



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

Option: Irrigation et drainage

THEME :

**ETUDE D'AMÉNAGEMENT DU PERIMETRE
AGRICOLE TRIBA COMMUNE BERRIANE
(W. GHARDAIA) D'UNE SUPERFICIE DE 150 ha.**

Présenté par :

HAMMOUDA Taha

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms

Grade

Qualité

MEDDI Mohamed

Professeur

Président

YAHIAOUI Samir

M.A.A

Examineur

MAZOUZI Sabra

M.A.A

Examineur

BELLABAS CHARIFI Salima

MCB

Promoteur

Septembre 2021

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, merci infiniment mes parents.

A mes très chers frères et sœurs.

A toutes ma famille.

A ma promotrice Mme BELLABAS CHARIFI SALIMA

A Mr OUAISSI SEKKOUTI Bachir Gèrent du BET Hyd-Project

A tous mes ami(e)s

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire.

A tout la promotion 2020-2021.

ملخص:

الهدف من هذه المذكرة هو دراسة التنمية المائية والزراعية وتحديد أبعاد شبكة توزيع المياه لمحيط تريبيا الذي يغطي مساحة 150 هكتار بولاية غرداية. ويتضمن المشروع دراسة تفصيلية للمنطقة (المناخ, البيئة, الموارد المائية ودراسة التربة) لمعرفة تقديرية للحاجيات المائية للمحاصيل من أجل تصميم شبكة سقي ملائمة. قمنا بتطبيق طريقة الرش بالتنقيط بسبب كفاءتها الزراعية والهيدروليكية حيث سمحت لنا هذه الدراسة بزيادة المحصول الزراعي باستعمال أنظمة السقي المثلى تسيير أفضل للموارد المائية.

الكلمات المفتاحية: السقي, التنمية, محيط تريبيا, التنقيط.

Résumé :

L'objectif de ce mémoire est l'étude d'aménagement hydro-agricole et la projection d'un réseau d'irrigation de l'eau à travers le périmètre TRIBA qui couvre une superficie de 150 ha dans la wilaya de Ghardaïa. Le projet comprend une étude détaillée de la zone (climat, écologie et ressources en eau et ressources en sol) qui permet d'estimer les besoins en eau de cultures afin de concevoir un réseau d'irrigation approprié. Nous avons utilisé la technique d'irrigation localisé -goutte à goutte- à cause de leur efficacité hydraulique et agronomique dans la région. Cette étude nous a permis d'augmenter le rendement agricole en utilisant des systèmes d'irrigation optimaux et une meilleure gestion des ressources en eau.

Mots clés : irrigation, aménagement, périmètre TRIBA, goutte à goutte.

Abstract :

The objective of this thesis is to study the hydro-agricultural development and the projection of water distribution network across the TRIBA perimeter which covers an area of 150 ha in the wilaya of Ghardaïa. The project includes a detailed study of the area (Climate, ecology, water and soil resources) that helps us to design an appropriate irrigation system. We used the drip irrigation technique due to its hydraulic and agronomic efficiency in the region. The study allowed us to increase agricultural production by using optimal irrigation systems and better water resources management.

Key words: Irrigation, development, TRIBA perimeter, drip.

Sommaire

Introduction Générale.....	1
1 Présentation de la zone d'étude.....	2
1.1 Introduction	2
1.2 Présentation géographique.....	2
1.2.1 Wilaya de Ghardaia.....	2
1.2.2 Commune de Berriane.....	4
1.3 Topographie de la zone d'étude.....	5
1.4 Caractéristiques climatologique de la zone d'étude.....	5
1.4.1 Caractéristique de la station météorologique.....	5
1.4.2 Précipitation.....	6
1.4.3 Température.....	7
1.4.4 Humidité.....	8
1.4.5 Le vent.....	9
1.4.6 L'évaporation.....	10
1.4.7 Insolation.....	11
1.5 Indices climatiques.....	11
1.5.1 Selon l'indice de Bagnols et Gaussen.....	11
1.5.2 Indice d'aridité de Martonne.....	13
1.5.3 Quotient pluviométrique d'EMBERGER.....	11
1.6 Situation socio-économique de la région.....	15
1.6.1 Population.....	15
1.6.2 Agriculture.....	16
1.7 Conclusion.....	17

2 Ressources en eau et en sol	18
2.1 Introduction.....	18
2.2 Ressources en sol.....	18
2.2.1 Etude pédologique.....	20
A- Introduction.....	20
B- Classification des sols.....	20
C- Aptitude culturales.....	21
2.3 Ressources en eau souterraines.....	23
2.3.1 La nappe du Complexe Terminal (CT)	23
2.3.2 La nappe du Continental Intercalaire (CI).....	24
2.4 Mobilisation des eaux souterraines.....	24
2.5 Qualité de l'eau d'irrigation.....	25
2.5.1 La conductivité électrique.....	25
2.5.2 Sodicité et Alcalinisation SAR.....	25
2.5.3 Interprétation.....	26
2.6 Conclusion.....	28
3 Evaluation les besoins en eau des cultures	29
3.1 Introduction.....	29
3.2 Les besoins en eau des cultures.....	29
3.2.1 L'�vapotranspiration.....	30
3.2.2 Evapotranspiration maximale ou de culture (ETc).....	30
3.2.3 Calcul des pluies efficaces (Peff).....	31
3.3 Besoins en eau d'irrigation.....	32
3.3.1 Occupation des sols et choix des cultures.....	32
3.3.2 Calcul des besoins en eau des cultures.....	34
3.3.3 Evaluation du débit spécifique.....	36
3.3.4 Evaluation du débit caractéristique.....	36

3.3.5 Estimation des volumes d'eau d'irrigation.....	37
3.4 Conclusion.....	38
4 Dimensionnement du réseau d'irrigation.....	39
4.1 Introduction.....	39
4.2 Organisation et structure du périmètre.....	39
4.2.1 Ilots et bornes d'irrigation.....	39
4.2.2 Rôle et fonction de la borne d'irrigation.....	40
4.2.3 Calcul hydraulique aux bornes.....	40
4.3 Description de l'aménagement du périmètre.....	42
4.4 Dimensionnement du réseau d'adduction.....	43
4.5 Choix des pompes et nombre des pompes.....	46
4.6 Protection contre la cavitation.....	47
4.7 Choix du matériau des conduites.....	48
4.8 Estimation des pressions.....	49
4.9 Dimensionnement des réservoirs de stockage.....	53
4.10 Dimensionnement de la parcelle –réseau goutte à goutte-.....	54
4.10.1 Données générales.....	54
4.10.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée.....	54
4.10.3 Calculs hydrauliques.....	57
4.10.4 Dimensionnement des canalisations du réseau.....	58
4.11 Conclusion.....	62
5 Analyse technico-économique.....	63
5.1 Introduction.....	63
5.2 Différents travaux à entreprendre.....	63
5.3 Choix des engins du chantier.....	64
5.4 Frais des travaux sur le réseau d'irrigation.....	66

