-4- L'insolation

L'insolation moyenne dure 11,2 heures par jour en Juillet et 6 heures par jour en Décembre.

Tableau n° 5 : Nombre d'heures d'insolation par mois à station d'El Abiodh Sid Cheikh

(période : 1977/2012)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
Insolation En heure	192	182	233	256	300	300	347	313	264	245	201	186	3051

Source : ONM

I-5-5- le gel

Dans la commune de Brézina le gel est présent du mois de Novembre à Février quelquefois en Mars.

Tableau n° 6 : Nombre de jour de gelée à station d'El Abiodh Sid Cheikh

(période : 1977/2012)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nombre de jours	7,3	1	0,8	0	0	0	0	0	0	0	1	2

Source : ONM

I-5-6- L'Humidité relative

Il est à noter que l'humidité relative est un élément climatique très important dans le cycle hydrologique contrôlant entre autre l'évaporation du sol et le couvert végétal.

Les valeurs annuelles de l'humidité relative de l'air dans la région de Brézina atteint 50 % à 7 heures et 28 % à 13 heures voir 34% à 18 heures. Les valeurs mensuelles les plus basses ont été traitées de 14 % à midi.

De Novembre à Mars, l'air est humide le matin et plus sec durant la journée, les minimums sont indiqués en juillet et août, traduisant un caractère de sécheresse estivale.

Tableau n°7: Moyenne mensuelle de l'humidité relative à station d'El Abiodh Sid Cheikh (période : 1977/2012)

Mois	Jan	Fév.	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
Hr (%)	58	52	45	42	43	30	23	27	39	53	66	63

Source : ONM

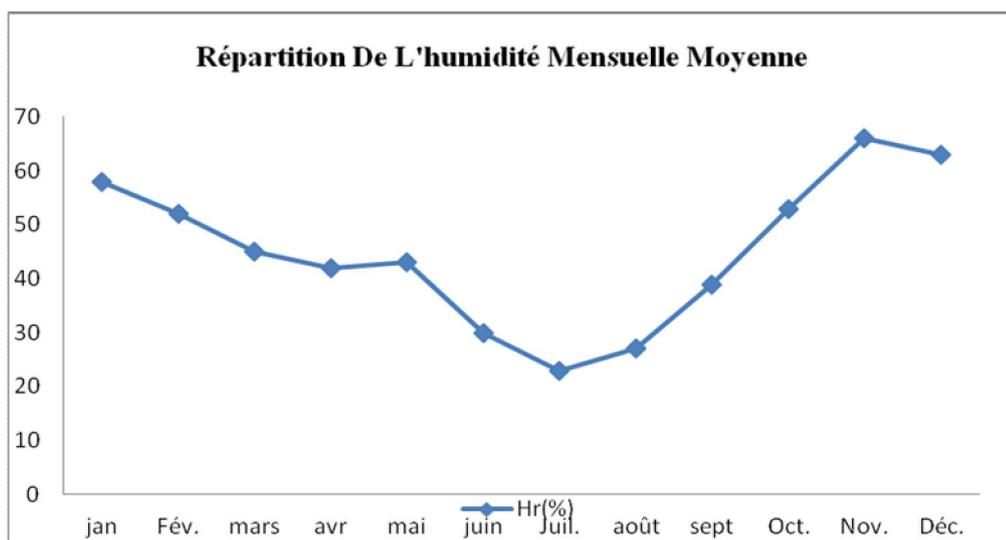


Figure I.5: Diagramme de l'humidité mensuelle moyenne

I-6- Synthèse bioclimatique

D'une part, la situation géographique et les données exposées à travers ce chapitre. Ainsi les graphes élaborés pour illustrer les variations du climat au sein de la zone étudiée.

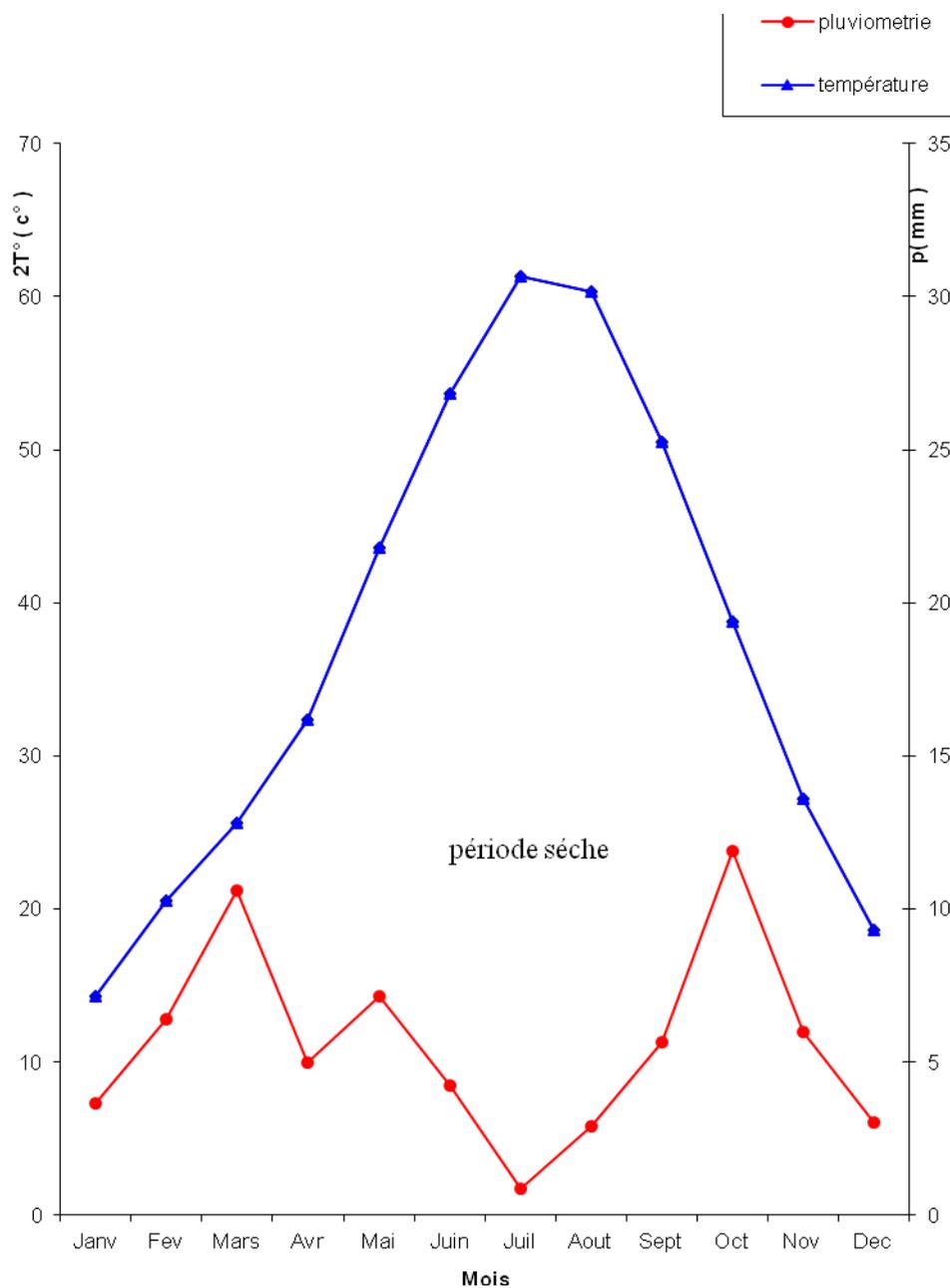


Figure I.6 : Diagramme Ombrothermique de Gausson de la région de Brézina

Le diagramme ombrothermique détermine la dissociation d' une seul saison sèche qui est la période d'irrigation.

Cette étude a confirmé que la région est à climat très sec. L'irrigation est donc indispensable.

I-7- Les indices climatiques

Par indices, nous entendons une codification du climat par des formules dans le but de voir l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes. Ces formules se basent principalement sur deux facteurs essentiels:

Pluviométrie et température.

Les indices les plus connus sont ceux de MARTONE (1926) et EMBERGER (1932).

I-7-1- L'indice d'aridité de MARTON

Cet indice permet de préciser le degré de sécheresse de la région et par conséquent de renseigner sur l'indisponibilité de l'irrigation.

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

Avec :

P : précipitation annuelle en mm \Rightarrow P = 137,7 mm.

T : température moyenne en (°C). \Rightarrow T = 19,03 °C.

I_A : indice d'aridité.

$$\text{AN: } I_A = \frac{P}{T + 10} = \frac{137.7}{19.03 + 10} = 5.12$$

Les limites des climats d'après l'indice climatique de MARTONNE sont données dans le tableau ci-dessous:

Tableau n°8 : Classification du climat

Valeur	Type de climat	Irrigation
$I_A < 5$	Désertique	Indispensable
$5 \leq I_A \leq 10$	Très sec	Indispensable
$10 \leq I_A \leq 20$	Sec	Souvent Indispensable
$20 \leq I_A \leq 30$	Relativement humide	Parfois utile
$30 \leq I_A$	Humide	Utile

Selon la classification de MARTONNE; notre climat est *très sec*, ce qui rend l'irrigation indispensable.

I-7-2 Quotient pluviométrique d'EMBERGER

Cet indice à pour but la détermination de l'étage bioclimatique :

$$Q = \frac{2000P}{(M + m)(M - m)}$$

Où :

Q : coefficient pluviométrique **d'EMBERGER**.

P : précipitation moyenne annuelle en (mm).

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (en °K) (degré kelvin).

m : moyenne des minima du mois le plus froid (en °K).

Pour :

P : 137,7 mm.

M : 36,6 °C.

m : 2,1 °C.

On aura :

$$Q = \frac{2.1000.137.7}{(36.6 + 273)^2 - (2.1 + 273)^2} = 25.87$$

$$\underline{\text{D'où}} \quad Q = 25.87$$

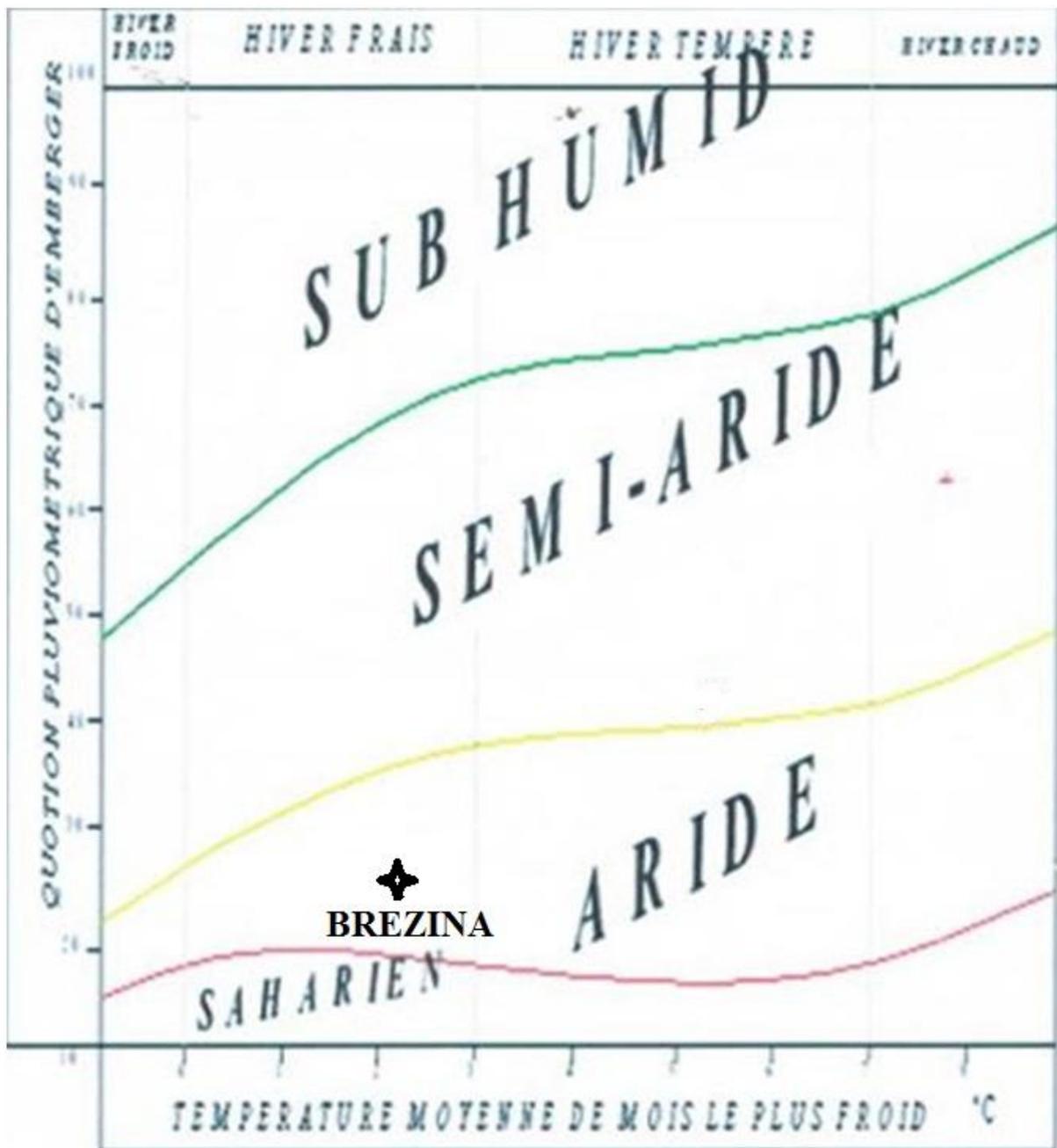


Figure I.7: Diagramme bioclimatique d'EMBERGER

Sur la figure (Figure I.7), en portant la valeur de (Q) dans le diagramme bioclimatique d'EMBERGER 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*.

I-8- Etude pédologique

Les propriétés physiques du sol sont liées à deux notions fondamentales la texture et la structure.

I-8-1-Texture

La texture d'un sol, soit la répartition de la taille de ses éléments constitutifs, est caractérisée par une courbe granulométrique. Cette courbe représente, en fonction du diamètre apparent, les proportions pondérales d'éléments de tailles inférieures et s'obtient en appliquant successivement diverses techniques de séparation (tamisage, sédimentation ...) à un échantillon de sol.

I-8-2 - Structure

La structure d'un sol peut être appréhendée sous l'angle du mode d'arrangement de ses particules élémentaires ou, de façon plus quantitative, par le réseau d'espaces lacunaires issus de cet arrangement.

L'état de structure est contrôlé par la porosité, qui est le rapport du volume des vides du sol et le volume total, exprimé en % .elle dépend de la texture des sols, et est déterminée par la formule suivante :

$$P = \frac{D - D_a}{D} . 100$$

D'où :

D : densité réelle.

D_a: densité apparente.

La connaissance et l'analyse des unités pédologiques qui composent la zone d'étude constituent une étape charnière de l'étude pédologique car elle fournit un diagnostic détaillé des différents constituants du sol, met en lumière toutes les contraintes possibles et susceptibles de limiter le type d'utilisation des terres et détermine avec d'autres facteurs du milieu (climat, topographie) l'aptitude culturale du sol.

La prospection pédologique sur la zone d'étude est de procéder à la prise d'échantillons pour analyse au laboratoire.

L'objectif de l'étude de sol est d'apprécier les potentialités des terres vis-à-vis de l'irrigation en fournissant les données fondamentales caractérisant les relations entre le sol, l'eau et la plante, qui conditionnent la conduite et l'organisation des apports d'eau.

I-8-3- Les facteurs pédo génétiques

- le climat.
- le matériau parental : roches gréseuses.
- le relief : plat avec une pente pratiquement nulle.
- la végétation : presque nulle.
- le climat reste le facteur déterminant de l'évolution de ces sols qui sont caractérisés par les fortes évaporations et l'action des vents.

I-8-4- Caractéristiques des sols

Ce sont des sols azonaux dont le non développement n'est pas lié au climat mais à un facteur stationner est l'apport éolien. Il a été distingué dans la zone d'études un groupe des sols minéraux d'apport éolien, dans ce groupe la pédogenèse est toujours entravée par la dynamique de l'érosion éolienne qui rajeunit constamment. Donc les sols de la zone d'étude sont peu évolués d'apport alluvial qui se caractérise par :

- une profondeur supérieure à 01 mètre.
- une couleur rouge brune.
- aucune charge caillouteuse constatée.
- la texture est sablo limoneuse.
- une faible perméabilité 2,4 à 3, 1cm/h.
- pauvre en matière organique.
- un pH à tendance basique.
- une densité apparente avoisine de 1,6.
- une très faible pente 0,3 %.

Ce sont des sols faiblement salins ($C.E = 6.67$) avec une capacité d'échange cationique moyenne ($C.E.C = 3.78$). Cependant la présence d'un horizon drainant en profondeur (+80 cm) permet une bonne gestion hydrodynamique de ces sols.

Tableau n°9 : Résultats d'analyses de l'échantillon de sol

Echantillon	Granulométrie					Texture	Calcaire (%)		pH	Salinité	T Méq /100g
	Argile	Limon		Sable			Total	Actif			
		Fin	Grossier	Fin	Grossier						
Brézina	4.79	19.29	0.47	41.16	34.29	grossière	16.13	6	8.82	6.67	13.95

Source : ANRH D'ELBAYADH

I-8-5- Interprétation et valeur agronomiques de ces sols

Ces sols développés, constamment rajeunis par l'érosion éolienne présente un profil AC. L'horizon A de surface non humifère présente un très faible taux de matière organique, un pH légèrement alcalin et un taux de calcaire actif moyen (6 %). Les principales contraintes de ces sols résident principalement dans leur sensibilité à l'érosion, leur texture légère et dans un degré moindre dans l'absence de matière organique. Ces sols qui sont constitués essentiellement de sable et de l'absence des colloïdes, doivent faire l'objet d'une fertilisation minérale hydroponique, le sol n'est qu'un support et les éléments chimiques seront apportés.

I-9- Analyse de ressource en eau

La retenue de BREZINA se situe à une dizaine de kilomètres au nord de la ville/oasis du même nom, elle même située à une centaine de kilomètres au sud-sud-est du chef-lieu de la wilaya.

Elle contrôle un vaste bassin versant (superficie de 3680 km²) situé au Sud du Djebel Amour (versant Sud de l'Atlas algérien). Le barrage à proprement parler a été construit au niveau d'une profonde brèche naturelle de Kheneg Larouia coupant la gigantesque barre calcaire d'Ed Diss.