5.4.1 Calcul du volume de déblai et de remblai.....	66
5.5 Facture des différents types de conduites du réseau de distribution.....	68
5.6 Devis estimatif des pièces spéciales.....	68
5.7 Conclusion.....	69
Conclusion Générale.....	70
Bibliographie.....	71
Annexes	
Annexe 01.....	72
Annexe 02.....	72
Annexe 03.....	73

Table des figures

1.1 Localisation de la wilaya de Ghardaia.....	3
1.2 Image satellite de la commune de Berriane.....	4
1.3 Précipitation moyenne annuel –mm-.....	6
1.4 Variation des températures mensuelles °C.....	8
1.5 Variation d’humidité moyenne mensuelles -%-.....	9
1.6 Rose des vents –m/s-.....	10
1.7 Climogramme de Gausсен.....	12
1.8 Climogramme d’EMBERGER.....	14
2.1 Carte géologique de la ville de Ghardaïa.....	19
2.2 Domaine du SASS (Système Aquifère du Sahara septentrional)	23
2.3 Diagramme de classification des eaux d’irrigation.....	27
4.1 Schéma de la variante d’irrigation sous pression.....	43
4.2 Caractéristique de la pompe (CAPRARI).....	46
4.3 Les mesures des réservoirs de stockage.....	53
5.1 Un bulldozer –D6 GC CAT-.....	65
5.2 Chargeur et camion pour évacuer les déblais.....	65
5.3 Pose de canalisation et remblaiement.....	65
5.4 Disposition de la conduite dans une tranchée.....	66

Liste des tableaux

Tableau n°01 Coordonnées de la station météorologique de Ghardaïa.....	5
Tableau n°02 Précipitation Moyennes Mensuelles mm.....	6
Tableau n°03 Températures mensuelles en °C.....	7
Tableau n°04 Humidité de l'air -%.....	8
Tableau n°05 Vitesse de vent Moyenne et Maximum –m/s.....	9
Tableau n°06 L'évaporation moyenne mensuelle.....	10
Tableau n°07 L'insolation moyenne mensuelle.....	11
Tableau n°08 Classification de climat selon MARTON.....	13
Tableau n°09 Aspects démographiques.....	15
Tableau n°10 Aptitude culturale en irrigué.....	22
Tableau n°11 Classification des eaux en fonction de SAR.....	26
Tableau n°12 ET ₀ mensuel par Penman-Monteith station Ghardaïa.....	31
Tableau n°13 Les pluies efficaces pour chaque mois (mm).....	31
Tableau n°14 Occupation en sol.....	33
Tableau n°15 Cycle végétatif et profondeurs Z(m) des cultures.....	33
Tableau n°16 Besoins en eau du Palmier.....	34
Tableau n°17 Besoins en eau d'Olivier.....	34
Tableau n°18 Besoins en eau du Pomme de terre.....	35
Tableau n°19 Besoins en eau d'Oignon.....	35

Tableau n°20 Besoin en eau du Haricot.....	35
Tableau n°21 Les besoins en eau totaux.....	37
Tableau n°22 Type des bornes en fonction de superficie des ilots.....	41
Tableau n°23 Le débit des ilots et choix du type de bornes.....	41
Tableau n°24 Pression atmosphérique en fonction de la côte.....	47
Tableau n°25 Pression de vapeur en fonction de la température.....	47
Tableau n°26 Calcul hydraulique du réseau de distribution.....	50
Tableau n°27 Récapitulatif des calculs hydrauliques.....	61
Tableau n°28 Les engins utilisés pour la mise en place des conduites.....	64
Tableau n°29 Calcul des différents volumes.....	67
Tableau n°30 Cout des travaux de terrassement.....	67
Tableau n°31 Factures des conduites du réseau de distribution.....	68
Tableau n°32 Cout des équipements du réseau de distribution.....	68
Tableau n°33 Cout total des travaux.....	69

Liste Des Planches

Planche n°01 : Plan de situation du périmètre TRIBA commune de Berriane Wilaya de Ghardaïa

Planche n°02 : Plan de réseau de distribution du périmètre TRIBA commune Berriane Wilaya de Ghardaïa

Planche n°03 : Plan des parcelles du périmètre TRIBA commune Berriane Wilaya de Ghardaïa

Planche n°04 : Profil en long de la conduite principale à partir de forage 01 du périmètre TRIBA commune Berriane W. Ghardaïa

Planche n°05 : Plan du réseau d'irrigation localisé sur une parcelle de l'ilot 17 du périmètre TRIBA commune Berriane Wilaya de Ghardaïa

Liste Des Abréviations

ONM : Office National de Météorologie

ANRH : Agence National des Ressources Hydraulique

DSA: Direction des Services Agricole

DPSB : Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires

OSS : Observation du Sahara et du Sahel -Organisation International-

SASS : Système Aquifère du Sahara Septentrional

CT : Complexe Terminal

CI : Continental Intercalaire

SAR: Sodium Adsorption Ratio

Introduction Générale

Dans les régions soumises au climat aride, la réussite de l'agriculture en matière cultures dépend à l'usage du secteur d'irrigation et au bon rationnement des ressources d'eaux, en effet le développement de ce secteur est certes lié à la conception, à la mise en place des équipements et à l'utilisation des moyens d'exploitation des sources d'eaux souterrains.

Le présent projet a pour but de présenter et développés les différents paramètres climatologiques et géologiques de la région liée a l'élaboration de l'étude d'un réseau d'irrigation sur 150 ha à travers le périmètre agricole TRIBA qui se situe dans la commune de BERRIANE, Wilaya de GHARDAIA.

La mission consiste à dimensionner un réseau d'adduction et de distribution, pour la conception de notre projet d'irrigation, notre étude est fondée sur les étapes suivantes :

- Collecte des données de bases nécessaire pour l'élaboration de l'étude (reconnaissance du lieu, identification de l'état juridique du site et l'obtention des plans parcellaires).
- Choix de conceptions du réseau d'irrigation qui répond mieux aux exigences d'une répartition équitable des eaux.
- Dimensionnement et calculs hydrauliques du réseau d'irrigation projeté.
- Evaluation des coûts estimatifs du projet.

Chapitre n°01 :
Présentation de la zone
d'étude

CH01.Présentation de la zone d'étude

1.1. Introduction

L'étude du site est nécessaire pour la réussite du projet et de connaître toutes les caractéristiques du lieu notamment le périmètre irrigué, et les facteurs qui influent sur la conception du projet. Nous devons connaître les paramètres et les facteurs naturels environnants (climatologie, pédologie, ressources en eau et orientations agricoles) qui déterminent nos choix et visions pour aboutir à des solutions convenables et adéquates de notre périmètre.

1.2. Présentation géographique

1.2.1. Wilaya de Ghardaia

Est une subdivision administrative algérienne se trouvant dans la partie nord du Sahara algérien et englobe la vallée du Mزاب, elle est caractérisée par des plaines dans le continental terminal, des régions ensablées, la Chebka et l'ensemble de la région.

La wilaya de Ghardaïa est située au centre de la partie Nord du Sahara algérien, elle est délimitée comme indiqué dans la figure 1.1 :

- au nord par la wilaya de Laghouat ;
- au nord-est par la wilaya de Djelfa ;
- à l'est par la wilaya d'Ouargla ;
- au sud par la wilaya de Tamanrasset ;
- au sud-ouest par la wilaya d'Adrar ;
- à l'ouest par la wilaya d'El Bayadh.

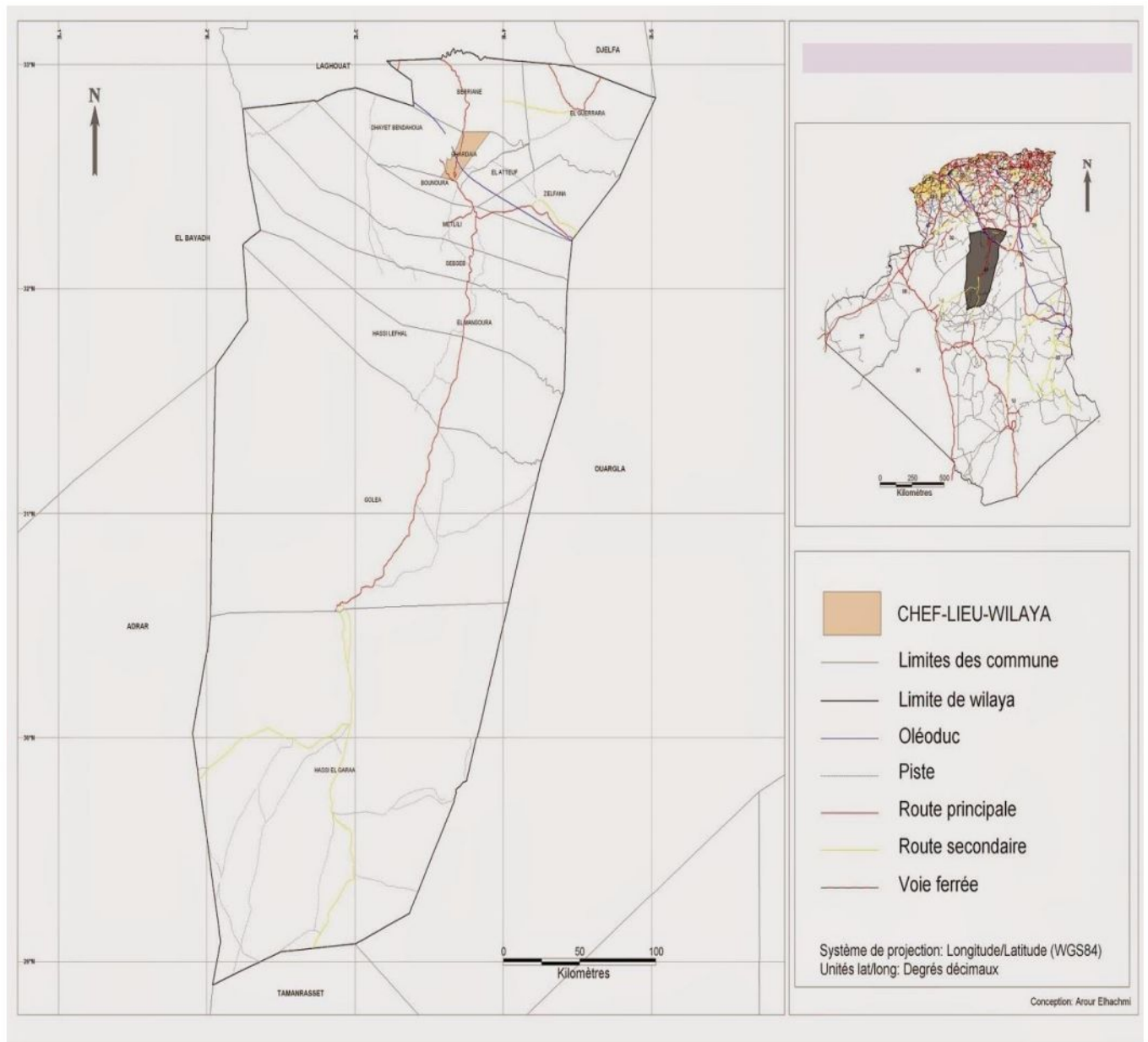


Figure 1.1 : Localisation de la wilaya de Ghardaia.

1.2.2. Commune de Berriane

Berriane ou Beriane est une commune de la wilaya de Ghardaïa en Algérie située à 44 km au nord de Ghardaïa, à la limite de la wilaya de Laghouat, dans la région du Mزاب². Elle est située le long de la route nationale 01 et occupe une position stratégique en reliant les villes du sud algérien à celles du nord.

La zone du périmètre projeté est située à l'Est de la ville de Berriane situé au Nord de la wilaya de Ghardaïa, au centre de l'Algérie dans le Nord du Sahara algérien, à 600 km au sud d'Alger, à 190 km au sud de Laghouat, à 270 km d'El Menia et à 190 km à l'ouest de Ouargla. Au point kilométrique PK 15 du chemin de wilaya N° 33 en allant vers Guerrara, ce périmètre s'étale sur une superficie de 150 ha, il est composé en trois sous périmètre de 50 ha positionnés en série formant donc un seul périmètre appelé TRIBA.