Le barrage de Brézina a été construit entre 1990 et 1998. Il a été mis en service en 2000, pour une capacité initiale à la RN de 122,5 Hm³. La digue a une longueur de 153 m et une haute de 63 m.

Le barrage est actuellement utilisé pour l'adduction en eau potable et l'irrigation de la ville/palmeraie de Brezina.

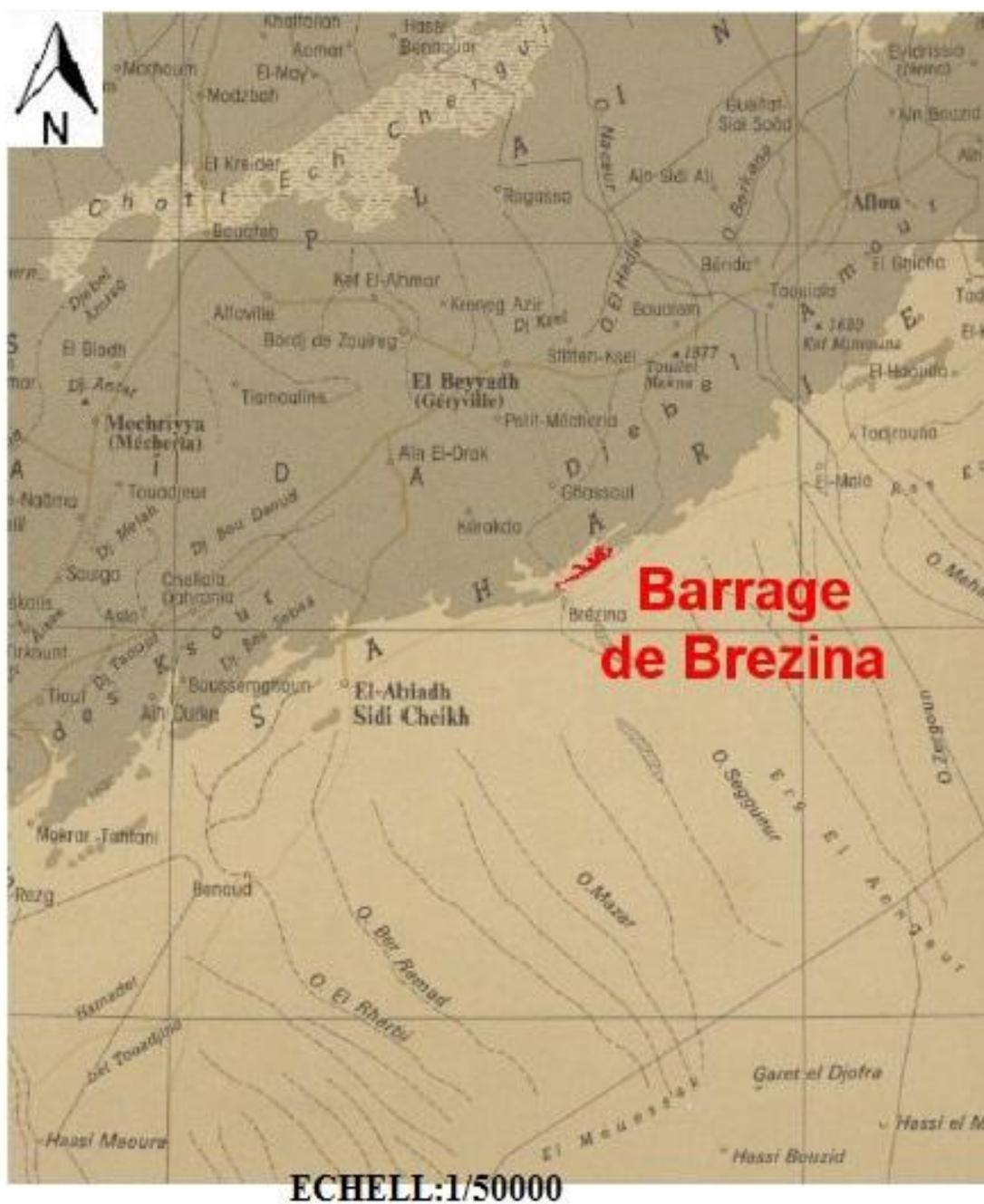


Figure I.8 : situation de barrage de Brézina



Figure I.9 : Barrage de Brézina

I-9-1- Qualité de l'eau d'irrigation

La zone d'étude est irriguée à partir du barrage de Brézina. Les caractéristiques de l'eau d'irrigation physiques et chimiques sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau n°10 : Qualité de l'eau de barrage de Brézina

Paramètres	moyenne
Conductivité en mmhos / cm	0,20
pH	7,16
CL ⁻ en mg/l	29
Na ⁺ en mg/l	51
Ca ⁺⁺ en mg/l	45
Mg ⁺⁺ en mg/l	39
K ⁺ en mg/l	5
SO ₄ ²⁻ en mg/l	119
HCO ₃ en mg/l	0
NO ³⁻ en mg/l	11

Source : ANRH

I-9-2- La conductivité électrique

La conductivité électrique est une propriété associée à la mobilité des ions, elle est mesurée à 25 °C et exprimée en mmhos/cm. On distingue quatre classes de danger de salinité de l'eau en fonction de la conductivité électrique.

Tableau n°10 : Classification des eaux en fonction de la conductivité électrique

Classe	Conductivité électrique CE (mmhos/cm) à 25°C	Qualité des eaux
C1	CE ≤ 0,25	Eau de risque faible
C2	0,25 < CE ≤ 0,75	Eau de risque moyen
C3	0,75 < CE ≤ 2,25	Eau de risque élevée
C4	CE > 2,25	Eau de risque très élevée

Remarque :

C1 : convient pour toutes les cultures.

C2 : convient pour les plantes moyennement tolérantes.

C3 : ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes tolérantes.

C4 : eau difficilement utilisable sur sol bien drainé.

D'après l'ANRH, l'eau d'un barrage prévue pour l'irrigation du périmètre étudié a une conductivité électrique moyenne : CE = 0,20 mmhos/cm.

I-9-3- Le SAR (Sodium Absorption Ration)

Si l'eau est riche en Sodium, celui-ci peut se fixer sur le complexe du sol et exercer alors une action de défloculation. Pour apprécier le risque alcalin, on compare donc la concentration en ions Na^+ et celle en ions Ca^{++} et Mg^{++} . Trois classes de danger d'alcalinisation ont été définies en relation avec le risque salin.

$$S.A.R = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} \quad SAR = 7.87$$

Tableau n°11: Classification des eaux en fonction de SAR

Classe	S.A.R.	Danger
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé

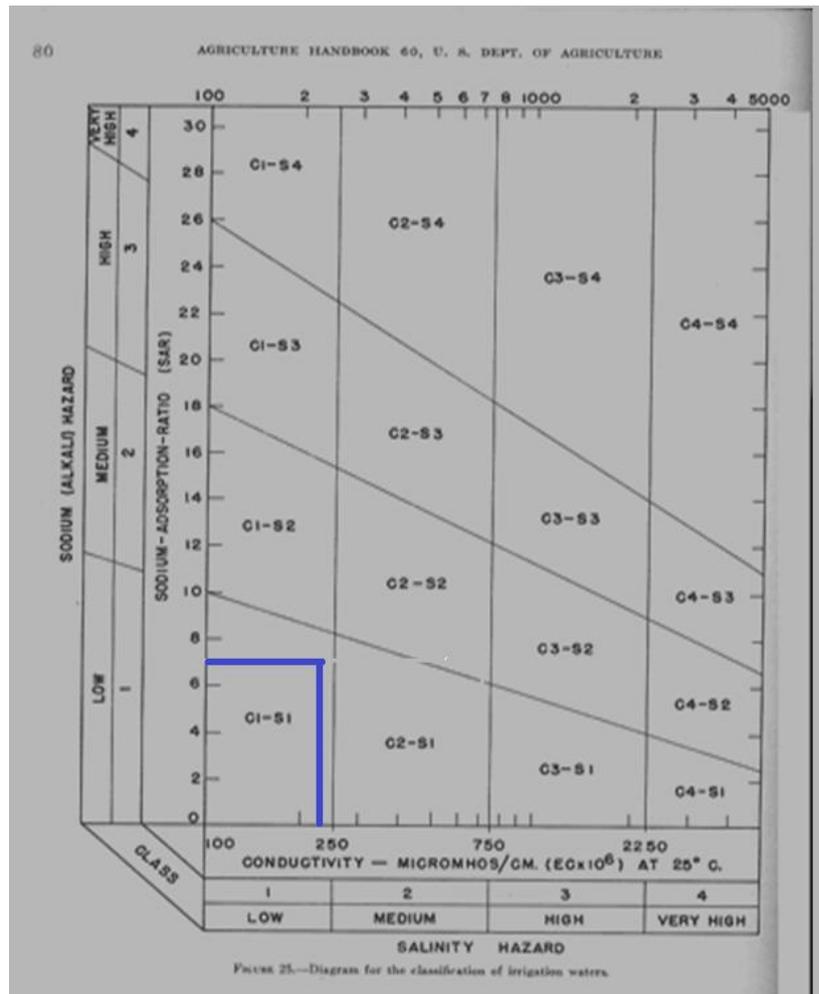


Figure I.10: Diagramme de classification de l'eau d'irrigation

On se réfère au diagramme de classification des eaux d'irrigation (Fig I-10). On peut affirmer que notre eau est caractérisée par une salinité faible avec un risque d'alcalinité faible aussi, c'est pour ça on le retrouvés dans l'intervalle (C1-S1), ce qui montre que la qualité de ces eaux est acceptable dans le domaine d'irrigation.

Conclusion

Dans ce chapitre on aborder une présentation générale de périmètre de Brézina (situation géographique, situation administrative...etc.) ainsi que nous avons étudié toutes les conditions naturelles de notre périmètre d'irrigation et on a constaté que notre sol est de type sableux limoneux, on a trouvé aussi que la qualité de l'eau à exploiter à des fins agricoles est bonne pour l'irrigation.

CHAPITRE II :
Problématique et
choix de la technique
d'irrigation

Introduction

L'humidité du sol à l'état naturel est souvent insuffisante, et pour garantir un rendement optimum des cultures, on a recours à l'irrigation. Il existe plusieurs techniques d'irrigation sous pression ou modes d'irrigation. Dans ce chapitre on va étudier ces différentes techniques d'irrigation sous pression puis on va choisir la technique qui correspond avec les caractéristiques de la région d'étude.

II-1- Technique d'arrosage

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

a) Irrigation de surface (par gravité) : laisser couler l'eau à la surface, ou inonder le sol et le laisser saturer jusqu'à une certaine profondeur (submersion, par planches, à la raie).

b) Irrigation par aspersion : pulvériser de l'eau dans l'air et la laisser retomber en pluie sur les plantes et sur le sol.

c) Irrigation souterraine : élever la nappe d'eau par en dessous (dans les endroits où la nappe d'eau souterraine est peu profonde et contrôlable) de façon à ce que la rhizosphère soit humidifiée par capillarité.

d) Irrigation localisée : L'irrigation localisée ou micro irrigation, est une méthode qui regroupe plusieurs systèmes de distribution de l'eau à la parcelle. (c'est le cas de notre projet).

II-1-1- Mode d'arrosage

Le mode d'arrosage qui nous intéresse dans notre étude est l'irrigation localisée (micro-irrigation ou goutte à goutte).

II-1-2- Irrigation localisée

L'eau circule dans des tuyaux souples de petit diamètre disposés à la surface du sol et sont munis de dispositifs " égouttures " qui apportent l'eau au pied des végétaux ; les systèmes d'irrigation localisée les plus répandus sont le goutte à goutte (indiqué pour le maraîchage) et le micro-jet (indiqué pour l'arboriculture).



Figure II.1 : Irrigation localisée

Les systèmes d'irrigation sous pression engendrent une économie d'eau moyenne de 30 à 60 % par rapport aux systèmes gravitaires. Les systèmes d'irrigation localisée, quant à eux, peuvent engendrer une économie d'eau allant jusqu'à 50 % par rapport aux systèmes par aspersion (limitation maximale de l'évaporation et de la percolation car l'eau est livrée à faible dose n'humidifie qu'une fraction du sol). Les systèmes d'irrigation localisée occasionnent les plus-values suivantes : prévention du développement des mauvaises herbes et possibilité de fertigation.

Ils ne sont par contre pas adaptés si les cultures emblavées sont à enracinement profond ainsi que si les eaux sont trop chargées (sable, limon, matière organique, fer,...qui peuvent obstruer les tuyaux) ou trop salées (pas de lessivage).

L'irrigation par aspersion est recommandée dans les cas de sols à faible profondeur, de sols légers et perméables, en cas de relief trop accidenté ainsi qu'en cas d'utilisation d'eau salée.

a)- Principe

Dans ce procédé original, l'eau est administrée aux plantes quotidiennement, à faible dose, par le moyen de goutteurs qui délivrent, au goutte à goutte, dans la zone d'extension racinaire l'eau nécessaire qui migre par capillarité.

Il se forme ainsi, sous chaque goutteur, un bulbe d'humidité d'extension variable en fonction des caractéristiques physiques et pédologiques du sol, le temps d'irrigation ne doit pas dépasser seize heures par jour, surtout en terrain argileux, pour laisser le temps à l'air de pénétrer dans le sol entre deux irrigations et éviter l'asphyxie du système racinaire.

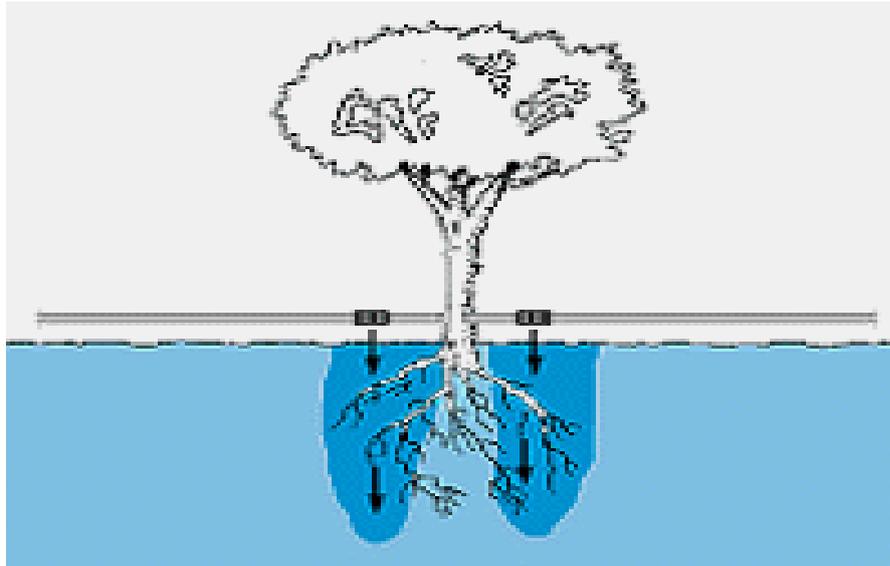


Figure II.2 : Zone humidifié par le goutteur

b)- Caractéristiques générales

On appelle irrigation localisée les systèmes qui consistent :

- à répartir l'eau d'irrigation sur la parcelle par un réseau de conduites à fixes sous faible pression ;
- à localiser l'apport d'eau au voisinage des plantes cultivées : seule une certaine fraction du volume du sol, exploitable par les racines, sera humidifiée.

Les débits apportés à chaque zone humidifiée sont faibles (quelques litres à quelques dizaines de litres par heure, selon les systèmes). L'irrigation s'effectue à faible dose et forte périodicité (souvent journalière).

Plusieurs techniques se sont développées :

- l'irrigation localisée par goutteurs.
- l'irrigation localisée par rampes perforées fixes.

L'irrigation localisée par aspersion (micro jet, micro-aspersion).

c- Les Avantages de la technique :

- Economie d'eau : l'eau est apportée directement et exclusivement au niveau des racines donc l'humidité au voisinage des racines restent élevée.
- Economie d'énergie : faible pression pour les goutteurs.
- Contrôle de la fertilisation : dosage régulier en engrais.
- Possibilité d'automatisation.
- Installation fixe sur le terrain, donc très faible besoin de main d'œuvre.

- Meilleure utilisation des sols difficiles : les sols très lourds sont difficiles à irriguer par aspersion ; et les sols très légers ne peuvent être irrigués avec les techniques d'irrigations de surface.
- Exploitation plus facile : ne gêne en rien les autres opérations culturales "traitement, récolte".
- Protection sanitaire plus efficace sur les feuillages : les produits phytosanitaires ne sont pas lessivés par l'irrigation.
- La non sensibilité aux vents forts.

d) -Les inconvénients

- Coût globalement élevé qui fait réserver cette technique aux cultures à forte valeur ajoutée.
- Exige un haut degré de compétence à tous les niveaux : étude préliminaire agro-pédologique, conception de l'installation, conduite des arrosages par l'irrigation.
- Nécessite une maintenance rigoureuse, en raison des risques liés à une éventuelle interruption des arrosages.
- Nécessite la filtration de l'eau d'irrigation.
- Fonctionne avec du matériel délicat à durée de vie relativement faible.
- Le développement racinaire des cultures est limité : les racines se concentrent dans la zone humidifiée.
- Contrôle difficile des goutteurs

II-1-3- Composition de l'installation

a) Borne d'irrigation

Les réseaux mobiles sont branchés sur des bornes d'irrigation piquées sur les conduites de distribution, une borne peut être piquée d'une ou plusieurs prises.

La borne assure trois fonctions

b) Le vannage

Le vannage consiste en la fermeture et l'ouverture de la vanne, comme dans une des prises d'eau.

c) La stabilisation des pressions

Pour une bonne régularité de la pluviométrie des asperseurs, il faut assurer une pression de fonctionnement stable, indépendante des variations de pression du réseau. Chaque prise est équipée d'un régulateur de pression maintenant la pression autour de 3 à 5 bars pour les asperseurs

d) Limiteur de débit

L'appel d'un gros débit provoque une chute de pression, le débit de chaque prise plafonné à une certaine valeur dépendant de la superficie à arroser, à partir de cette prise un petit appareil limite le débit.

e) La conduite principale

C'est la conduite qui relie au point de fourniture d'eau les diverses portes rampes. Elle peut être en amiante ciment, en PVC rigide ou en acier galvanisé comme en irrigation par aspersion. Pour les petites installations, du polyéthylène haute densité peut également être utilisé.

f) Porte 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).

g) 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. Les distributeurs y sont fixés avec un espacement prédéterminé. Il existe d'autres types de rampes qui assurent à la fois le transport et la distribution de l'eau, par exemple les rampes (ou gaines) poreuses ou perforées (à simple ou double section).

h) les distributeurs

Les distributeurs constituent la partie essentielle de l'installation. C'est à partir d'eux que l'eau sort, à la pression atmosphérique, en débits faibles et réguliers. Ils peuvent être des goutteurs à très faible débit (quelques l/h), dont il existe de très nombreux types différents, des ajutages ou des mini diffuseurs dont le débit est un peu plus important (quelques dizaines de l/h)

i) la pompe

On utilise en général les pompes centrifuges dont le fonctionnement est facile et moins encombrant. Le choix de la pompe dépend du débit à assurer et la hauteur manométrique de fonctionnement.