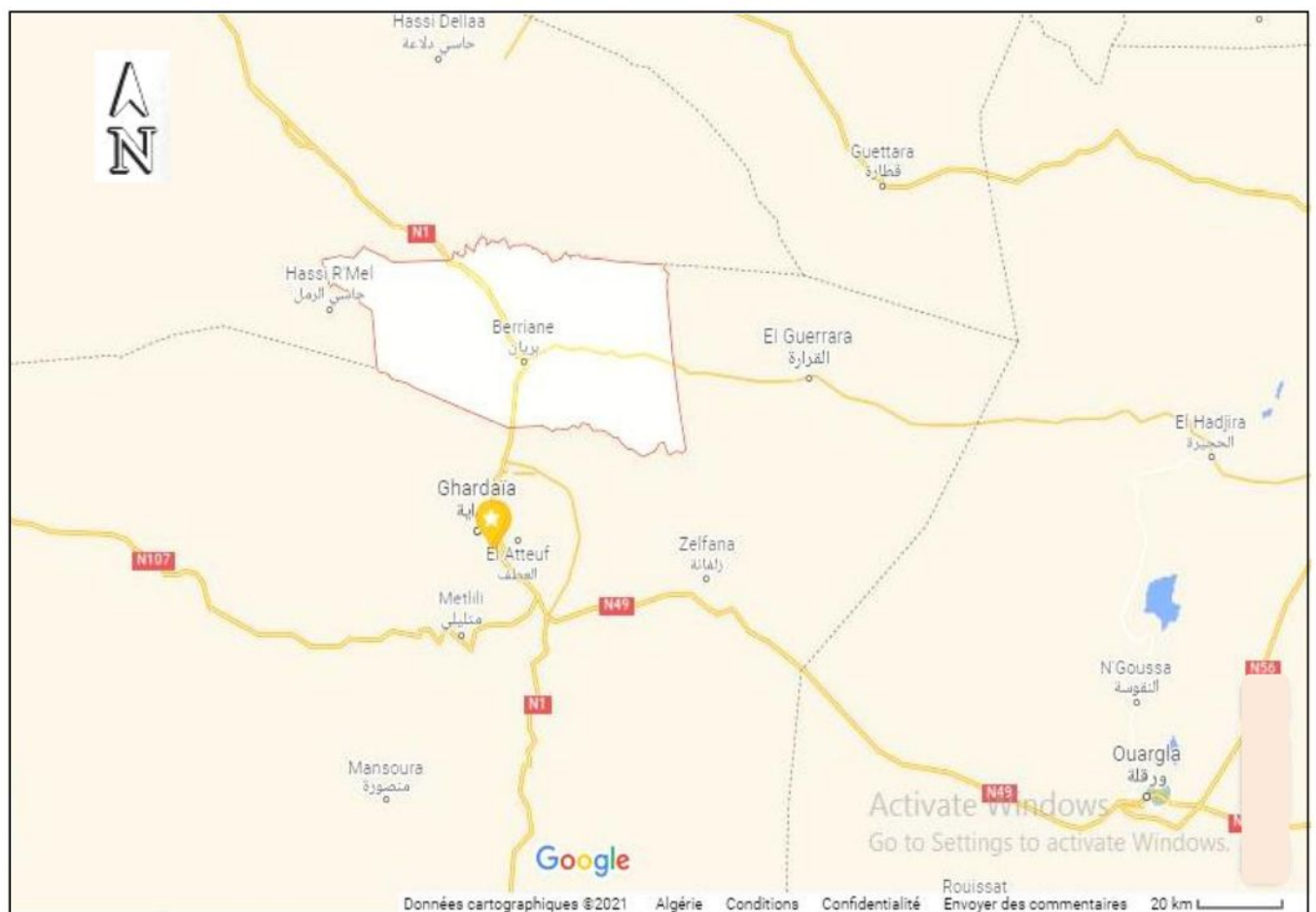


Figure 1.2 : Image satellite de la commune de Berriane.

1.3. Topographie de la zone d'étude

Les trois sous périmètre présentent une topographie stable avec des pentes longitudinales de 0,6 % au sens d'Oued LAROUI, les pentes transversales sont différentes de ce qu'il est noté pour les pentes longitudinales, leurs mesures varient entre 1% et 1,7%, formant un relief aigue avec un dénivelé important entre les deux extrémités des parcelles, cette forme nécessite l'installation des points de raccordement des bornes sur les niveaux supérieurs du terrain.

La conception du parcellaire est extraie à base des plans d'arpentage du bureau du cadastre, cela a été chargé par le propriétaire du terrain (domaines d'état). Dans la plupart des cas, ces parcellaires nous devons les maintenir forcément dans notre conception du réseau et dans les choix des emplacements des forages.

1.4. Caractéristiques climatologique de la zone d'étude

La région est caractérisée par un climat aride, les étés sont très chauds et dégagé dans l'ensemble ; les hivers sont très froids et sec.

1.4.1. Caractéristiques de la station météorologique

Les donnes du climat qui sévit dans la région sont déterminées à travers les observations effectuées par la station météorologique de Ghardaïa, L'analyse climatique est faite sur la base de données les plus récents, allant de 25 ans entre 1989 à 2014 ; à partir des données de l'ONM.

Tableau n°01 : Coordonnées Lambert de la station météorologique de Ghardaïa.

Station Météorologique	Code de la station	X (Km)	Y (Km)	Période d'observation	Durée d'observation
Ghardaïa	130427	502.9	201.9	1989-2014	25 ans

1.4.2. Précipitation

Les précipitations proviennent des nuages. Transportées par la circulation atmosphérique, les nuages se déplacent et sous l'effet de la pesanteur, l'eau retombe sur le sol sous forme d'eau, de neige ou de gèle, ce sont les précipitations.

Les pluies ont un rôle primordial dans la constitution des réserves d'eau souterraine. Cependant seule une fraction des eaux pluviales arrivant sur le sol permet de recharger les nappes souterraines.

Tableau n°02 : Précipitations Moyennes Mensuelles mm.