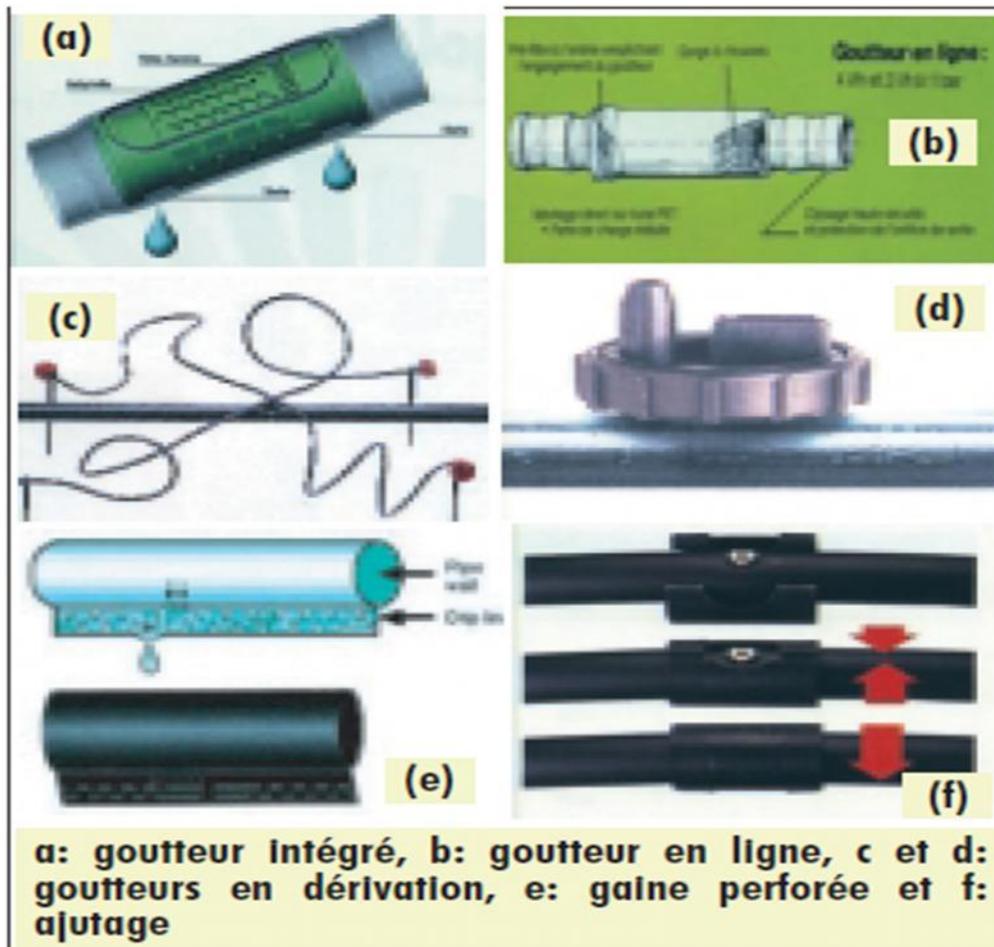


Figure II.3 : Goutteurs

II-1-4- Choix d'un distributeur dans l'irrigation en goutte à goutte

En irrigation localisée, le choix du goutteur est important car de lui va dépendre le bon fonctionnement hydraulique de l'installation, l'alimentation hydrique satisfaisante de la culture, la pérennité des équipements, le niveau de filtration et la qualité de maintenance à assurer. C'est la prise en compte d'un certain nombre d'éléments que permet à l'utilisateur de définir son choix d'une manière objective.

a) La qualité de l'eau

C'est un élément essentiel dont vont dépendre les risques de colmatage des distributeurs.

b) La nature du sol

La nature du sol permet de choisir entre mini diffuseurs et goutteurs.

c) la nature des cultures

Pour les cultures pérennes, telles qu'arbres fruitiers, vignes, ou l'installation est fixe les distributeurs en ligne ou en dérivation sur la rampe peuvent être envisagés.

II-1-5- Paramètres de choix du système d'irrigation localisée

On distingue trois facteurs limitant :

- Facteur naturels : climat, sol, eau.
- Facteur cultural.
- Facteur économiques.

a- Climat**1. Température**

En hiver le système goutte à goutte ne permet pas la protection antigel. En été, l'évaporation intense condamne l'aspersion, tant que le goutte à goutte et le procédé Bas-Rhône sont très adaptés.

2. Le vent

Le vent représente aussi une contrainte importante. Il favorise surtout l'irrigation de surface ou par gravité, par contre il est un facteur limitant pour l'irrigation par aspersion, c'est-à-dire que si la portée du jet d'eau est importante, la répartition de cette eau sur la surface du sol sera non uniforme. La lutte contre ce phénomène peut se faire par l'aménagement de brise-vent.

3. Pluviosité

Le système goutte à goutte conduit à l'accumulation de sels qui sont concentrés sur la surface latérale du bulbe racinaire. Une grande pluviosité (climat semi-aride) permet de réduire à 20 % le volume de sol humidifié par le système goutte à goutte.

b) Sol

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

Le plus important de cette contrainte, la texture du sol et sa perméabilité dans un sol à texture fine où la perméabilité est faible.

L'irrigation par gravité est utilisée avec précaution afin d'éviter l'asphyxie du sol, par contre dans le cas de l'irrigation par aspersion elle est plus adaptée seulement il faut que l'intensité de pluie soit inférieure à la vitesse d'écoulement dans le sol (perméabilité), encore on peut utiliser l'irrigation goutte à goutte.

c) Topographie

La topographie représente aussi une contrainte importante parmi les contraintes naturelles. Elle est caractérisée par la pente du terrain.

Un terrain à faible pente est caractérisé par une faible vitesse d'écoulement soit dans les canaux, soit dans les rigoles ce qui provoque la poussée des mauvaises herbes.

Donc il n'est pas nécessaire d'envisager l'irrigation de surface. Si la pente est très forte un problème d'érosion peut se poser, d'où dans deux cas l'irrigation par aspersion et par goutte à goutte qui sont adaptées.

d) Transport solide des eaux**1. Eau chargée**

Les matières en suspension peuvent colmater les orifices des asperseurs et des goutteurs, ce qui rend obligatoire d'implanter des stations de filtration. Donc dans ce cas on a le choix d'utiliser l'irrigation gravitaire.

2. Eau non chargée

Dans ce cas on peut utiliser le mode d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte sans craindre le risque de colmatage, aussi on peut adapter l'irrigation par gravité.

e) Qualité chimique des eaux**1. Eau salée**

Le sel peut avoir un effet néfaste sur le matériel utilisé pour l'arrosage (conduite, asperseur, goutteurs ...), on utilise donc l'irrigation de surface qui permet d'avoir une répartition linéaire de sels et éviter le contact de l'eau avec les feuilles.

2. Eau non salée

Quand la qualité des eaux d'irrigation est bonne, l'irrigation par aspersion est adaptée sans risque, comme on peut envisager les autres modes d'irrigation.

f) Selon les contraintes techniques et socio-économique**1. Contraintes techniques**

Il s'agit :

- Des dimensions et configurations des parcelles qui doivent correspondre aux paramètres linéaires de la technique d'arrosage.
- De la mise en œuvre et de l'entretien du système d'irrigation.
- Fiabilité du matériel utilisé.
- Possibilité d'automatisation du système d'arrosage.

2. Contrainte socio-économique

- Economie d'eau.
- Existence ou non d'une main d'œuvre qualifiée.
- Possibilité de créer des emplois.
- Fiabilité du matériel utilisé.
- Possibilité d'automatisation du système d'arrosage.

2. Contrainte socio-économique

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

II-1-6- La problématique

Au terme de ce qu'on vient d'aborder, il s'avère que la disponibilité de la ressource en eau de notre région d'étude est de plus en plus compromise en raison des changements climatiques et de la sécheresse qui en résulte d'une part, ainsi que de la mauvaise gestion des fractions allouées au secteur agricole d'une autre part.

Des enquêtes sur le terrain prouvent que les agriculteurs continuent à puiser l'eau de la nappe qui est très sensible et vulnérable à cause de la surexploitation, même si l'état leur a fourni des bornes jusqu'à proximité de leurs périmètres.

C'est la raison pour laquelle une bonne gestion de la ressource hydrique devient plus qu'une nécessité à l'heure actuelle.

L'objet de ce sujet rentre justement dans ce contexte, on propose dans le cadre de cette étude de dimensionner le réseau d'irrigation du périmètre de Brézina afin d'optimiser la ressource en eau et bien sur d'assurer les besoins en eau des cultures mises.

Conclusion

Dans ce chapitre on a parlé de tout ce qui se rapporte à la technique choisie qui est les systèmes sous pression à savoir ses avantages et inconvénients, de ses problématiques ainsi que le choix le plus adéquat qui est en fonction de climat, le sol, composition chimique de l'eau d'irrigation, et les contraintes technico-économique. Ainsi que du choix des cultures à mettre en place qui sont le prunier et le pommier.

CHAPITRE III :

Calcul de besoins en eau des culture regime d'irrigation -Etude Hydrologique

Introduction

Dans ce chapitre nous allons étudier de près le bilan hydrique qui régné dans notre secteur d'étude en commençant premièrement par l'hydrologie qui a pour but de déterminer les caractéristiques des pluies de fréquence donné ,qui conditionnent l'étude de notre projet d'aménagement hydro-agricole, l'étude porte sur : la détermination de l'année de calcul, l'homogénéisation des séries pluviométriques, et l'étude fréquentielle des séries pluviométrique par des lois statistiques pour faire ressortir les pluie efficace pour calcule le bilan hydrique.

Il viendra par la suite, l'étude du régime d'irrigation, ou nous pouvons évaluer quantitativement les besoin en eau des cultures.

III-1- partie hydrologie

III-1-1-Réseau pluviométrique

Pour l'étude des pluies nous avons utilisé la série pluviométrique de la station d'El bayadh qui dispose d'une série longue et représentative pour la zone d'étude, par l'Agence Nationale des Ressources en Hydrauliques (ANRH).

La série des précipitations moyennes mensuelles (1977/2012) de la station pluviométrique d'El bayadh est donnée dans le tableau ci-après :

Tableau n° 1 : Série des pluies à station d'El Bayadh (période : 1977/2012)

années	sept	oct	nov	dec	jan	fev	mars	avr	mai	juin	juil	aout	P an
1977/78	0.0	11.7	3.5	2.8	18.8	9.7	7.0	4.3	14.0	17.0	1.5	1.2	91.5
1978/79	22.4	5.4	5.9	5.5	4.4	5.8	24.2	5.4	9.5	1.2	0.0	0.5	90.2
1979/80	14.5	2.5	21.8	8.7	2.0	5.7	10.7	31.0	0.0	18.0	0.0	23.9	138.8
1980/81	24.0	3.0	0.1	7.0	21.7	20.3	11.6	21.6	18.5	1.3	2.1	0.8	132
1981/82	5.7	10.7	33.8	4.9	0.0	2.4	2.3	2.3	32.1	5.0	3.5	5.7	108.4
1982/83	8.4	7.0	2.4	3.3	18.1	4.1	15.7	1.3	11.2	10.5	1.0	4.2	87.2
1983/84	4.0	9.2	14.8	2.7	7.8	8.3	4.7	0.4	11.8	3.6	1.2	6.6	75.1
1984/85	12.7	17.0	0.7	12.8	4.3	6.5	53.8	10.9	25.6	2.4	4.7	4.0	155.4
1985/86	26.7	18.9	11.5	8.9	6.7	8.7	11.7	7.9	4.5	16.5	8.5	1.9	132.4
1986/87	1.4	6.5	13.8	9.0	19.8	13.6	10.6	6.2	6.4	16.0	2.0	6.0	111.3
1987/88	4.0	36.4	3.8	5.3	4.1	2.3	13.2	12.4	1.2	23.4	4.0	6.7	116.8
1988/89	7.2	20.7	9.1	5.6	19.9	0.2	14.9	11.8	15.5	8.7	1.1	7.2	121.9
1989/90	2.2	12.2	7.4	10.8	4.8	11.6	28.9	12.1	28.6	5.4	1.3	5.1	130.4
1990/91	5.6	51.5	1.6	10.0	8.4	8.7	12.1	19.0	25.2	4.1	7.9	4.4	158.5
1991/92	10.7	0.3	9.7	4.0	1.8	7.5	18.3	4.7	14.5	42.8	5.4	18.4	138.1
1992/93	6.4	11.1	12.8	5.6	4.3	8.6	18.8	2.6	1.1	5.5	0.7	2.2	79.7
1993/94	22.6	13.4	5.6	1.5	5.7	14.5	16.6	7.6	4.6	18.9	0.8	14.0	125.8
1994/95	17.9	8.2	1.7	20.0	6.9	8.2	28.4	19.0	1.4	28.5	3.0	0.5	143.7
1995/96	38.5	0.7	0.0	6.2	12.8	0.6	2.6	11.0	5.0	0.0	3.7	18.3	99.4
1996/97	12.9	11.7	9.5	26.0	4.5	4.3	3.5	10.4	14.1	3.5	0.9	0.8	102.1
1997/98	2.5	3.3	1.5	2.5	24.2	12.3	12.9	2.6	0.0	0.3	0.2	0.8	63.1
1998/99	24.9	5.6	16.8	70.4	0.0	0.0	4.1	5.7	8.3	5.5	12.4	11.0	164.7
1999/00	24.5	22.6	22.9	7.2	20.5	8.4	3.7	8.1	4.4	0.5	0.7	18.5	142
2000/01	5.0	11.0	6.0	20.0	22.0	12.0	2.0	11.0	7.0	1.0	1.0	15.0	113
2001/02	10.0	26.0	53.0	21.0	1.0	7.0	20.0	47.0	5.0	2.0	1.0	28.0	221
2002/03	1.5	38.4	29.6	15.0	3.6	5.3	0.9	11.1	4.6	12.0	0.3	4.2	126.5
2003/04	3.9	4.3	9.1	10.3	2.1	12.6	25.8	22.3	32.5	10.5	2.2	6.4	142
2004/05	42.2	43.5	28.6	11.2	2.3	5.9	9.4	0.8	1.7	15.8	8.5	10.1	180
2005/06	9.7	0.0	24.5	25.2	32.3	41.3	1.4	15.5	45.8	14.8	2.6	2.6	215.7
2006/07	8.1	11.7	5.3	3.0	1.1	6.3	8.5	32.1	8.5	19.8	10.6	9.5	124.5
2007/08	19.0	12.8	17.0	31.5	5.4	11.9	13.2	0.3	19.5	16.5	2.1	6.4	155.6
2008/09	47.7	1.0	11.0	6.3	29.6	17.5	38.1	17.8	1.4	4.1	4.1	6.5	185.1
2009/10	22.5	34.1	4.5	11.5	14.3	32.0	13.0	14.3	31.8	6.1	0.5	16.3	200.9
2010/11	28.8	54.7	42.3	24.4	6.5	8.3	11.5	12.6	22.8	21.7	3.4	8.8	245.8
2011/12	25.0	30.8	29	13	7.3	12.8	26.4	22.9	14.3	8.5	3	7.1	200.1

Source : ANRH

III-1-2- Homogénéité de la série pluviométrique

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

La vérification de l'homogénéité d'une série pluviométrique par cette méthode repose sur le procédé ci-dessous :

- On divise la série complète en deux sous séries : x et y tel que : N1 et N2
- Représentant respectivement les tailles de ces deux sous séries considérant généralement $N_2 > N_1$
- On constitue par la suite, la série x unions y après avoir classé la série de pluie d'origine par ordre croissant. À ce stade, on attribue à chaque valeur de la série pluviométrique classée, son rang, tout en précisant à quels sous série elle appartient.

Wilcoxon a montré que la série est homogène avec une probabilité de 95%, si la relation ci-dessous est vérifiée. $W_{min} < W_y < W_{max}$

$$W_y = \sum_{i=1}^n \text{Rang}$$

W_x : Somme des rangs de sous série

$$W_{min} = \frac{(N_1 + N_2 + 1)N_1 - 1}{2} - u_{1-\frac{\alpha}{2}} \left(\frac{(N_1 N_2)(N_1 + N_2 + 1)}{12} \right)^{\frac{1}{2}}$$

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

Le tableau n° 2 détaille le procédé de Test d'homogénéité pour la station.

Tableau n° 2 : Test de wilcoxon

Rang	Série d'origine P (mm)	Série x (mm)	Série y (mm)	TRI (mm)	x union y
1	91.5	91.5	125.8	245.8	y
2	90.2	90.2	143.7	221	y
3	138.8	138.8	99.4	215.7	y
4	132	132	102.1	200.9	y
5	108.4	108.4	63.1	200.1	y
6	87.2	87.2	164.7	185.1	y
7	75.1	75.1	142	180	y
8	155.4	155.4	113	164.7	y
9	132.4	132.4	221	158.5	x
10	111.3	111.3	126.5	155.6	y
11	116.8	116.8	142	155.4	x
12	121.9	121.9	180	143.7	y
13	130.4	130.4	215.7	142	y
14	158.5	158.5	124.5	141.5	y
15	138.1	138.1	155.6	138.8	x
16	79.7	79.7	185.1	138.1	x
17	125.8		200.9	132.4	x
18	143.7		245.8	132	x
19	99.4		200.1	130.4	x
20	102.1			126.5	y
21	63.1			125.8	y
22	164.7			124.5	y
23	142			121.9	y
24	113			116.8	x
25	221			113	y
26	126.5			111.3	x
27	142			108.4	x
28	180			102.1	y
29	215.7			99.4	y
30	124.5			91.5	x
31	155.6			90.2	x
32	185.1			87.2	x
33	200.9			79.7	x
34	245.8			75.1	x
35	200.1			63.1	y

$$N1 = 16$$

$$N2 = 19$$

$$W_x = 342$$

$$W_{\min} = 228.31$$

$$W_{\max} = 347.69$$

$$228.31 < W_x < 347.69$$

La condition de Wilcoxon est vérifiée, donc la série des précipitations moyennes annuelle est homogène.