Station Ghardaïa	Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
	P -mm-	18.5	7.5	6.7	6.1	12.72	3.6	9.07	7.1	2.1	4.1	0.7	2.4	80.59

Source –ONM Ghardaïa-

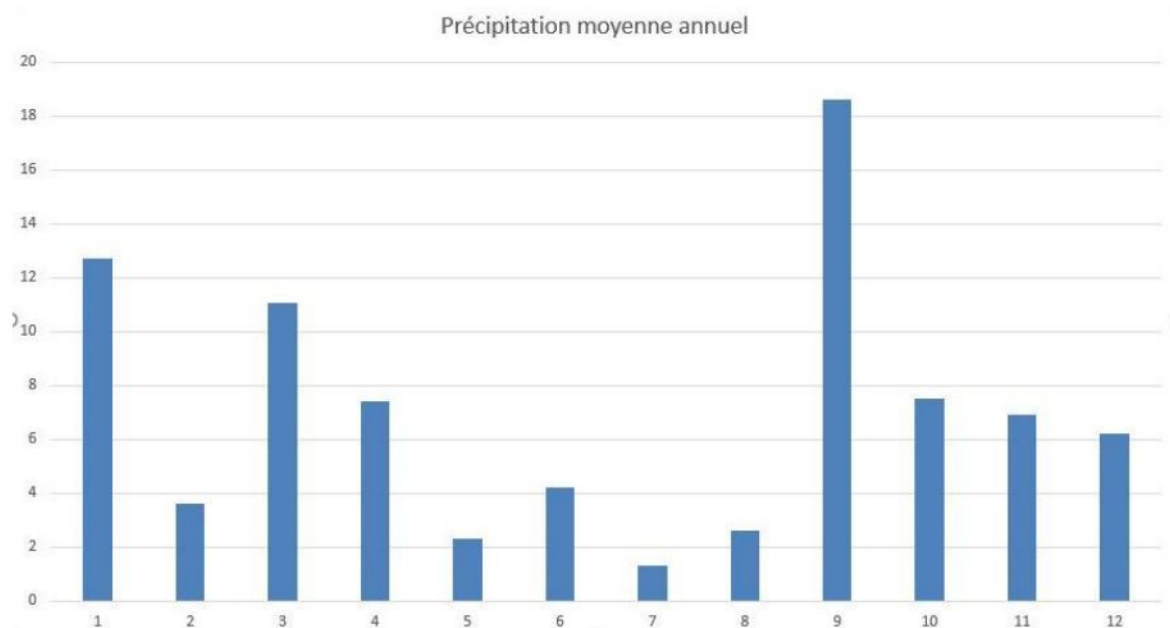


Figure 1.3 : Précipitation moyenne annuel –mm-

La pluviométrie dans la région est extrêmement faible, puisque la moyenne annuelle enregistrée est de 80.5 mm, Le mois le plus pluvieux c'est Septembre avec 18.6 mm.

1.4.3. Température

Un facteur très important car elles agissent directement sur les autres paramètres météorologiques tel que l'évaporation, par conséquent, la connaissance des températures et de leurs amplitudes est indispensable au choix des modes d'irrigation et des cultures à mettre en place. Le tableau ci-dessous représente les valeurs des températures moyennes, maximales et minimales.

Tableau n°03 : Températures mensuelles en °C.

T°C	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Année
T°min	23.2	16.1	8.5	3.8	2.8	5.1	9.1	10.92	19.06	25.27	28.8	26.1	14.89
T°max	37.6	30.5	23.8	18.3	18.1	20.3	23.2	28.6	34.4	40.1	43.4	41.3	29.96
T°moy	33.6	26.3	18.1	12.5	11.74	14.4	19.6	24.16	29.9	35.6	38.96	37.6	25.21

Source –ONM Ghardaïa-

T°min : Température minimale du mois en °C

T°max : Température maximale du mois en °C

T°moy : Moyenne mensuelle de température en °C

On représente les températures graphiquement comme suit :