III-1-3-Etude de l'échantillon et choix du type de loi

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

- Loi de Gauss ou loi Normale.
- Loi de Galton ou loi log-Normale.

III-1-3-1-Ajustement de la série pluviométrique

On la série pluviométrique annuelle de la station retenue aux ajustements à la loi Normale, la loi log-normale et la loi de normale.

a. Ajustement à la loi normale (GAUSS)

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

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u \text{Exp}\left(\frac{-1}{2x\mu^2}\right) du$$

Pour notre projet, il sera utile de connaître les variations annuelles des précipitations pour une période de retour de 5ans.

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station d'El Bayadh sont regroupés dans le tableau et la figure ci-dessous.

Tableau n° 3 : Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles
à la loi de normale

Ajustement à une loi de Gauss

Taille n= 35

Moyenne= 137.677143

Ecart-

type= 43.5324361

I.C. à (en%)= 95

U Gauss=

1.9604

Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
91.5	63.1	1	0.0143	-2.190	63.1	42.3501161	8.67841902	64.9464405
90.2	75.1	2	0.0429	-1.719	75.1	62.8521564	34.4825498	82.5283774
138.8	79.7	3	0.0714	-1.466	79.7	73.87967	48.1931451	92.1540179
132	87.2	4	0.1000	-1.282	87.2	81.8803677	58.0398636	99.2382393
108.4	90.2	5	0.1286	-1.133	90.2	88.3442936	65.9194053	105.037547
87.2	91.5	6	0.1571	-1.006	91.5	93.8729074	72.5957379	110.060773
75.1	99.4	7	0.1857	-0.894	99.4	98.7730617	78.457707	114.568427
155.4	102.1	8	0.2143	-0.791	102.1	103.224178	83.7320123	118.713497
132.4	108.4	9	0.2429	-0.697	108.4	107.341206	88.5633443	122.59455
111.3	111.3	10	0.2714	-0.608	111.3	111.202889	93.0503246	126.279597
116.8	113	11	0.3000	-0.524	113	114.866065	97.263682	129.81819
121.9	116.8	12	0.3286	-0.443	116.8	118.373581	101.256292	133.248126
130.4	121.9	13	0.3571	-0.366	121.9	121.758982	105.069116	136.59943
158.5	124.5	14	0.3857	-0.290	124.5	125.049455	108.734921	139.896866
138.1	125.8	15	0.4143	-0.216	125.8	128.26777	112.280719	143.161613
79.7	126.5	16	0.4429	-0.143	126.5	131.433634	115.729445	146.412433
125.8	130.4	17	0.4714	-0.071	130.4	134.564663	119.101156	149.666553
143.7	132	18	0.5000	0.000	132	137.677147	122.413943	152.940352
99.4	132.4	19	0.5286	0.071	132.4	140.789623	125.687733	156.25313
102.1	138.1	20	0.5571	0.143	138.1	143.920652	128.941852	159.624841
63.1	138.8	21	0.5857	0.216	138.8	147.086515	132.192673	163.073566
164.7	142	22	0.6143	0.290	142	150.304831	135.457419	166.619364
142	142	23	0.6429	0.366	142	153.595303	138.754856	170.28517
113	143.7	24	0.6714	0.443	143.7	156.980705	142.106159	174.097994
221	155.4	25	0.7000	0.524	155.4	160.488221	145.536096	178.090604
126.5	155.6	26	0.7286	0.608	155.6	164.151397	149.074689	182.303961
142	158.5	27	0.7571	0.697	158.5	168.01308	152.759735	186.790941
180	164.7	28	0.7857	0.791	164.7	172.130108	156.640789	191.622273
215.7	180	29	0.8143	0.894	180	176.581224	160.785859	196.896579
124.5	185.1	30	0.8429	1.006	185.1	181.481378	165.293513	202.758548

CHAP III Calcul de besoins en eau des culture -régime d'irrigation-Etude Hydrologique

155.6	200.1	31	0.8714	1.133	200.1	187.009992	170.316738	209.43488
185.1	200.9	32	0.9000	1.282	200.9	193.473918	176.116046	217.314422
200.9	215.7	33	0.9286	1.466	215.7	201.474616	183.200268	227.161141
245.8	221	34	0.9571	1.719	221	212.502129	192.825908	240.871736
200.1	245.8	35	0.9857	2.190	245.8	233.00417	210.407845	266.675867

Fréquence	U.Gauss	Val.théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.2	-0,001	101.046482	81.1578967	116.67921	101.046482	0,000	0,1
0.5	0,000	137.677147	122.413943	152.940352	137.677147	0,001	0,2

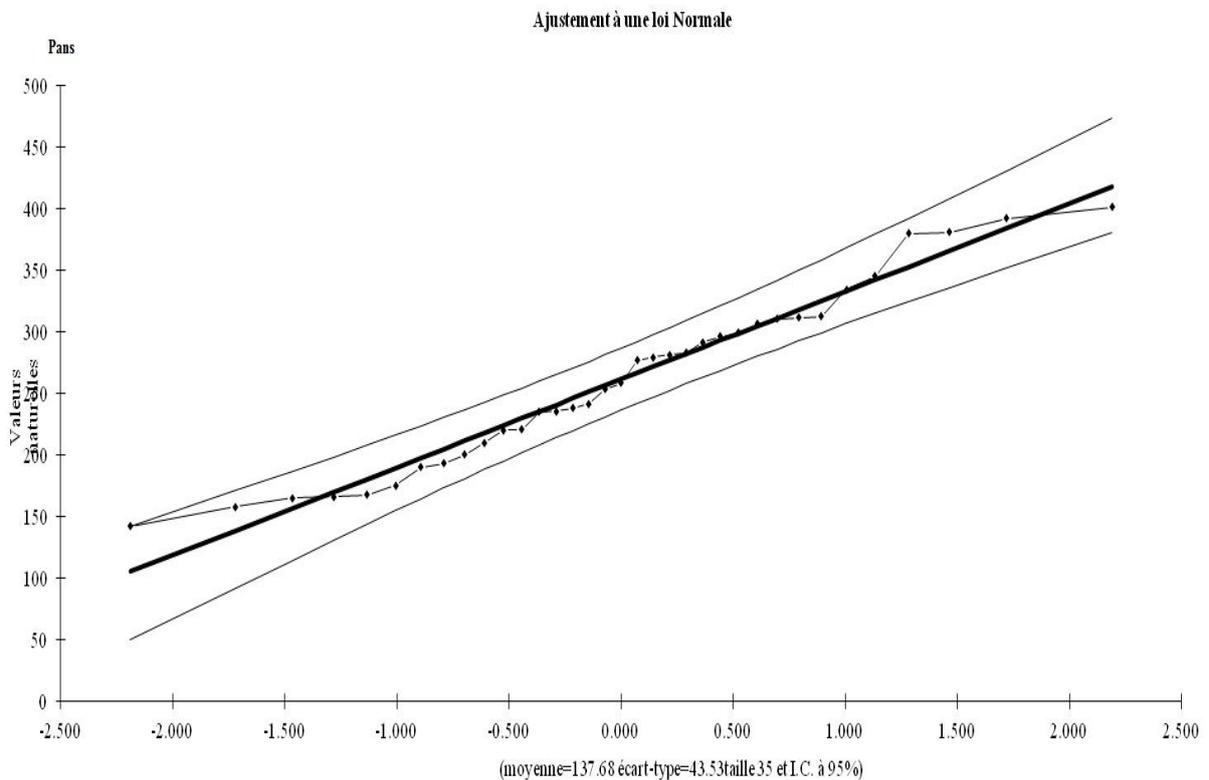


Figure III.1: Graphe d'ajustement à une loi normale

b. Ajustement à la loi log-normale (GALTON)

Les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles de la station d'El Bayadh sont regroupés dans le tableau et la figure ci-dessous.

Tableau n° 4 : les résultats de l'ajustement de la série des pluies moyennes annuelles à la loi log-normale

Ajustement à une loi Log-normale								
Taille	Moy.log(x-							
n= 35	xo)= 2.117826961							
	E.T. log(x-							
xo= 0	xo)= 0.138272099				I.C. à (en%)= 95		U Gauss= 1.960	
Valeurs de départ	Valeurs classées	Ordre de classement	Fréquence expérimentale	Variable réduite	Valeur expérimentale	Valeur théorique	Borne inférieure	Borne supérieure
91.5	63.1	1	0.014	-2.190	63.1	65.319	51.0609	77.057053
90.2	75.1	2	0.043	-1.719	75.1	75.8858	61.6666	87.631029
138.8	79.7	3	0.071	-1.466	79.7	82.2597	68.1709	94.022509
132	87.2	4	0.100	-1.282	87.2	87.2167	73.2614	99.022401
108.4	90.2	5	0.129	-1.133	90.2	91.4389	77.6073	103.31272
87.2	91.5	6	0.157	-1.006	91.5	95.212	81.4909	107.17884
75.1	99.4	7	0.186	-0.894	99.4	98.6861	85.0606	110.77117
155.4	102.1	8	0.214	-0.791	102.1	101.952	88.4059	114.18071
132.4	108.4	9	0.243	-0.697	108.4	105.068	91.5855	117.46815
111.3	111.3	10	0.271	-0.608	111.3	108.078	94.6409	120.67712
116.8	113	11	0.300	-0.524	113	111.013	97.6027	123.84103
121.9	116.8	12	0.329	-0.443	116.8	113.897	100.495	126.98694
130.4	121.9	13	0.357	-0.366	121.9	116.752	103.337	130.13791
158.5	124.5	14	0.386	-0.290	124.5	119.596	106.145	133.31453
138.1	125.8	15	0.414	-0.216	125.8	122.445	108.933	136.53603
79.7	126.5	16	0.443	-0.143	126.5	125.313	111.716	139.82115
125.8	130.4	17	0.471	-0.071	130.4	128.216	114.505	143.18876
143.7	132	18	0.500	0.000	132	131.168	117.313	146.65859
99.4	132.4	19	0.529	0.071	132.4	134.188	120.156	150.25533
102.1	138.1	20	0.557	0.143	138.1	137.296	123.05	154.00664
63.1	138.8	21	0.586	0.216	138.8	140.512	126.01	157.94055
164.7	142	22	0.614	0.290	142	143.859	129.055	162.08997
142	142	23	0.643	0.366	142	147.363	132.206	166.49449
113	143.7	24	0.671	0.443	143.7	151.057	135.486	171.20267
221	155.4	25	0.700	0.524	155.4	154.982	138.928	176.27562
126.5	155.6	26	0.729	0.608	155.6	159.191	142.57	181.79216

142	158.5	27	0.757	0.697	158.5	163.751	146.465	187.8569
180	164.7	28	0.786	0.791	164.7	168.756	150.682	194.61347
215.7	180	29	0.814	0.894	180	174.34	155.32	202.2673
124.5	185.1	30	0.843	1.006	185.1	180.702	160.526	211.12762
155.6	200.1	31	0.871	1.133	200.1	188.158	166.533	221.69255
185.1	200.9	32	0.900	1.282	200.9	197.267	173.748	234.84369
200.9	215.7	33	0.929	1.466	215.7	209.154	182.988	252.38005
245.8	221	34	0.957	1.719	221	226.722	196.334	278.99987
200.1	245.8	35	0.986	2.190	245.8	263.399	223.276	336.95017

Fréquence	U de Gauss	Valeur théo.	Borne inf.	Borne sup.	Valeur	Fréq. théo.	Pér. Ret.
0.2	-0,001	106.3406649	86.75706	112.4944811	106.341	0,000	0,1
0.5	0,000	134.1677217	117.3131	146.6585885	134.168	0,001	0,2

Ajustement à une loi Log-normale

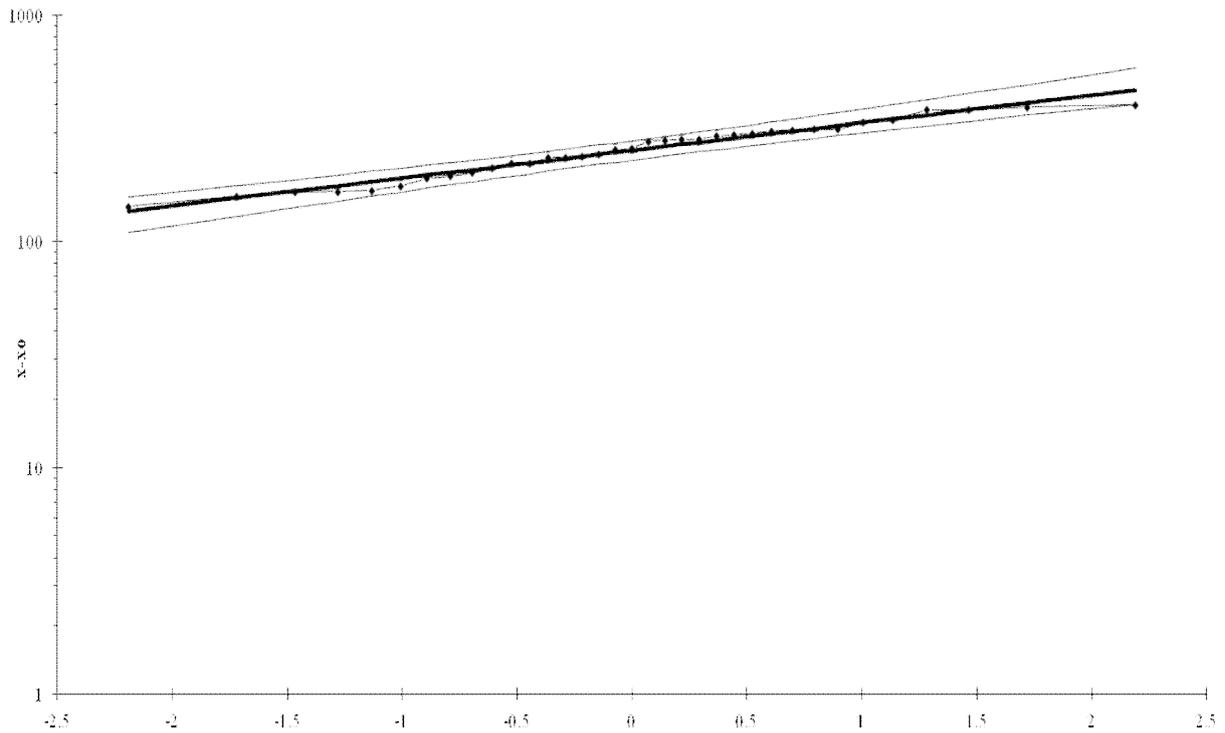


Figure III.2: Graphe d'ajustement à une loi log-normale

III-1-4-Test d'adéquation d'un ajustement

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

$$v_i = N \int_{X_{i-1}}^{X_i} f(X) dx$$

f(X) : étant la densité de probabilité correspondant à la loi théorique. La variable aléatoire χ^2 dont la répartition a été étudiée par Pearson, est définie par l'expression suivante :

$$\chi^2 = \sum \frac{n_i - v_i}{v_i}$$

$$T = k - 1 - p$$

Avec :

p : Nombre de paramètres, dont dépend la loi de répartition, donc : p = 2. On cherche dans la table de Pearson la probabilité de dépassement correspondante au nombre de degré de liberté, définie ci-dessus par T.

* Test de Khi 2

- ✓ On calcule χ^2 calculé.
- ✓ On calcule le nombre de degré de liberté T :
- ✓ On détermine χ^2 théorique sur la table de Pearson III.

Avec : χ^2 théorique = g(T, P)

La loi est adéquate pour une erreur P = 0.05 si et seulement si :

$$\chi^2 \text{ calculé} < \chi^2 \text{ théorique.}$$

III-1-4-1-Test d'adéquation de l'ajustement à la loi normale

Test d'adéquation : Loi Normale

D'après le logiciel HYFRAN, on a obtenu les résultats suivant:

Tableau n° 5: Résultats du test de Khi 2, selon HYFRAN

χ^2 calculé	5,03
Degrés de liberté	4

D'après la table de Pearson du χ^2 , on a :

χ^2 théorique = 9.488

χ^2 calculé = 5,03 < χ^2 théorique = 9.488

Donc l'ajustement est à considérer.

III-1-4-2-Test de validité de l'ajustement à la loi log-normale

Test d'adéquation : Loi log-Normale

D'après le logiciel HYFRAN on a obtenu les résultats suivant:

Tableau n° 6: Résultats Du Test De Khi 2, selon HYFRAN

χ^2 calculé	1,17
Degrés de liberté	4

D'après la table de Pearson du χ^2 , on a :

χ^2 théorique = 9.488

χ^2 calculé = 1,17 < χ^2 théorique = 9.488

Donc l'ajustement est à considérer.

III-1-5- Détermination de l'année de calcul

Puisque la Loi log-Normale est la plus adéquate, alors nous la retenons pour l'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle représentative de la région Détermination de l'année de calcul a pour but de connaitre la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante; elle est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80 %), (de l'année de calcul de P 80%)

Pour trouver la pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80 % on utilise la loi suivante :

$$P_{\text{moy } 80\% \text{ de chaque mois}} = P_{\text{moy de chaque mois}} \cdot \frac{P_{\text{théorique (80\%) annuelle}}}{P_{\text{théorique (50\%) annuelle}}}$$

$$P_{\text{théorique } 80\% \text{ annuelle}} = 100.34 \text{ mm}$$

$$P_{\text{théorique } 50\% \text{ annuelle}} = 131.16 \text{ mm}$$

$$P_{\text{moy } 80\%} = \frac{106.34}{134.16} \cdot P_{\text{moy.mensuelle}} = 0.79 P_{\text{moy.mensuelle}}$$

Les résultats de calcul sont donnés par le tableau suivant :

Tableau n° 7: L'année de calcul

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	An
P _{moy.80%}	11.81	12.59	10.62	9.78	7.88	9.9	11.3	9.62	10.21	8.38	2.39	6.4	110.88

III-2- Partie de régime d'irrigation

III-2-1 Définition d'un régime d'irrigation

Le régime d'irrigation est défini comme étant l'ensemble du nombre de doses d'arrosage qu'il faut appliquer aux cultures au cours de toute leur période de végétation dans le but de compenser le déficit hydrique dans la couche active du sol.

III-2-2-Besoins en eau des cultures

III-2-2-1-Définition

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

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

III-2-2-2- L'évapotranspiration

L'évapotranspiration représente la quantité d'eau perdue sous forme de vapeur à partir d'une surface couverte de végétation. Cette quantité est généralement exprimée par unité de surface et par unité de temps, en m³/ha/jour, en m³/ha/mois ou en m³/ha/an. Bien entendu, l'évapotranspiration peut également s'écrire en mm/jours par mois ou par an.

On distingue : l'évapotranspiration de référence (ET₀), L'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR).

- L'évapotranspiration potentielle ou de référence : est définie comme l'ensemble des pertes en eau d'un couvert végétal abondant, bien alimenté en eau, lorsque l'énergie (évaporation de l'atmosphère) est le seul facteur qui limite cette évaporation. On peut définir l'ETP comme l'évapotranspiration d'un couvert végétal présentant un développement foliaire maximum (au stade de pleine croissance) couvrant bien le sol, ce dernier étant à la capacité au champ, L'ETP correspond à la « demande d'évaporation » en eau « pouvoir » évaporant de l'air.

- Calcul de L'évapotranspiration potentielle ou de référence :

Dans ce travail, le calcul des besoins en eau des cultures est effectué à l'aide du logiciel CROPWAT, qui permet au passage, l'évaluation de l'évapotranspiration de référence, selon la méthode empirique la plus appropriée de M^F Penman et Monteith modifiée.

En Angleterre, précisément en 1948, Mr Penman et Motheit ont proposés une étude de l'évapotranspiration en reliant inséparablement l'énergie solaire incidente. Cette formule est limitée ou bien incomplète, du fait que cette dernière ne prenne pas en considérations l'effet de quelques paramètres météorologiques. Les expériences ont montres que la formule telle qu'elle est, n'est pas applicable dans les zones arides ou semi arides de faibles humidité.

Pour cela, nous adaptons la nouvelle formule de Mr Penman et Motheit, modifiée, qui prend en compte l'effet du paramètre vent, ainsi que les corrections supplémentaires qui tiennent comptent des conditions météorologique diurne et nocturne.

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 chaudes et semi arides. La formule de Mr Penman et Motheit modifiée se présentant comme suite:

$$ET_0 = C \times W \times RN + 1 - W \times F u \times (ea - ed)$$

D'où :

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

W : Facteur de pondération tenant compte de l'effet de rayonnement a différente température et altitude.

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

F(u) : Fonction liée au vent.

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

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

La différence (e_a-e_d) consiste en facteur de correction, afin de compenser les conditions météorologiques diurnes et nocturnes. Le calcul de l'évapotranspiration de référence est réalisé à l'aide d'un logiciel appelé CROPWAT, fondé sur la méthode de Mr Penman et Motheit, modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO tenue à Rome en mai 1990. Pour l'exploitation du logiciel, nous devons fournir les informations mensuelles de la station météorologique, la méthode adoptée emploie les informations homogènes et fiables suivantes :

- Température : Les températures moyennes mensuelles sont données en degré Celsius.
- Humidité de l'air : l'humidité relative de l'air exprime en pourcentage %.
- Insolation journalière : L'insolation journalière donnée en heures d'insolation.
- Vitesse de vent : La vitesse du vent peut être introduite en m/s.

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET₀ calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Tableau n°8 : Evapotranspiration de référence ET₀ calculée
à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0

Mois	T	Humidité	Vent	Ensoleillement	Radiation	Eto	Eto
	°C	%	m/s	heure	MJ/m ² /day	mm/jour	mm/mois
J	11,6	58	4,4	6,2	9,3	2,36	73,16
F	10,3	52	3,8	6,5	11,9	2,64	73,92
M	12,2	45	5,2	7,5	16,0	4,03	124,93
A	16,8	42	3,6	8,5	20,3	4,96	148,8
M	26,8	43	4,7	9,7	23,7	7,84	243,04
J	30,2	30	4	10	24,7	9,11	273,3
J	27,6	23	3,2	11,2	26,1	8,27	256,37
A	18,6	27	4,2	10,1	23,1	6,57	203,67
S	25 ;2	39	4,2	8,8	18,7	6,54	196,2
O	22,1	53	4,4	7,9	14,3	4,54	140,74
N	13,6	66	3,1	6,7	10,3	1,97	59,1
D	09,35	63	3,2	6	8,4	1,59	49,29
							1842,52
Moyenne	18,7	45	4,0	8,3	17,2	5 ,03	150,9

- **L'évapotranspiration réelle** : Pendant une période déterminée (jour, mois, cycle végétatif complet), chaque parcelle va perdre, par transpiration et évaporation directe, une certaine quantité d'eau appelée évapotranspiration réelle ETR : celle-ci pourra bien sûr être inférieur ou égal à l'ETP selon que les conditions de celle-ci sont réunies ou non.

III -2-3-Les paramètres fondamentaux du bilan hydrique

III-2-3-1-La pluviométrie

a) Mesure de la pluviométrie

La pluviométrie est le paramètre le plus variable du bilan aussi bien dans le temps que dans l'espace.

La prise des mesures des précipitations dépend des facteurs suivants :

-Vent.

- La hauteur à laquelle est installé le pluviomètre (1,5m) d'une manière générale du site dans lequel il sera implanté.

Du fait de sa variabilité temporelle, il sera nécessaire pour effectuer des études fréquentielles sérieuses de travailler sur des séries assez longues, on considère généralement qu'une trentaine d'années de relevés pluviométriques constituent le minimum indispensable.

b) La pluviométrie efficace

La part de pluie non utilisée peut être :

- Soit de la pluie qui tombe sur un sol déjà à la capacité au champ.
- Soit de la pluie qui ne peut pénétrer que partiellement dans le sol.

Pour de raisons indépendantes de l'état d'humidité de ce dernier.

La pluviométrie efficace est la quantité d'eau qui passe effectivement dans les parois du sol et qui est inférieure ou égale à 5 mm.

Dans la pratique on pourra utiliser les considérations suivantes :

$$\text{- Si } P < 20 \text{ mm} \implies R = 0 \text{ et } P_{\text{eff}} = P - R$$

Avec :

P : Pluie journalière en mm.

R : Ruissellement en mm.

P_{eff} : Pluie efficace (mm).

Sur des sols bien aménagés, on peut prendre une formule plus simple :

$$R = 0.3 P$$

$$P_{\text{eff}} = 0.7 P$$

C) L'évapotranspiration réelle des cultures (ETP)

$$\text{ETR} = Kc \cdot \text{ETP}$$

- ✓ L'ETR : c'est la quantité d'eau qui s'évapore du sol et consommée par la plante ; comme le montre la relation l'ETR est en fonction de l'ETP présentée ci-dessus.
- ✓ L'ETP : est la demande climatique caractéristique de la zone d'étude .Elle correspond à la consommation globale des plantes quand l'humidité du sol est optimale et le développement végétatif est aussi optimal.

III-2-4- Méthodes d'évaluation de l'évapotranspiration

Il n'est pas question ici de présenter en détail toutes les méthodes utilisées pour le calcul de l'évapotranspiration des cultures.

On distingue généralement deux types :

- Les méthodes directes.
- Les méthodes indirectes.

a)- Méthodes directes

1) L'évapotranspiromètre ou cuve lysimétrique

Comme son nom l'indique, l'appareil sert à mesurer l'évapotranspiration en un lieu donné du sol nu ou plus généralement d'un couvert végétal est le bac évaporant. Cet appareil très simple permet de mesurer directement l'évapotranspiration d'une nappe d'eau libre. Sous réserve qu'il soit correctement installé, il permet d'obtenir une bonne estimation de l'ETP.

2) L'évaporomètre piche

Il s'agit d'un tube de verre rempli d'eau et fermé à son extrémité inférieure par une rondelle de papier buvard. La tranche d'eau évaporée à partir de celle-ci se lie directement sur les graduations du tube.

b) Méthodes indirectes

Ces méthodes permettent de calculer l'ETP à partir de formules ne comportant que des données climatiques.

1) Formule de Blaney et Criddle

A la suite de nombreuses expérimentations, Blaney et Criddle ont estimé que la température est la durée du jour étaient les facteurs déterminants de l'évapotranspiration potentielle. Ils ont proposé la formule suivante :

$$ETP = K (0,46t + 8,13) P.$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration potentielle en mm/jour.

t : température moyenne (en degré Celsius) durant la période considérée (généralement le mois).

P : pourcentage de la durée moyenne du jour pendant la même période, par rapport à la durée moyenne du jour pour l'année.

K : Coefficient dépendant du stade végétatif de la culture et de la température moyenne (de la zone climatique).

2) Formule de Turc

- Si l'humidité relative est supérieur à 50%, l'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$ETP = 0,40 (I_g + 50) \times \frac{T}{T + 15} \quad \text{en (mm/mois)}$$

Dans laquelle :

ETP : Evapotranspiration mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°C).

I_g : Radiation globale mensuelle (cal/cm²/jour).

Remarque

Le coefficient 0,40 est réduit à 0,37 pour le mois de février.

- Si l'humidité relative de l'aire est inférieure à 50%. L'évapotranspiration potentielle est donnée par :

$$P = 0,40 (I_g + 50) \cdot \left(\frac{T}{T+15} \right) \cdot \left(1 + \frac{50-Hr}{70} \right)$$

Dans laquelle :

T : Température moyenne mensuelle (°C).

I_g : Radiation globale en (cal/cm²/jour).

H_r : L ;'humidité de l'air en %.

$$I_g = I_{ga} (0,18 + 0,62) \cdot \frac{h}{H}$$

Avec :

I_{ga} : Radiation maximale théorique.

H : Durée astronomique de jour en (heure/mois)

h : durée d'insolation de la station considérée en heure/mois.

$\frac{h}{H}$: Insolation relative en heures.

3) Formule de Penman

La formule donne les meilleures estimations de l'ETP, et ceci sous tous les climats. Son seul inconvénient est de nécessiter un nombre assez important d'informations climatiques, rarement toutes disponibles sur une même station.

La formule est la suivante :

$$ETP = p'(t) \frac{Rn}{L} + \sigma \cdot \frac{Ea}{p(t) + \sigma}$$

Dans laquelle :

Rn : Rayonnement net « climatique ».

Ea : Pouvoir évaporant de l'air, fonction du vent et du déficit de saturation de l'air.

L : Chaleur latente de vaporisation ($2.5 \cdot 10^6$ J/kg)

σ : Constante psychrométrique ($0,65$ h la/°C)

$p'(t)$: Valeur de dérivée de la fonction de pression partielle de vapeur d'eau saturante en fonction de la pression de vapeur d'eau en fonction de la température, pour la température de l'air T .

III-2-5- Détermination des besoins en eau d'irrigation

III-2-5-1-Définition

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

III-2-5-2-Calcul des besoins en eau d'irrigation des cultures

$$B = ETM - (P_{eff} + RFU)$$

D'où :

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

$E.T.P$: évapotranspiration (mm/jour).

RFU : réserve facilement utilisable.

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

Y : degré de tarissement.

Da : densité apparente.

Z : profondeur d'enracinement mm.

Hcc : humidité à la capacité au champ.

Hpf : humidité au point de flétrissement.

Peff : pluie efficace.

➔ L'irrigation est faite lorsque **B** > 0 (bilan hydrique)

Tableau n°9: Besoins en eau d'irrigation de l'olivier

olivier	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP	73.16	73.92	124.93	148.8	243.04	273.3	256.37	203.67	196.2	140.74	59.1	49.29
KC	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.65	0.65
ETM	47.55	48.05	81.20	96.72	157.98	191.31	179.46	142.57	137.34	98.52	38.42	32.04
P	10	9.9	14.3	12.2	12.9	10.6	3	8.1	14.9	15.9	13.4	12.4
RFU	80	80	80	80.00	4.52	0	0	0	80	42.44	40.18	80
B	-42.45	-41.85	-13.10	4.52	140.56	180.71	176.46	134.47	42.44	40.18	-15.17	-60.36

Tableau n°10: Besoins en eau d'irrigation de l'abricotier

l'abricotier	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP	73.16	73.92	124.9	148.8	243	273.3	256.37	203.67	196.2	140.74	59.1	49.29
KC	0.78	0.72	0.5	0.5	0.58	0.73	0.89	0.95	0.95	0.95	0.91	0.85
ETM	57.065	53.222	62.47	74.4	141	199.51	228.17	193.49	186.39	133.7	53.781	41.897
P	10	9.9	14.3	12.2	12.9	10.6	3	8.1	14.9	15.9	13.4	12.4
RFU	15.427	31.64	11.68	36.48	25.72	0	0	0	80	91.49	26.31	14.07
B	31.64	11.682	36.48	25.72	102.3	86.563	225.17	185.39	91.49	26.31	14.07	15.427

Tableau n°11: Besoins en eau d'irrigation du pêcher

pêcher	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ETP	73.16	73.92	124.9	148.8	243	273.3	256.37	203.67	196.2	140.74	59.1	49.29
KC	0.78	0.72	0.5	0.5	0.58	0.73	0.89	0.95	0.95	0.95	0.91	0.85
ETM	57.065	53.222	62.47	74.4	141	199.51	228.17	193.49	186.39	133.7	53.781	41.897
P	10	9.9	14.3	12.2	12.9	10.6	3	8.1	14.9	15.9	13.4	12.4
RFU	15.427	31.64	11.68	36.48	25.72	0	0	0	80	91.49	26.31	14.07
B	31.64	11.682	36.48	25.72	102.3	86.563	225.17	185.39	91.49	26.31	14.07	15.427

III-2-5-3- Besoins totaux nets en eau d'irrigation

Les résultats de calcul des besoins en eau nets sont récapitulés le tableau suivant :

Tableau n°12: Besoin en eau d'irrigation des cultures de la plaine de Brézina

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
olivier	0	0	0	4.52	140.6	180.71	176.46	134.47	42.44	0	0	0
l'abricotier	31.64	11.68	36.48	25.72	102.3	86.563	225.17	185.39	91.49	26.31	14.071	15.43
pêchers	31.64	11.68	36.48	25.72	102.3	86.563	225.17	185.39	91.49	26.31	14.071	15.43
totale	63.28	23.36	72.97	55.95	345.2	353.84	626.8	505.24	225.42	52.63	28.142	30.85

III-2-6-Occupation du sol

Tableau n°13: Occupation du sol

Les Culture	Les surfaces (ha)
Olivier	40
l'abricotier	40
Pêchers	40

III-2-7- Calcul du débit maximum journalier (débit spécifique)

Dans notre cas ,le débit maximum journalier est le débit caractéristique.il est calculé par la formule suivante :

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

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

S : la superficie totale à irriguer est égale à 120 ha.

Le mois de point est d'Juillet est le besoins de point sont de : **626.8 mm**

Le débit spécifique **q_s** et très important (le réseau soit surdimensionné) :

$q_s = 4.64$ l/s/ha $>$ 1,5 l/s/ha, on choisira dans ce cas le débit spécifique de la culture la plus exigeante. La culture la plus exigeante c'est **l'abricotier** en au mois d'Août (**$B_{net} = 185.39$** mm.)

A partir du calcul des besoins en eau on peut déterminer le débit spécifique (mois de pointe) qui se calculé par la formule suivante :

$$Q_s = \frac{B_{\text{pointe}} \cdot 10 \cdot 1000}{K \cdot Nh \cdot nj \cdot 3600}$$

Avec :

- B_{pointe} : Besoins de pointe (mm/mois).
- q_s : Débit spécifique (l/s/ha).
- K : Coefficient d'efficience globale du système d'irrigation ($k=0,75$).
- Nh : nombre des heures d'irrigation = 20 h.
- nj : nombre de jours par mois = 26 jours.

➔ Dans notre région d'étude :

Le débit spécifique : $q_s = 1.32$ l/s/ha. Il est inférieur à 1,5 l/s/ha,

Donc le choix reste valable.

$$q_s = 1,32 \text{ l/s/ha}$$

$$Q_{\text{car}} = q_s \times s \quad \Rightarrow \quad 1,32 \times 120 = 158.4 \text{ l/s}$$

$$\rightarrow Q_{\text{car}} = 0,158 \text{ m}^3/\text{s} = 13685.76 \text{ m}^3/\text{j}$$

D'après le tableau VI.6, le mois de pointe est le mois d'Août avec une valeur

:

$$B_p = 185.39 \text{ mm/mois.}$$

Conclusion

L'étude faite au niveau de ce chapitre nous a permis de définir les besoins en eau d'irrigation pour la culture et de connaître les modalités de son application (dose, durée d'arrosage...etc.).

CHAPITRE IV :

**Calcul et
dimensionnement du
réseau d'irrigation**

Introduction

L'irrigation localisée ou irrigation par le goutte à goutte peut être considérée comme une solution pratique aux problèmes de la sécheresse au même titre que les méthodes traditionnelles de l'irrigation de surface et de l'irrigation par aspersion. Elle permet une très grande efficacité de l'irrigation. Dans ce chapitre on va dimensionner une partie de notre station par la goutte à goutte dont le but principal est d'économiser le maximum d'eau.

IV-1- Réseau de distribution

Le réseau de distribution du périmètre est dicté par la conduite d'adduction et par l'implantation des bornes d'irrigation.

IV-1-1- Ilots d'irrigation

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

Pour éviter toute tension entre agriculteurs les limites des ilots d'irrigation sont celles des exploitations ou des parcelles et à défaut les limites facilement matérialisable sur le terrain.

Le projet est conçu pour que la majorité des agriculteurs puissent disposer d'une prise d'eau autonome et d'une pression suffisante pour la pratique de l'aspersion ou le goutte à goutte.

IV-1-2- Trace de distribution

Le tracé du réseau de distribution est le résultat de la formation des ilots d'irrigation et de l'implantation des bornes et du réseau de piste existant.

a) Implantation des bornes d'irrigation

Les bornes d'irrigation dans le périmètre sont implantées le plus souvent à la limite des ilots d'irrigation de telle façon à assurer la liberté d'utilisation à l'exploitant, et d'assurer une pression suffisante pour le fonctionnement de la borne d'irrigation.

b) Débit de la borne d'irrigation

Le calcul des besoins en eau (Chapitre III) montre que le débit de la borne d'irrigation est déterminé pour la culture la plus exigeante, permet de laisser une totale liberté aux agriculteurs. Pour toutes les parcelles, la culture la plus exigeante est pommier. Le débit est $q = 1,3 \text{ l/s/ha}$ (déjà calculé dans la chapitre 3).