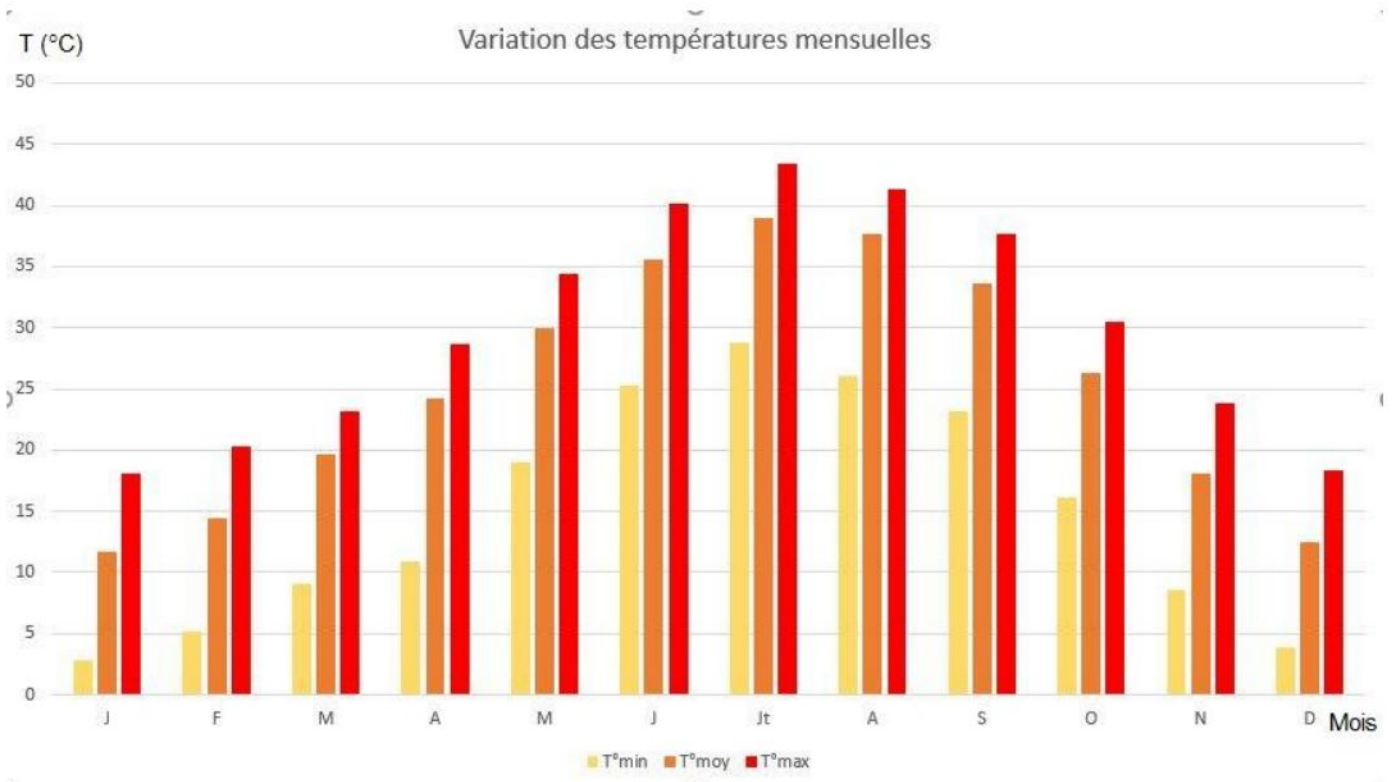


Figure 1.4 : Variation des températures mensuelles °C.

On remarque une température maximale de 43.4°C en mois de Juillet et une température minimale de 2.8°C en Janvier, et une moyenne annuelle de 25.21 °C.

1.4.4. Humidité

L'humidité de l'air est un élément de cycle hydrologique qui contrôle l'évaporation du sol et la couverture végétale. Les résultats d'observation sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n°04 : Humidité de l'air -%-.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
H %	34	44	52	56	54	45	40	34	29	25	22	24

Source –ONM Ghardaïa-

Le mois le plus humide est Décembre caractérisé par une forte humidité de 56%, et le mois le plus sec c'est Juillet avec une faible humidité de 22%.

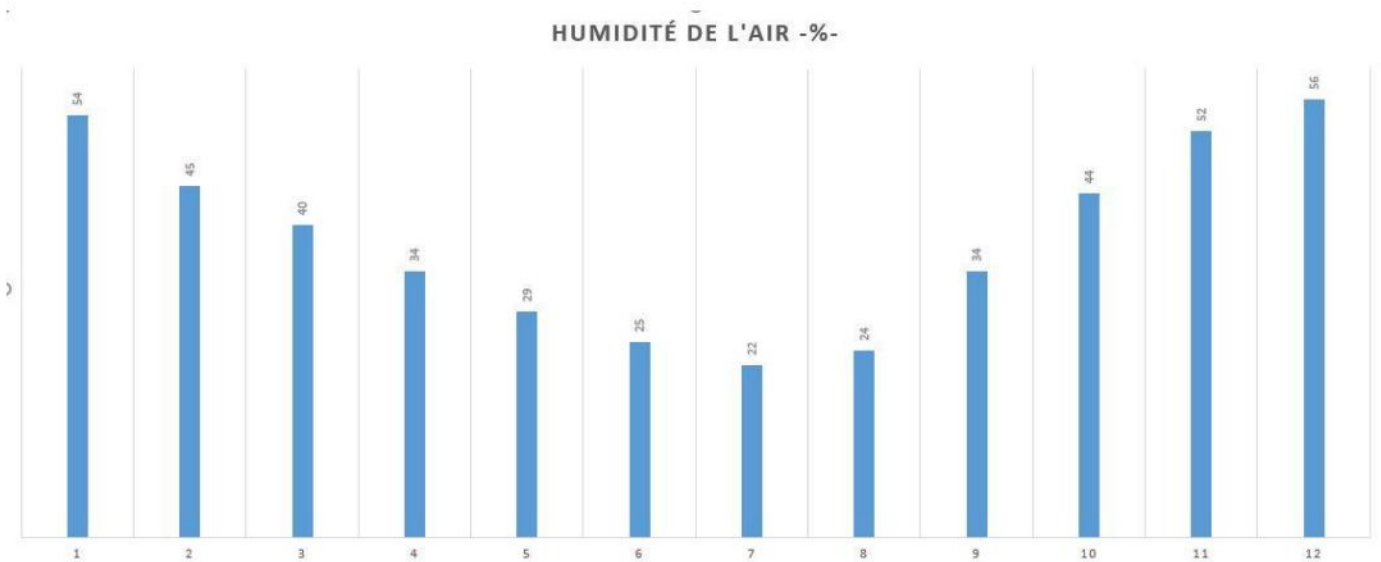


Figure 1.5 : Variation d'humidités moyennes mensuelles -%-.

1.4.5. Le vent

Le vent caractérisé par son influence directe sur les sols, la végétation et les autres facteurs tel que les précipitations et l'évapotranspiration. Il intervient aussi dans le choix de type d'irrigation.

La variation de vitesse de vent au cours de l'année est représentée dans le tableau :

Tableau n°05 : Vitesse de vent Moyenne et Maximum -m/s-.

Mois	S	O	N	A	D	F	M	A	M	J	Jt	A
Moy	3.6	3.0	3.2	3.4	3.5	3.7	4.2	4.6	4.4	4.2	3.5	3.2
Max	36	26	25	23	30	31	30	33	40	32	41	37

Source -ONM Ghardaïa-

Les vents dans la région sont de deux types :

- Les vents de sable en automne, printemps et hiver -Nord/Ouest-
- Les vents chauds en été -Sud/Nord-, très secs et entraînant une fort évapotranspiration (Sirocco).

D'après le tableau 5 la valeur moyenne des vents est de 3.71 m/s.

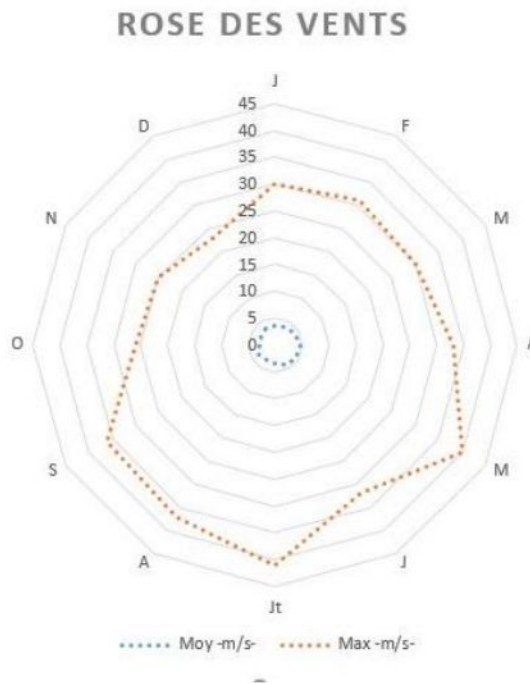


Figure 1.6 : Rose des vents –m/s-

1.4.6. L'évaporation

Les phénomènes d'évaporation interviennent dans le cycle hydrologique dès le moment où les précipitations ; sous forme liquide ou solide ; atteignent la surface du sol. De plus l'humidité du sol, soit qu'elle provient des pluies récentes infiltrées à faible profondeur, soit qu'elle remonte par capillarité directement de la nappe phréatique ou par l'intermédiaire de la couverture végétale constitue un aliment important pour l'évaporation.