IV -1-3- Caractéristiques des conduites du réseau d'irrigation

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

Pour déterminer les diamètres des conduites qui minimisent les coûts de premier établissement et d'entretien.

Les éléments et les hypothèses suivantes :

- Le débit à la borne.
- La longueur des tronçons de conduite.
- Les cotes piézométriques des bornes.
- Les vitesses limites (minimale et maximales) à respecter dans chaque conduite.
- La loi des pertes de charge.
- Les prix d'ordre des conduites.
- La pression au niveau de la borne la plus défavorable.

IV-1-4- Equipements

Les équipements prévus pour l'alimentation et l'exploitation du réseau d'irrigation sont abrités dans différents ouvrages ainsi définis de l'amont vers l'aval.

- Une chambre de joint de tassement différencie.
- Une chambre de vannes amont équipée d'une vanne d'arrivée avec joint de démontage et d'une vanne de vidange.
- Une entrée de réservoir équipée d'un seuil de restitution d'une longueur déversant susceptible de débiter des débits nécessaires à travers d'épaisses parois.
- Un filtre rotatif en sortie de réservoir, logé dans un ouvrage de génie civil abritant un déversoir de sécurité et un et un ouvrage de vidange.
- Une chambre de vanne aval, équipée de vanne à survitesse avec joint de démontage, et vanne papillon avec joint de démontage.
- Une chambre de joint de tassement différentiel accolée à chacune des deux chambres de vannes aval.

Ces différents ouvrages s'organisent les uns par aux autres en fonction du calage hydraulique de l'ensemble et leur justification est argumentée par la définition du réseau d'adduction et de distribution.

Une plate-forme est aménagée autour des ouvrages. Compte tenu des dimensions et de l'encombrement de ceux-ci, la cote de plate-forme retenue est égale à celle du terrain naturel moyen de la parcelle.

IV-2- Dimensionnement d'un réseau goutte à goutte

IV-2-1- Calcul des besoins

a) Pour l'abricotier

D'après le tableau n°12 le mois de pointe est le mois de Aout B=185.39mm.

1) les besoins journaliers

En eau d'irrigation localisée pour le pommer sont calculés par les formules suivantes :

B_j = Besoin du mois de pointe (mm).

$$B_j = \frac{\text{besoin du mois de pointe}}{\text{Nombre de jours}}$$

$$B_j = \frac{185.39}{26} = 7.13 \text{ mm/j}$$

2) Besoin journalier en tenant compte de la réduction K_r

$$K_r = C_s + 0,5 (1 - C_s), \text{ (Freeman et Garzoli)}$$

C_s : Couverture du sol ; pour le l'abricotier : $C_s = 60 \%$

$$K_r = 0,6 + 0,5 (1 - 0,6) = 0,8$$

D'où :

$$B_{JL} = B_j \cdot K_r \quad B_{JL} = 0,8 \cdot 7.13 = 5.70 \text{ mm/j}$$

$$b_{brut} = \frac{b_{net.r}}{E} = D_{brut} = \frac{7.13}{0.85} = 6.39 \text{ mm}$$

3) La dose d'irrigation nette pratique

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

$$D_p = (HCC - HPF)Y.Z.P \%$$

Tel que :

HCC : humidité à la capacité au champ.

Z : profondeur d'enracinement.

Y : degré de tarissement admis.

P % : Pourcentage du sol humidifié.

AN:

D'après la texture du sol, on a : un sol sableux-limons.

On a les caractéristiques hydriques pour une telle texture sont:

$$HCC = 0,23 ; \quad HPF = 0,12$$

$$Y = 2/3$$

$$Z = 1500 \text{ mm}$$

En prend : P = 40 % (Annexe n° II)

$$AN : D_{nette} = (0,23-0,12) \times 0,67 \times 1500 \times 0,4 = 44,22 \text{ mm/mois.}$$

$$D_{nette} = 44,22 \text{ mm}$$

4) La dose d'irrigation brute

Le besoin d'irrigation brut, Brut : est le volume (ou la hauteur) d'eau d'irrigation nécessaire en pratique (y compris les pertes et les besoins de lessivage mais à l'exclusion de la contribution des autres ressources).

$$D_{brut} = \frac{D_{nette} \cdot r}{E}$$

Avec :

E : L'efficacité de l'arrosage, dépend de la texture du sol et le type de système d'irrigation (irrigation localise pas beaucoup des pertes).

Donc :

$$D_{brut} = \frac{44.22}{0.85} = 52.02 \text{ mm / mois}$$

5) Fréquence des arrosages

La valeur de la fréquence d'arrosage sera :

$$f = \frac{D_{nette}}{ETMr} = \frac{44.22}{5.70} = 7.75 \text{ jours} \approx 8 \text{ jours}$$

6) la durée d'arrosage

$$d = \frac{b_{brut} \cdot E_g \cdot S_r}{q_r} = \frac{6.39 \cdot 1 \cdot 4}{2 \cdot 4} = 2.55 \text{ h} \approx 3 \text{ h / jour}$$

Avec :

Eg : L'espacement des distributeurs sur la rampe ;

Sr : L'écartement entre les rampes ;

qg: Débit du distributeur en l/h.

7) Vérification de la durée d'arrosage

$$d_j = \frac{d}{f} = \frac{24}{8} = 3h / \text{jour.}$$

8) Calcul du nombre de postes

$$N(p) = \frac{T_{\max}}{d_j} = \frac{20}{2.55} = 8 \text{ poste}$$

Avec :

T_{max} : Temps maximum de travail, en prend : T_{max} = 20h/24h.

d_r : Durée d'arrosage en h/jour.

9) Surface d'un poste

$$S(p) = \frac{S(t)}{N(p)} = \frac{20}{8} = 2.5ha$$

- Surface de sous poste

On divise la surface de poste en sous poste :

- S (t) : Surface totale en ha.
- N (p) : Nombre de poste.
- N' (p) : Nombre de sous poste.
- L = 400, l = 125.

10) Surface correspondant à une rampe

Al = longueur moyenne de la rampe □ espacement entre les rampes

$$Al = 200 * 4 = 800 \text{ m}^2.$$

$$\text{Donc : } Al = 800 \text{ m}^2.$$

Tableau n° 1 : Données générales

Culture	Abricotier
Espacement entre arbres	4 m
Espacement entre rangs	4 m
Caractéristique de goutteur	4 l/h
Pression nominal	10 mce
Espacement des goutteurs	1 m

IV-2-2 Calcule les paramètres**a)- Nombre de rampes par postes**

$$N_r = \frac{S(p)}{Al}$$

Avec :

S (p) : Surface du poste en m².

Al : Surface correspondant à une rampe en m².

1) Nombre de goutteurs par rampe

$$N = \frac{L}{E}$$

Le nombre de goutteurs par disposition sera calculé comme suit :

Lr : longueur de la rampe → Lr = 200 m.

Er : espacement entre les cultures.

Tableau n° 2: Calculs des paramètres pour les cultures

Paramètres	D	N (p)	S (p)	Al	N(r)	Ng
l'abricotier	3	8	2.5	800	31	50

b)- Calcul débit d'une rampe

La position de porte rampe :

L'alimentation des rampes se fait au milieu de la parcelle d'une rampe.

Longueur de la rampe = 200 m.

Nombre de goutteur dans la rampe = 50 goutteurs.

$$Q_r = N_g \cdot q_g$$

$$Q_r = 50 \cdot 4 = 200 \text{ l/h}$$

Débit de porte rampe : $Q_{port} = Q_r \cdot N$

c)- Calcul des diamètres des portes rampes, rampes

$$\varnothing \text{ (cal)} = \left[\frac{\text{P.d.c (r)} \times 2,75}{0,478 \times Q(r)^{1,75} L(r)} \right]^{\frac{1}{4,75}}$$

Avec :

P.d.c (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.

Les vitesses admises sont comprise entre 0.5 m/s et 1.5 m/s.

On détermine le diamètre des conduites selon la condition des pertes de charges :

Si on admet que pour chaque rampe on a besoin d'une pression égale à 1bar. Et qu'on assimile les portes rampes à des rampes, la règle de Christiansen nous indique que les pertes de charges ne doivent pas dépasser 10 % de la pression de service ce qui correspond à (2 mce).

Pour cette assimilation on doit introduire la notion de la longueur équivalente. Dans une canalisation assurant un service en route :

L : La longueur de la conduite (m).

Q : Débit (l/h).

Pdc : perte de charge à la porte rampe.

Règle de Christiansen : $\frac{q}{q_g} = x \cdot \frac{\Delta H}{H_n}$

Avec :

q_g : Débit d'un goutteur.

H_n : Pression nominale.

$x = 0.5$ et $0.1 = 0.5 \cdot \frac{\Delta H}{10}$ H_n si la pression nominale $H=10$ m de CE = 1bars.

$$AN : 0.1 = 0.5 * \frac{\Delta H}{10} \quad \text{d'où} \quad \Delta H = 2 \text{ mce}$$

Parte de charge singulière = 10 % de ΔH

$$\Delta H \text{ (sing)} = 2 \times 0,1 = 0,2 \text{ mce}$$

$$\Delta H \text{ (sing)} = 0,2 \text{ mce}$$

$$\Delta H \text{ (linéaire)} = 1,8 \text{ mce}$$

$$\Delta H \text{ (linéaire)} = 2 - 0,2 = 1,8 \text{ mce}$$

- Perte de charge linéaire = 1/3 pour les rampes.

- Perte de charge linéaire = 2/3 pour le porte rampe.

- On recalculera les pertes de charge des rampes :

$$j_{PEBD} = 0,478 \cdot D^{-4,75} \cdot L_r \cdot Q^{1,75} \cdot (2,75)^{-1}$$

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

Remarque : la porte rampe est placée dans le milieu.

Tableau n° 3 : Caractéristiques des rampes

Cultures	L _r (m)	N _g	Q _r (l/s)	ΔH (m)	D _{cal} (mm)	D _n (mm)	Pdh
Abricotier	200	50	0,06	1.2	14.20	16	0.82

Tableau n° 4 : Caractéristiques de la porte rampe

Cultures	L _{pr} (m)	N _{pr}	Q _r (l/h)	Q _{pr} (l/s)	h _l (m)	D _{cal} (mm)	D _n	Pdh
l'abricotie	125	4	200	1.72	0.6	52.61	63	0,49

d)- Conduite d'approche

1- Composition de la conduite d'approche

La conduite secondaire est composée de :

- ❖ 2 Vannes.
- ❖ Filtre à sable.
- ❖ Débit mètre : pour contrôler le débit et le régler en fonction du volume de bêche.
- ❖ Régulateur de pression.
- ❖ Fertiliseur.

2- Les caractéristiques de la conduite

❖ Le débit

$$Q_{app} = Q_{pr} \times N_{pr}$$

Avec :

Q_{app} : Débit de la conduite d'approche.

Q_{pr} : Débit de la porte rampe.

N_{pr} Nombre des portes-rampes.

❖ Le diamètre

$$D_{app} = \sqrt{\frac{4Q_{app}}{\pi V}}$$

D'où :

D : diamètre de la conduite d'approche.

V : vitesse de l'eau dans la conduite d'approche on suppose $V = 1.5$ m/s.

❖ La perte de charge

$$J = \frac{0,478}{2,75} \cdot D^{-4.75} \cdot Q^{1.75} \cdot L$$

Avec :

J : la perte de charge.

D : diamètre de la conduite d'approche.

Q : débit d'eau dans la conduite d'approche.

L : la longueur de la conduite d'approche.

Tableau n° 5 : Les caractéristiques de la conduite secondaire

Tronçons	Q_{pr} (l/s)	N_{pr}	Q_{app} (l/s)	V (m/s)	D_{app} (mm)	D_{nor} (mm)	L_{ca} (m)	J (m.c.e)
1	1.72	2	3.44	1.5	54	63	125	1.52
2	1.72	4	6.88	1.5	73	75	125	0.74
3	1.72	6	10.31	1.5	88	90	125	0.64
4	1.72	8	13.76	1.5	108	110	125	0.5

IV-3- Dimensionnement de la conduite principale

IV-3-1- Les données

Le débit de la conduite principale est en fonction de besoin de pointe des cultures de périmètre qui a une superficie de 20 ha.

$$Q_{cp} = 95.04 \text{ m}^3/\text{h}.$$

La longueur de la conduite principale $L_{cp} = 110 \text{ m}$.

IV-3-2- Calcul de diamètre de la conduite principale

D'après la formule de « Bonin » le diamètre de la conduite principale est :

$$D_{cp} = \sqrt{Q} \quad \text{Pour les longueurs} < 1000\text{m}$$

$$Q ; \text{débit en m}^3/\text{s}$$

$$\varnothing = \sqrt{0.0264} = 172 \text{ mm}.$$

On choisit un diamètre commercialisable de **200 mm**.

❖ La perte de charge

Elle est donnée toujours par la formule suivante :

$$J(\text{lin}) = \frac{0,478}{2,75} \cdot 200^{-4,75} \cdot 95040^{1,75} \cdot 110 = 0.12 \text{ m.c.e.}$$

Les pertes de charges singulières sont de 20% les pertes de charges linières :

$$J(\text{sin}) = 0.14 \text{ m.c.e}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale P.d.c = **0.144** m.c.e.

❖ La vitesse

La vitesse dans la canalisation principale est donnée par :

$$Q = V \cdot S$$

$$V = \frac{Q}{S} ; S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} . \quad V = \frac{4 Q}{\pi d^2}$$

$$V = \mathbf{0.85} \text{ m/s } (0.8 \leq V \leq 1.2). \text{ Acceptable.}$$

Tableau n° 6 : Caractéristiques de la conduite principale du réseau

	Longueur (m)	P d h	Vitesse(m/s)	Diamètre (mm)	Débit (l/s)
Conduite principale	110	0,144	0.85	200	26,4

IV-4- Volume de la bache d'eau

Le volume du réservoir dépend des besoins des cultures par jour. Donc il faut calculer le besoins de culture :

$$V_b = Q_p \times T \times N_p$$

- Q_p : Débit de porte rampe = 6192 l/h.
- T : durée d'arrosage : 3 h.
- N nombre de postes irrigués par jour = 8 postes.

$$\text{Donc : } V = 6192 \times 10^{-3} \times 8 \times 3 = 149 \text{ m}^3$$

On prend le volume totale est 600 m^3 avec les dimensions suivantes :

- La hauteur $h = 3 \text{ m}$.
- La surface $7,5 \text{ m} \times 7 \text{ m}$
- On a alimenté notre bache d'eau à partir d'un piquage par la conduite d'adduction.

IV -5- Adduction

Le débit de la conduite principale est en fonction de besoin de pointe des cultures de tous le périmètre qui a une superficie de 120 ha.

$$Q_{cp} = 568.8 \text{ m}^3/\text{h}.$$

La longueur de la conduite principale $L_{cp} = 570 \text{ m}$.

a)- Calcul de diamètre

D'après la formule de « Bonin » le diamètre de la conduite principale est :

$$D_{cp} = \sqrt{Q} \quad ; \quad \text{Pour les longueurs} < 1000 \text{ m}$$

$$Q ; \text{ débit en } \text{m}^3/\text{s}$$

$$\varnothing = \sqrt{0.158} = 400 \text{ mm}.$$

On choisit un diamètre commercialisable de 400 mm.

b) La perte de charge

Elle est donnée toujours par la formule suivante

$$J(\text{lin}) = \frac{0,478}{2,75} \cdot 400^{-4,75} \cdot 568800^{1,75} \cdot 570 = 0.51 \text{ m.c.e.}$$

Les pertes de charges singulières sont de 20 % des pertes de charges linières.

$$J(\text{sin}) = 0.11 \text{ m.c.e}$$

Donc la perte de charge de la conduite principale P.d.c = **0.62** m.c.e.

c) La vitesse

La vitesse dans la canalisation principale est donnée par :

$$Q = V.S$$

$$V = \frac{Q}{S} ; S = \frac{\pi d^2}{4} . \quad V = \frac{4 Q}{\pi d^2}$$

$$V = \mathbf{1,18} \text{ m/s} (0.8 \leq V \leq 1.2). \text{ Acceptable.}$$

Conclusion

Dans ce chapitre , alors que le diamètre de la conduite principale est connu, on a dimensionné le réseau d'adduction , ainsi que la bêche d'eau afin de régulariser les besoins de nos cultures .

CHAPITRE V :
Protection du travail -
Organisation de
chantier

V-1- Protection et sécurité de travail

V-1 -1- Introduction

Les accidents du travail et les problèmes qui en découlent ont une grande importance sur les plans financiers, production et surtout humain.

L'objectif sera donc de diminuer la fréquence et la gravité des accidents dans l'entreprise.

Dans ce contexte, un certain nombre de dispositifs, de consignes et de règlements dits (sécurité) sont mis à la disposition des chantiers.

Ces règlements sont indispensablement à appliquées. Car ils contribueront à éviter au maximum les accidents et dégagement enfin la responsabilité des dirigeant du chantier.

Le domaine hydraulique, couvre un large éventail d'activité qui est différent par leur nature et leur importance tout en présentant des caractéristiques communes :

- Travaux d'excavation et de terrassement.
- Creusement de puits.
- Construction en bois, briques, pierres, béton ou en éléments préfabriqués.

Ce qui distingue ces différentes activités des autres branches de l'industrie ce sont :

- L'instabilité des lieux de travail et la variation des durées des chantiers.
- Les modifications intervenant au fur à mesure de l'avancement des travaux.
- L'utilisation d'une importante main-d'œuvre sans qualification.

V-1-2- Causes des accidents de travail dans un chantier hydraulique

Généralement les accidents de travail imputables à des conditions dangereuses et actions dangereuses sont causés par deux facteurs :

V-1-2-1- Facteurs humains

- Manque de contrôle et négligence ;
- La fatigue des travailleurs, agent de maîtrise et les responsables ;
- Encombrement dans les différentes phases d'exécution des travaux ;
- Erreurs de jugement ou de raisonnement ;
- Suivre un rythme de travail inadapté.

V-1-2-2- Facteurs matériels

- Outillage, engins, et machines de travail ;
- Nature des matériaux mis en œuvre ;
- La difficulté posée lors de l'exécution du travail ;
- Les installations mécaniques et électriques.