Nous avons indiqué dans le tableau ci-dessous la moyenne mensuelle de l'évaporation.

Tableau n°06 : L'évaporation moyenne mensuelle.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A	Σ
mm	299.5	186.4	128.1	139.7	102	127.4	190.2	244.1	299.7	363.2	420.6	371.7	2890,6

Source –ONM Ghardaïa-

On remarque d'après le tableau 06 que L'évaporation est très intense, surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. Elle est de l'ordre de 2890.6 mm/an. Avec un maximum mensuel de 420.6 mm au mois de Juillet et un minimum de 102 mm au mois de Janvier.

1.4.7. Insolation

L'insolation est la période durant laquelle le soleil brille sur le sol. Les valeurs moyennes mensuelles sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau n°07 : L'insolation moyenne mensuelle.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	Jt	A
h/mois	279	268	240	221	253	255	266	305	333	343	323	322
h/j	9.3	8.9	8.1	7.4	8.1	8.5	8.8	10.2	11.1	11.4	10.8	10.7

Source –ONM Ghardaïa-

L'isolation moyenne mensuelle enregistrée varie entre 7.4 h/j en Décembre et 11.4 h/j en Juin.

1.5. Indices climatiques

1.5.1. Selon l'indice de Bagnols et Gaussen :

Le graphe est construit en mettant en abscisse les mois et on ordonne les valeurs moyennes mensuelles des températures et des pluies dont l'échelle est égale à la moitié de celle des précipitations (**Figure 1.7**).

Lorsque la courbe des températures dépasse celle des précipitations, il y'a sécheresse totale, et dans le cas contraire on dit que la période est humide. D'après le diagramme d'ombrothermique de Gaussen on distingue une seule période qui est sèche sur toute l'année.

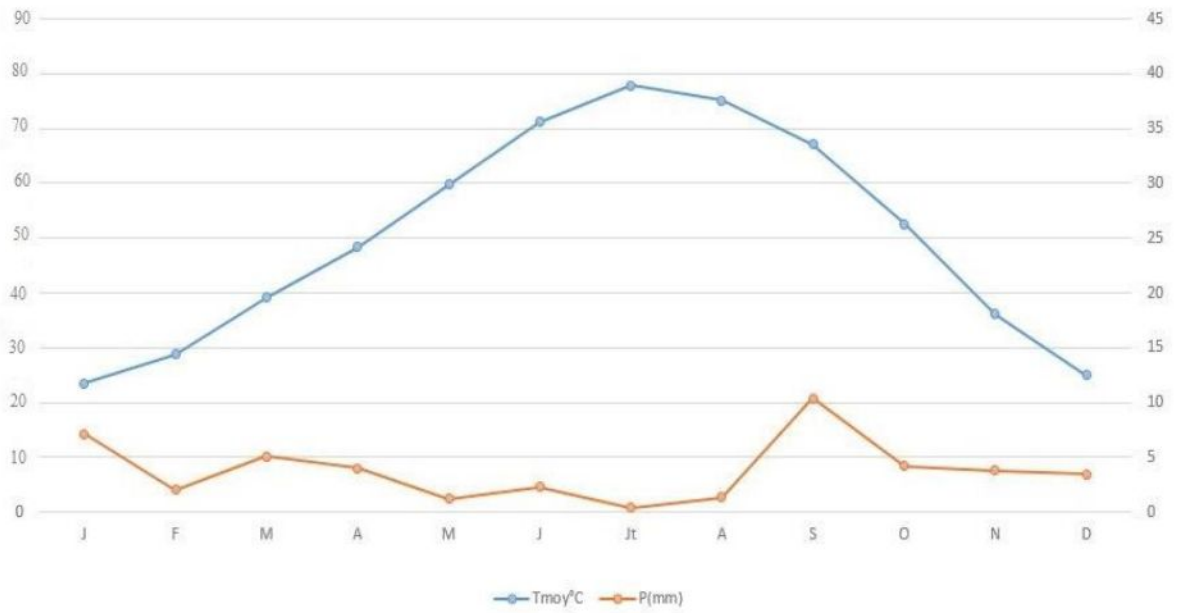


Figure 1.7 : Climogramme de Gausse.

1.5.2. Indice d'aridité de Martonne

Il permet de connaître le degré de sécheresse de la région, selon la formule suivant :

$$I = \frac{P}{T + 10} \quad (1.1)$$

Avec : I : Indice climatique ;

P : précipitation totales annuelles (mm/an) ;

T : température moyenne annuelle °C ;

Pour la station de Ghardaïa :

$$\left\{ \begin{array}{l} P = 80.59 \text{ mm/an} \\ T = 25.21 \text{ }^\circ\text{C} \end{array} \right.$$



On aura: I = 2.29

Tableau n°08 : Classification de climat selon MARTON.

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

Selon l'indice d'aridité calculé et d'après le tableau de classification, on constate que la région est soumise à un type désertique par conséquent l'irrigation est indispensable.

1.5.3. Quotient pluviométrique d'EMBERGER

Il permet de déterminer l'étage bioclimatique et la valeur du coefficient pluviométrique en utilisant la formule et le diagramme bioclimatique d'Emberger.

Ce quotient est défini par la formule :

$$Q = \frac{1000}{\frac{(M + m) M - m}{2}} = \frac{2000 \cdot P}{M^2 - m^2} \quad (1.2)$$

Avec :

- Q : coefficient pluviométrique d'EMBERGER.
- P : précipitation moyenne annuelle en (mm).
- M : moyenne des maximas du mois le plus chaud (en °K).
- m : moyenne des minimas du mois le plus froid (en °K).

Pour : P=80.59 mm ; M=315.7 K ; m=276 K.