Durant chaque phase de la réalisation d'un projet en alimentation en eau potable, le risque de produire un accident est éventuellement ouvert, soit dans la phase des travaux de terrassement, soit dans la réalisation des travaux de bétonnage, soit dans les installations électriques ou des installations sous pressions soit après la finition du projet (travaux d'entretien des pompes, des installations, etc.)

V-1-2-3- Liste des conditions dangereuses

- Installations non protégées ;
- Installations mal protégées ;
- Outillages, engins et machines en mauvais état ;
- Protection individuelle inexistante ;
- Défaut dans la conception, dans la construction ;
- Matières défectueuses ;
- Stockage irrationnel ;
- Mauvaise disposition des lieux ;
- Eclairages défectueux ;
- Facteurs d'ambiance impropres ;
- Conditions climatiques défavorables.

V-1-2-4- Liste des actions dangereuses

- Intervenir sans précaution sur des machines en mouvement ;
- Intervenir sans précaution sur des installations sous pression, sous tension ;
- Agir sans prévenir ou sans autorisation,
- Neutraliser les dispositifs de sécurités ;
- Ne pas utiliser l'équipement de protection individuelle ;
- Mauvaise utilisation d'un outillage ou engin ;
- Importance durant les opérations de stockage ;
- Adopter une position peu sûre ;
- Travailler dans une altitude inappropriée ;
- Suivre un rythme de travail inadapté ;
- Plaisanter ou se quereller.

V-1-3- Mesures préventives pour éviter les causes des accidents**V-1-3-1- Protection individuelle**

Pour mieux protéger contre les dangers pendant l'exercice de certaines professions, il est indispensable d'utiliser les dispositifs de protection individuelle (casques, gants, chaussures, lunette protectrice etc.)

V-1-3-2- Autres protections

Toute tranchée creusée en agglomération ou sous route sera protégée par une clôture visiblement signalée de jour comme de nuit (chute de personnes et d'engins).

Prévenir les concernés avant d'entreprendre des travaux d'excavations des tranchées et vérifier la stabilité du sol.

Climatisation des surcharges en bordure des fouilles.

Les travailleurs œuvrant à la pioche ou la pelle sont tenus à laisser une distance suffisante entre eux.

V-1-3-3- Protection collective

L'entrepreneur ou bien le chef de chantier, en ce poste doit mettre en évidence les points suivants :

- Application stricte des règlements de sécurité.
- Affectation rugueuse du personnel aux commandes des points clés d'une installation moderne.

V-1-3-4-Engin de levage

La grue, pipe layer et autres engins par leurs précisions et possibilité de manutention variés, constituent la pose de travail ou la sécurité n'admet pas la moindre négligence, alors le technicien responsable veillera à :

- Affecter du personnel compteur.
- Procéder aux vérifications périodiques des engins selon la notice du constructeur.
- Délimiter une zone de sécurité autour des engins de levage et en particulier à éviter tout stationnement sous une charge levée.

V-1-3-5-Appareillage électrique

Pour éviter les risques des appareils électriques, il faut absolument proscrire le bricolage, car une ligne ou une installation électrique ne doit pas être placée que par des électriciens qualifiés.

V-2- Organisation de chantier

V-2-1- Introduction

L'importance économique de l'ensemble des ouvrages hydrauliques sera pour une part, fonction d'une organisation qui consiste à la détermination, la coordination et à la mise en œuvre des moyens nécessaires pour la réalisation et l'exécution des travaux dans les meilleures conditions et dans les plus brefs délais.

Les étapes des différents travaux sur des chantiers de réalisation des adductions sont :

- Implantation du tracé des conduites sur le terrain (Le piquetage) ;
- Nivellement de la plate-forme de passe(labourassions et décapage de végétaux) ;
- Excavation des tranchées des conduits et les fouilles pour les vannes et les bornes d'irrigation ;
- Pose des conduites ;
- Epreuve de joint et de canalisation ;
- Remblaiement des tranchées.

V-2-2- Les différents travaux sur le chantier :

V-2-2-1- Implantation du tracé des tranchées sur le terrain :

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacée de 50 m. On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés où des bornes. La direction des axes et leurs extrémités sont bien déterminée.

V-2-2-2- Nivellement de la plate-forme de pose :

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux où plusieurs points situés sur une pente uniforme. Le nivellement a pour but de définir le relief d'un terrain en fixant l'altitude d'un certain nombre de points toutes les côtes sont données par rapport à un niveau de base appelé plan de comparaison lorsque le terrain compte des obstacles on procède au nivellement par cheminement et par un simple calcul. On détermine la hauteur de chaque point.

V-2-2-3- Excavation des tranchées

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement, la profondeur minimale de la tranchée à excaver atteint 1 m pour :

- Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.

- Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation).
- Protéger la canalisation contre le gel.

La largeur de la tranchée doit être tel qu'un homme peut travailler sans difficulté et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place.

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts pour assurer s'il y lieu l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations. Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- * La profondeur de la tranchée (H) ;
- * La largeur de la tranchée (B) ;

Les sections des tranchées sont de forme trapézoïdale dont l'aire est :

$$S_t = B * H$$

V-2-2-3-1- La profondeur (H)

La profondeur de la tranchée dépend du diamètre de la conduite, des charges roulantes (extérieurs) et de la température, elle est donnée par la relation suivante :

$$H = D + h + h_1$$

H : profondeur de la tranchée (m) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

h : hauteur de la génératrice supérieur de la conduite elle est entre 50 cm et 120 cm on prend h=60m ;

h₁ : épaisseur du lit de pose h₁ = 0,1 m ;

V-2-2-3-2- Largeur de la tranchée

La largeur de la tranchée doit permettre une pose correcte ; facilite La tache et aussi permettre le compactage du remblai.

V-2-2-4- Choix des engins de terrassement

Pour l'excavation des tranchées on utilise une pelle rétro, dont la capacité du godet est donnée dans le tableau de norme, en fonction du volume de terrassement. Donc les engins nécessaires pour l'exécution des travaux sont :

- Pelle excavatrice pour le terrassement de la tranchée ;
- Bulldozer ou un chargeur pour le remblayage ;
- Camion pour le transport ;

- Grue automotrice pour soulever, déplacer et déposer.

V-2-2-4-1- Choix de l'excavateur et le procédé de l'excavation

Comme il a été mentionné précédemment, l'excavation sera réalisée mécaniquement alors le choix de l'engin (pelle mécanique équipée en rétro ou en butée) se base sur leur champ d'application et l'exigence du chantier.

V-2-2-4-1-1- Pelle équipée en rétro

Les aptitudes de la pelle en rétro sont :

- Creuser en dessous de la surface d'appui à son niveau ;
- Peut excaver dans la direction de la machine ;
- Creuser avec grande précision et rapidité des tranchées à talus verticaux ;



Fig. V-1 : Pelle équipée en rétro

V-2-2-4-1-2- Pelle équipée en butée

Les caractéristiques de la pelle en butée sont :

- Excavation en hauteur au dessus de l'assise de la machine.
- Ramassage des matériaux.

Connaissant la nature des travaux demandés et comparant le champ d'application ainsi que les caractéristiques de chacune des deux types de pelle,

- on opte pour une pelle équipée en rétro pour atteindre un rendement optimal de la pelle choisie.

Tableau n°1 : Capacité du godet en fonction du volume de terrassement

Volume du terrassement par une pelle (m ³)	≤ 10 000	≥ 10 000	> 20 000	> 100 000
Capacité du godet (m ³)	0,25-0,35	0,5-0,65	1-1,25	1,5

V-2-2-4-2- Calcul du rendement d'exploitation de la pelle

Il est déterminé comme suit :

$$R = G * n * k_r * k_u * \frac{1}{K_f} \text{ (m}^3\text{/h)}$$

G : capacité du godet de l'excavation (m) ;

n : nombre de cycle de l'excavateur = 3600/T où T = (15 à 20) secondes ;

On prend T=20secondes, alors :

$$n = 3600/20 = 180 ;$$

K_r : coefficient de remplissage K_r = (0,6 à 0,8). On lui prend égal à 0,65 ;

K_u : coefficient d'utilisation de temps K_u = (0,7 à 0,9). On lui prend égal à 0,75 ;

K_f : coefficient de foisonnement K_f = 1,2

Pour le godet de capacité G = 0,25m³, on a le rendement :

$$R = 0,25 * 180 * 0,65 * 0,75 * \frac{1}{1,2} = 18,28 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

V-2-2-4-2-1- Calcul du temps d'excavation

Les excavateurs ont une durée d'exécution et se calcule de la manière suivante :

$$T_{ex} = \frac{V_r}{R}$$

$$T_{ex} = \frac{3004,34}{18,28} = 164,35h = 7 \text{ jour}$$

Avec :

T_{ex} : temps d'excavation (h) ;

V_r : volume de remblai (m³) ;

R : rendement de l'excavateur (m³/h) ;

V-2-2-5- Pose de la canalisation

La Pose des canalisations est effectuée selon les opérations suivantes :

- Aménagement du lit de pose ;
- Introduction de canalisation dans les tranchées ;

V-2-2-6- Lit de pose

Le lit de pose se fera un matériau fin (sable) 0,1 à 5 mm de texture, permettant le drainage du fond de la tranchée, avec une couche d'au moins 10 cm sous la conduite et 10 cm au dessus du conduite.

V-2-2-7- Introduction de la canalisation

Autrement la pose doit être faite de façon à respecter certaines recommandations :

- ✓ S'assure au préalable qu'aucun corps étranger ne se trouve à l'intérieur de la tranchée et des tuyaux ;
- ✓ Nivelier soigneusement le fond de la tranchée en évitant les contres pentes ;
- ✓ Déposer la conduite au fond de la tranchée sans la laisser tomber moyennant des engins de levage ;
- ✓ De ne pas laisser les revêtements à endommager ;
- ✓ Vérifier l'alignement.

V-2-2-8- Epreuve de joint et de canalisation

Pour plus de sécurité l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement on l'effectue à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de 1,5 fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement.

Cette épreuve doit durer 30 minutes environ où la variation ne doit pas excéder 0,2 bars.

V-2-2-9- Remblaiement des tranchées

Une fois les épreuves réussissent, la mise en place du remblai bien tassée est effectuée par un engin, choisissant le chargeur, en utilisant la terre des déblais.

Après la pose des canalisations et l'exécution des remblais, soit on fait le remballage des fouilles avec tout le volume des déblais, et dans ce cas on a le volume de déblai égale au volume de remblai, il sera tassé avec le temps,

Mais si on a dans le cas où il ne faut mettre que le volume exact du remblai, alors on y oblige de transporter le volume de déblai excédentaire par des camions vers la zone de décharge.

Pour charger les camions on utilise un engin qui est le chargeur.

V-2-2-9-1- Choix du bulldozer

Le choix du bulldozer se fait en fonction de la capacité du godet de l'excavateur. Le bulldozer est utilisé pour le remblaiement de la tranchée après la pose des conduites.

Tableau n°2: Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet

capacité du godet de la pelle (m ³)	0,3-0,65	0,75-1,0	1,25-1,5	2,0-3,0
classe du bulldozer d'après la puissance du tracteur (Km)	40-60	70-118	120-140	150-300

Pour une capacité du godet de la pelle égale à 0,25 m³ nous prenons un bulldozer ayant les caractéristiques suivantes:

- Puissance $P_b = 40$ KW.
- Largeur de la lame $L = 2-3$ m.
- Hauteur de la lame 1-1,5 m.

V-2-3- Exploitation du système d'irrigation

L'exploitation d'un système d'irrigation est consisté à faire fonctionner le service de l'eau : assurer sa mobilisation, son transport, sa distribution dans le cadre contractuel défini avec tous le partenaire du projet .elle est effectué sel, quatre aspects :

- Planification de l'utilisation de l'eau d'irrigation.
- Mesure de l'exploitation et de réparation du système d'irrigation.
- Modernisation et amélioration du système en fonction de l'apparition des nouvelles techniques.
- Contrôle de l'état des terres irriguées.

- Objectif de l'exploitation

L'exploitation du système d'irrigation doit :

- Assurer le bon fonctionnement des conduites et des ouvrages.
- Utiliser de façon rationnelle les ressources hydrauliques.
- Assurer la réalisation des plans envisagés.

- Protéger les terres agricoles contre la submersion, la formation des marées, la salinisation, et la dégradation des sols par les eaux et les vents.

V-2-4- Planification de travaux du réseau

Pour notre travail on réalisé les étapes ou les opérations suivant :

A : le piquetage (15 jours) ;

B : labourassions et décapage de végétaux (fait par trois groupes, chaque groupe réales 1ha/h, on travaillé 10 h/j) ;

C : Excavation des trachées des conduit et les fouilles (fait par deux groupes, chaque groupe réalise un tranchée de 250 ml/j) ;

D : la pose lit de sable (fait par trois groupes, chaque groupe réales 400 ml/j) ;

E : la pose des conduites (fait par trois groupes, chaque groupe réales 600ml/j) ;

F : raccordement des conduites et la pose des vannes, les bornes d'irrigation et les accessoires 20 jours ;

G : Epreuve de joint et de canalisation 20 jours ;

H: réalisation des réseaux de gout a gout et l'asperseur (fait par les trois groupes on réalise un ilot de 5 ha/j) ;

I : Remblaiement des tranchées (fait par trois groupes, chaque groupe réales 800 ml/j) ;

J : travaux de finition 10 jours ;

On calcule la dure total du projet par la méthode de chemine des mailles, et on détermine le chemine critique.les résultats dans la figure suivant :

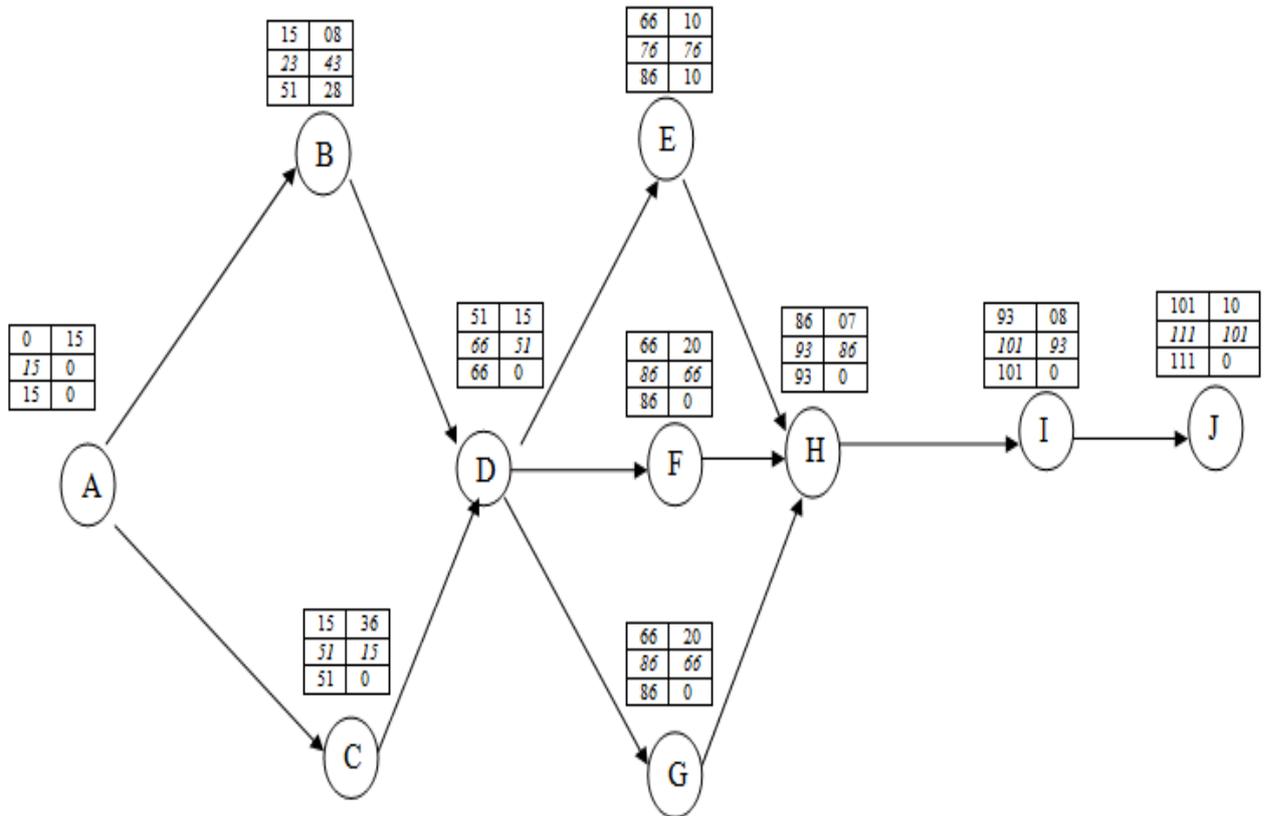


Fig. V-2: Réseau à nœud

- A partir de la figure on a trouvé que la dure totale des travaux est de 111 jours.
- Le chemine critique : A-C-D-F-H-I-J.

Conclusion

En dépit de ce qu'on vient de citer, on attendait à une fréquence des accidents de travail amoindrie, si les consignes et les dispositifs vont être pris au sérieux. L'environnement de travail contribue au développement et à une bonne gestion et exploitation des ouvrages, il est impératif de savoir les causes des accidents et éviter les actions dangereuses. Ainsi donc, on peut gagner sur le plan financier et offrir les meilleures conditions de travail pour les personnels et une bonne performance de fonctionnement des ouvrages.

La partie organisation de chantier nous a permis de savoir comment faire les travaux afin de réaliser un réseau d'irrigation sur un chantier dans les meilleures conditions et le bon fonctionnement.

CHAPITRE VI :

Calcul

technico-économique

Introduction

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

VI-1- Estimation de l'irrigation localisée

Tableau n° 1 : Factures pro-format pour le réseau de l'irrigation

Equipement	Dimensions	Unité de mesure	Quantité	Prix	Prix total DA
Conduite maîtresse en PEHD	$\Phi = 110 \text{ mm}$	m.l	1	948.86	123107.5
	L = 125 m				
Porte rampe en PEHD	$\Phi = 63 \text{ mm}$	m.l	1	338.73	42371.25
	L = 125 m				
Rampe en PEHD	$\Phi = 20 \text{ mm}$	m.l	1	38.1	7620
	L = 200 m				

Source : Prix STPM Chiali

Le prix de vent hectare 173098.7 DA

Prix total = le prix de vent hectare + le prix de déficient accessoire.

Tableau n° 2 : Factures pro-format des conduites d'amené

Equipement	Dimensions	Unité de mesure	Quantité	Prix	Prix total DA
Conduite principale en PEHD	$\Phi = 200 \text{ mm}$	m.l	1	3 121.70	343 387
	L = 110 m				
Conduite adduction en PEHD	$\Phi = 400 \text{ mm}$	m.l	1	12 110.03	69 027 17.1
	L = 570 m				

Donc les prix total Prix total : 7246104.8 DA

VI -2- Dépenses des travaux

* Le prix de terrassement est égal à :

- Pour le déblai : $F_{\text{deb}} = V_{\text{deb}} - K_{\text{deb}}$

K_{deb} : prix de 1 m³ de déblai = 300 DA.

V_{deb} : volume total de déblai.

- Pour le remblai : $F_{\text{rem}} = V_{\text{rem}} - K_{\text{rem}}$

K_{rem} : prix de 1 m³ de remblai = 100 DA.

V_{rem} : volume total de remblai.

- Calcul du volume de déblai et remblai

La pose en terre des conduites s'effectue dans un tranché dont la largeur de fond B sera donnée par la formule suivante :

$$B = D + 2 \times 0,3$$

D : diamètre de la conduite (m)

La profondeur de fouille est en fonction du diamètre de la conduite, de la température du lieu (max, min) et les sollicitations des charges mobiles.

$$H \geq D + 0,8$$

Déblai = L.H.B

$$\text{Remblai} = \text{déblai} - \left(\pi \frac{D^2}{4}\right).L$$

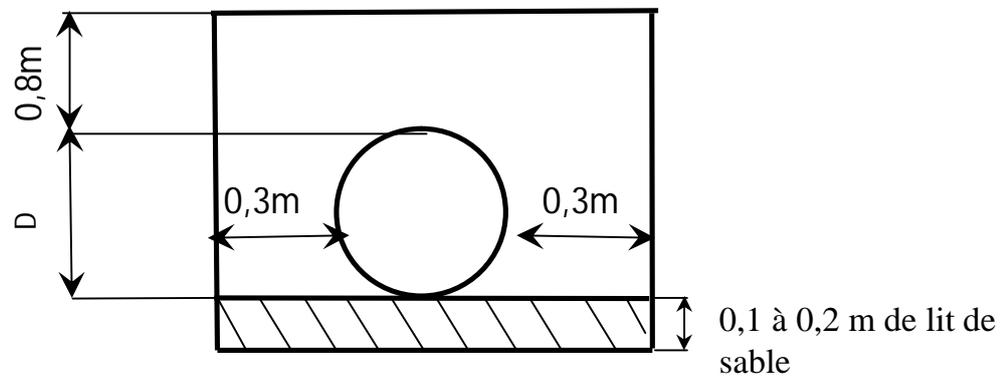


Tableau n° 3: Calcul de terrassement

Paramètres	Ø (mm)	B (m)	H (m)	L (m)	Déblai (m ³)	Remblai (m ³)
Conduite Principale	200	0,76	0,96	570	766	745
Les porte-rampes	63	0,675	0,875	125	4630	4595

VI -2- Calcul les prix de déblai et remblai :

Donc pour :

- Déblai :

$$F_{\text{deb}} = 766 \times 300 = 2298 \text{ 00 DA}$$

- Remblai :

$$F_{\text{rem}} = 745 \times 100 = 745 \text{ 00 DA}$$

- Les autres frais 5 000 DA
- le total de terrassement est de 309300 DA

➔ Le totale de projet est de : **7728503.7DA**

Remarque

On a pris les prix des conduites en se basant sur les prix actuellement pratiqués au marché (STM Chiali .Voir annexe (3))

Conclusion

D'après le coût de la projection des réseaux qu'on a obtenu, on remarque que l'estimation du projet du réseau d'irrigation du périmètre de BREZINA est raisonnable.

CONCLUSION GENERALE

Le secteur agricole en Algérie qui est caractérisé par son système de production qui est insuffisant même pour la population locale, dû à la pénurie de l'eau, qui s'accroît lors des années à pluviosité déficitaire, a nécessité des mesures administratives relatives aux quotas d'eau et en suite, le développement de l'utilisation économique de l'eau à l'aide des technologies modernes.

L'irrigation a toujours occupé une place prépondérante dans le tissu agricole, et social à l'Algérie. Cette irrigation connaît des sérieux problèmes, liés essentiellement à la rareté des ressources en eau, et à la détérioration des ouvrages hydrauliques agricoles. Pour ceci l'amélioration de l'irrigation est devenue une nécessité urgente, cette amélioration ne peut être réussie que par un schéma collectif et participatif des différents acteurs.

A la lumière des données collectées, et à l'aide des différents acteurs on a collecté les données de la zone d'étude, la détermination des besoins en eau d'irrigation se fait à partir de la détermination de l'évapotranspiration par la méthode de **Penman**.

L'étude du climat (précipitation-température), montre que notre région a un climat aride.

L'étude hydrologique nous a permis 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 à une salinité faible avec un risque d'alcalinité faible.

Suivant les facteurs qui caractérisent la région, nous avons choisi les cultures adaptées avec les données climatiques.

À la fin de ce travail on a arrivé à :

- Projeter une conduite d'adduction gravitaire de diamètre **DN400** sur une longueur de **570m** transportant un débit de **0.158 m³/s**.
- Dimensionner un réservoir de distribution d'eau d'irrigation de volume **149 m³**.

Bibliographies

BAHBOUH, L. (2011) Cours agro-pédologie ENSH Blida.

MEDJDOUB.S : cours irrigation et drainage 5ème année ; ENSH Blida

CLEMENT, R.GALAND, A. (1979) CROPWAT, Un logiciel pour la planification et la gestion des systèmes d'irrigation. Irrigation par aspersion et réseau collectifs de Distribution sous pression.

TIERCELIN, J.R. (2006) Traité d'irrigation .P 1266.

Touaibia, B. (2004) Manuel pratique d'hydrologie. ENSH Blida. P 136.

J.P.LABORDE aidé de N.MOUHOUS HYDROLAB c'est un ensemble de macro-commandes, de feuilles de calcul et de graphiques du tableau EXCEL qui permettent de réaliser les analyses statistiques élémentaires les plus courantes en hydrologie de surface

HYFRAN c'est un logiciel qui permet de réaliser les analyses statistiques élémentaires les plus courantes en hydrologie de surface.

Morin, N. (2011) Agronome, Maîtrise en science du gazon LA QUALITÉ DE L'EAU D'IRRIGATION : UN FACTEUR À NE PAS NÉGLIGER.P4

De Coninck, L. (2011) Comment optimiser l'organisation et le suivi de chantier dans une entreprise ayant un rayon d'action étendu ? Par Jérôme HEINRY AGROCAMBUS OUEST. P 55.

sitographie

❖ www.google.wikipédia.com

❖ www.googleearth.com

ANNEXES

ANNEXE 1

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

Cultures	z (m)
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraichères	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3

ANNEXE 2

Coefficient culturel Kc de chaque culture

2. COEFFICIENTS CULTURAUX (Kc)

CULTURE	Stades de développement de la culture					Durée totale de la période végétative
	Initial	Développement	Mi-saison	Arrière saison	Récolte	
Banancier tropical	0.4-0.5	0.7-0.85	1.0-1.1	0.9-1.0	0.75-0.85	0.7-0.8
Banancier subtropical	0.5-0.65	0.8-0.9	1.0-1.2	1.0-1.15	1.0-1.15	0.85-0.95
Haricot vert	0.3-0.4	0.65-0.75	0.95-1.05	0.9-0.95	0.85-0.95	0.85-0.9
Haricot sec	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.75	0.25-0.3	0.7-0.8
Chou	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.9-1.0	0.8-0.95	0.7-0.8
Coton	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.9	0.65-0.7	0.8-0.9
Raisin	0.35-0.55	0.6-0.8	0.7-0.9	0.6-0.8	0.55-0.7	0.55-0.75
Arachide	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.1	0.75-0.85	0.55-0.6	0.75-0.8
Maïs doux	0.3-0.5	0.7-0.9	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Maïs grain	0.3-0.5*	0.7-0.85*	1.05-1.2*	0.8-0.95	0.55-0.6*	0.75-0.9*
Oignon sec	0.4-0.6	0.7-0.8	0.95-1.1	0.85-0.9	0.75-0.85	0.8-0.9
Oignon vert	0.4-0.6	0.6-0.75	0.95-1.05	0.95-1.05	0.95-1.05	0.65-0.8
Pois, frais	0.4-0.5	0.7-0.85	1.05-1.2	1.0-1.15	0.95-1.1	0.8-0.95
Poivron, frais	0.3-0.4	0.6-0.75	0.95-1.1	0.85-1.0	0.8-0.9	0.7-0.8
Pomme de terre	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.2	0.85-0.95	0.7-0.75	0.75-0.9
Riz	1.1-1.15	1.1-1.5	1.1-1.3	0.95-1.05	0.95-1.05	1.05-1.2
Carthame	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2-0.25	0.65-0.7
Sorgho	0.3-0.4	0.7-0.75	1.0-1.15	0.75-0.8	0.5-0.55	0.75-0.85
Soja	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.15	0.7-0.8	0.4-0.5	0.75-0.9
Betterave sucrière	0.4-0.5	0.75-0.85	1.05-1.2	0.9-1.0	0.6-0.7	0.8-0.9
Canne à sucre	0.4-0.5	0.7-1.0	1.0-1.3	0.75-0.8	0.5-0.6	0.85-1.05
Tournesol	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.7-0.8	0.35-0.45	0.75-0.85
Tabac	0.3-0.4	0.7-0.8	1.0-1.2	0.9-1.0	0.75-0.85	0.85-0.95
Tomate	0.4-0.5	0.7-0.8	1.05-1.25	0.8-0.95	0.6-0.65	0.75-0.9
Pastèque	0.4-0.5	0.7-0.8	0.95-1.05	0.8-0.9	0.65-0.75	0.75-0.85
Blé	0.3-0.4	0.7-0.8	0.5-1.2	0.65-0.75	0.2-0.25	0.8-0.9
Luzerne	0.3-0.4				1.05-1.2	0.85-1.05
Agrumes sarclés						0.65-0.75
Agrumes sans sarclage						0.85-0.9
Olivier						0.4-0.6

Premier chiffre : avec forte humidité (HR_{min} > 70%) et vent faible (U < 5 m/sec).
 Second chiffre : avec faible humidité (HR_{min} < 20%) et vent fort (> 5 m/sec).

Source: Bulletin FAO d'Irrigation et Drainage n° 33, Tableau 18.

ANNEXE 3

Caractéristiques hydriques de quelques sols

Texture	Humidités pondérales en % du poids sec			Réserve utile volumétrique en mm/m
	à la rétention HCC	du flétrissement HPF	disponible HCC-HPF	
Sableuse	9 (6 à 12)*	4 (2 à 6)*	5 (4 à 6)*	85 (70 à 100)*
Sablo-limoneuse	14 (10 à 18)	6 (4 à 8)	8 (6 à 10)	120 (90 à 150)
Limoneuse	22 (18 à 26)	10 (8 à 12)	12 (10 à 14)	170 (140 à 190)
Limono-argileuse	27 (25 à 31)	13 (11 à 15)	14 (12 à 16)	190 (170 à 220)
Argilo-limoneuse	31 (27 à 35)	15 (13 à 17)	16 (14 à 18)	210 (180 à 230)
Argileuse	35 (31 à 39)	17 (15 à 19)	18 (16 à 20)	230 (220 à 250)

ANNEXE 4

Guide d'estimation du pourcentage du sol humidifiée (P)

GUIDE D'ESTIMATION DE P

(p = pourcentage de sol humidifié pour divers débits de distributeurs et divers espacements entre rampes et entre distributeurs dans le cas d'une seule rampe rectiligne, équipée de distributeurs uniformément espacés délivrant une dose de 40 mm par arrosage sur l'ensemble de la surface)

Ecartement entre rampes S _i en m	Débit des distributeurs														
	moins de 1,5 l/h			2 l/h			4 l/h			8 l/h			Plus de 12 l/h		
	Espacement recommandé des distributeurs sur la rampe, S _d en m en sol de texture grossière (G), moyenne (M), fine (F)														
	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F	G	M	F
	0,2	0,5	0,9	0,3	0,7	1,0	0,6	1,0	1,3	1,0	1,3	1,7	1,3	1,6	2,0
Pourcentage en sol humidifié p %															
0,8	38	88	100	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1,0	33	70	100	40	80	100	80	100	100	100	100	100	100	100	100
1,2	25	58	92	33	67	100	67	100	100	100	100	100	100	100	100
1,5	20	47	73	26	53	80	53	80	100	80	100	100	100	100	100
2,0	15	35	55	20	40	60	40	60	80	60	80	100	80	100	100
2,5	12	28	44	16	32	48	32	48	64	48	64	80	64	80	100
3,0	10	23	37	13	26	40	26	40	53	40	53	67	53	67	80
3,5	9	20	31	11	23	34	23	34	46	34	46	57	46	57	68
4,0	8	18	28	10	20	30	20	30	40	30	40	50	40	50	60
4,5	7	16	24	9	18	26	18	26	36	26	36	44	36	44	53
5,0	6	14	22	8	16	24	16	24	32	24	32	40	32	40	48
6,0	5	12	18	7	14	20	14	20	27	20	27	34	27	34	40

ANNEXE 5

UNITE TUBE

GAMME DE PRIX

TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)

(Prix Valable à compter du : 01 AVRIL 2010)
Selon la Norme ISO 4427

TUBES PEHD : PN 06					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
13003	Ø20	-	36,28	42,45	PE80
13006	Ø32	-	48,35	56,57	PE80
13009	Ø40	2.0	64,6	75,58	PE80
13012	Ø50	2.4	98,25	114,95	PE80
13015	Ø63	3.0	160,25	187,49	PE80
13018	Ø75	3.6	225,21	263,48	PE80
13022	Ø90	4.3	298,03	348,35	PE100
13025	Ø110	4.0	357,85	418,70	PE100
13040	Ø125	-	473,08	553,50	PE100
13030	Ø160	5.8	770,85	901,89	PE100
13044	Ø200	7.2	1 163,39	1 361,17	PE100
13058	Ø250	9.1	1 850,00	2 281,5	PE100
13042	Ø315	11.4	3 080,00	3 603,6	PE100
13039	Ø400	14.5	6 134,24	6 007,08	PE100
13061	Ø500	19.1	6 938,13	8 117,61	PE100
13052	Ø630	24.1	12 682,50	14 838,53	PE100

TUBES PEHD : PN 10					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
P3513000	Ø20	-	29,07	34,01	PE80
P3513004	Ø25	2.5	36,28	44,79	PE80
P3513007	Ø32	2.5	58,48	64,81	PE80
P3513010	Ø40	3.0	84,10	98,40	PE80
P3513013	Ø50	3.7	135,28	158,25	PE80
P3513016	Ø63	4.7	209,88	246,34	PE80
P3513019	Ø75	5.6	300,60	351,59	PE80
P3513023	Ø90	5.4	359,09	420,14	PE100
P3513026	Ø110	6.6	540,50	632,39	PE100
P3513028	Ø125	7.4	680,13	772,38	PE100
P3513031	Ø160	9.5	1 142,25	1 336,43	PE100
P3513033	Ø200	11.9	1 650,34	1 931,48	PE100
P3513035	Ø250	14.8	2 595,00	3 036,15	PE100
P3513041	Ø315	18.7	4 093,57	4 789,47	PE100
P3513038	Ø400	23.7	6 888,74	7 837,53	PE100
P3513049	Ø500	29.7	10 152,51	11 878,44	PE100
P3513048	Ø630	37.4	15 738,78	18 414,38	PE100

TUBES PEHD : PN 16					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
001	Ø20	2.3	32,18	37,88	PE80
003	Ø25	2.8	50,84	59,48	PE80
005	Ø32	3.6	78,51	91,88	PE80
011	Ø40	4.5	120,95	141,51	PE80
111	Ø50	5.6	188,28	220,29	PE80
117	Ø63	7.1	297,95	348,60	PE80
20	Ø75	8.4	407,8	477,13	PE80
34	Ø90	8.2	510,71	597,53	PE100
7	Ø118	10.0	757,19	885,91	PE100
9	Ø125	11.4	957,80	1 132,44	PE100
2	Ø160	14.6	1 650,00	1 825,20	PE100
4	Ø200	18.2	2 472,00	2 892,24	PE100
6	Ø250	22.7	3 815,00	4 483,66	PE100
8	Ø315	28.6	5 850,00	6 844,50	PE100
1	Ø400	36.3	9 320,00	10 904,40	PE100
1	Ø500	45.4	14 911,00	17 445,87	PE100
1	Ø630	57.2	23 123,50	27 054,50	PE100

TUBES PEHD : PN 20					
Code	Diam. Ext.	EP. mm	Prix H.T DA/ML	Prix TTC DA/ML	
P3513101	Ø20	2.3	38,01	44,47	PE100
P3513102	Ø25	3.0	53,28	62,35	PE100
P3513103	Ø32	3.6	82,22	96,20	PE100
P3513104	Ø40	4.5	128,15	149,94	PE100
P3513105	Ø50	5.6	200,7	234,82	PE100
P3513106	Ø63	7.1	338,73	396,31	PE100
P3513107	Ø75	8.4	447,35	523,40	PE100
P3513108	Ø90	10.1	627,09	733,70	PE100
P3513109	Ø110	12.3	848,86	1 110,17	PE100
P3513110	Ø125	14.0	1 202,75	1 407,22	PE100
P3513111	Ø160	17.9	1 947,59	2 278,68	PE100
P3513112	Ø200	22.4	3 121,70	3 652,39	PE100
P3513113	Ø250	27.9	4 848,33	5 670,21	PE100
P3513114	Ø315	35.2	7 588,88	8 875,48	PE100
P3513115	Ø400	44.7	12 110,03	14 168,74	PE100
P3513034	Ø500	55.8	19 063,81	22 304,66	PE100
	Ø630				PE100

Longueur de Tubes : du Diamètre 25 mm au 110 mm sont des Courbes (Rouloirs) de 100 ML.
Longueur de Tubes : du Diamètre 125 mm au 400 mm sont des tubes de 12 ML.
Longueur de Tubes : du Diamètre 500 mm au 630 mm sont des tubes de 66 ML.

SARL K-PLAST
Transformation de Plastiques