D'où : **Q = 6.86**

Le climagramme d'EMBERGER est présenté en ordonnée par le quotient d'Emberger, et en abscisse par la moyenne des minimas du mois le plus froid.

D'après le climagramme d'EMBERGER - Figure 1.7 -, on peut dire que le climat de notre région est un climat Saharien, un hiver sec et froid et très chaud en été.

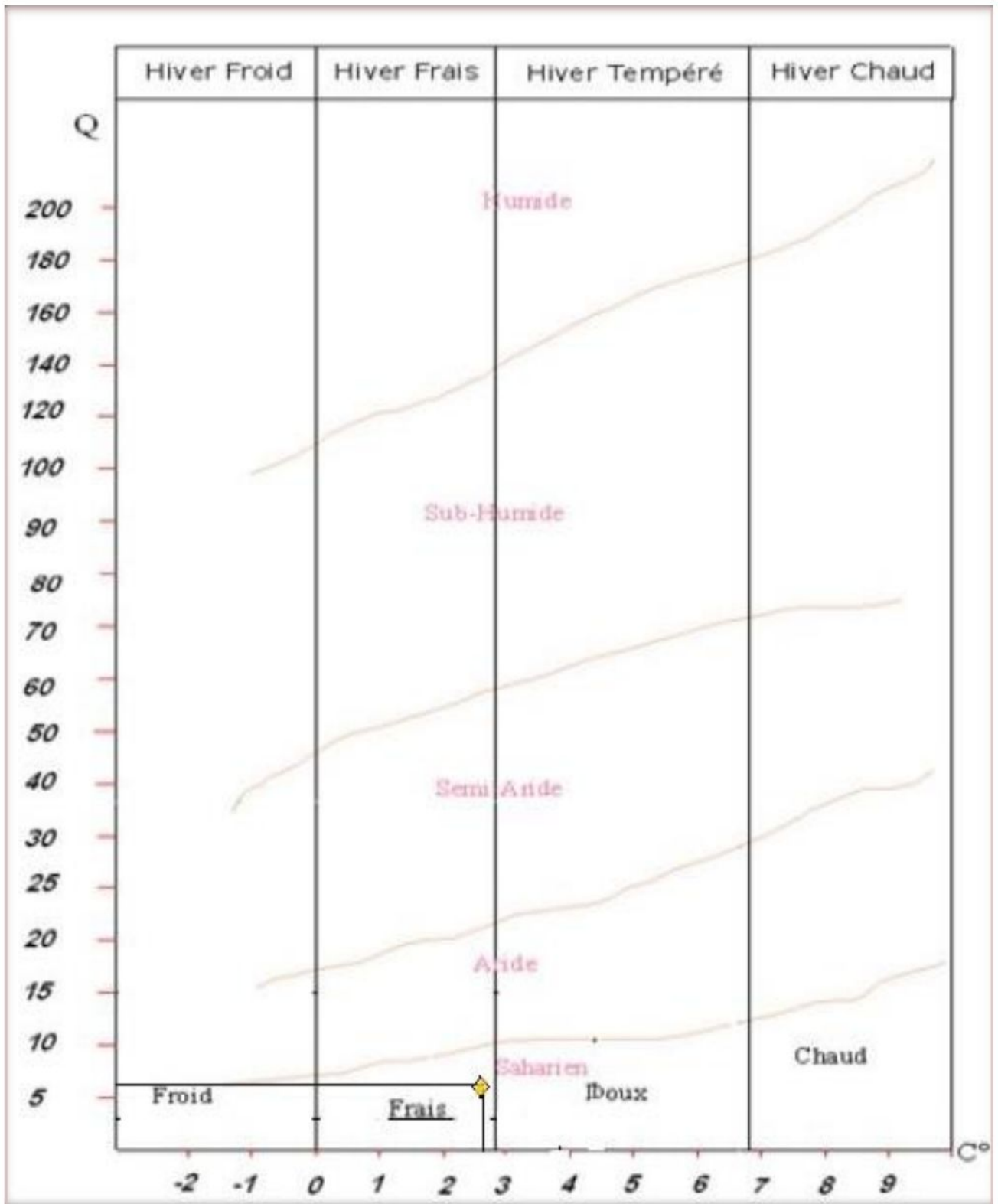


Figure 1.8 : Climagramme d'EMBERGER.

1.6 Situation socio-économique de la région :

Cette analyse concerne la commune Berriane dont une partie de leurs territoires respectifs constitue la zone d'accueil du projet, L'approche consiste à maitre en exergue les conditions de vie et de production des populations concernées.

Le but recherché est de déterminer les déficits, et de cerner donc les besoins de ces populations dans divers domaines (emploi, habitat, santé, raccordement aux réseaux, etc.). La démarche est basée sur l'analyse d'un certain nombre d'indicateurs liés aux aspects démographiques, sociaux et économiques. Concernant ce dernier aspect, une attention particulière sera accordée au secteur de l'agriculture et de l'élevage, étroitement lié aux objectifs de la présente étude. Cette analyse est basée sur des données statistiques fournies par la Direction des Services Agricoles et la Direction de la Programmation et Suivi Budgétaire de la wilaya de Ghardaïa.

1.6.1 Population

Tableau n°09 : Aspects démographiques.

Paramètre	Caractéristique et indicateurs	C. Berriane
Superficie	(Km ²)	2 609,80
Population	Population 2018 (hab.)	38.060
	Taux de croissance annuel (%)	1.64
	Densité de peuplement (hab/Km ²)	14.58
Groupes d'âge	0 – 5 ans	14.89
	6 – 17 ans	25.94
	18 – 59 ans	52.69
	+60 ans	6.48

Source –DPSB Ghardaïa-

Selon Les données du Tableau n°09, La population totale de la commune de Berriane est estimée de plus de 38.060 personnes soit un taux d'accroissement annuel de la commune de l'ordre de 1.64%.

1.5.2 Agriculture

La commune de Berriane possède une Superficie agricole utile de l'ordre de 2 907 ha, Le potentiel agricole dont dispose la commune reste assez importante. En effet, en rapportant la valeur de la SAU à la population totale, on obtient une disponibilité de 1,31 ha/habitant.

La commune de Berriane exploite une large gamme de cultures citées comme suit :

La phoeniculture la surface exploitée s'élève à 673 ha pour une production totale égale à 15894 quintaux de dattes. Cette production est assurée grâce à l'exploitation de 69250 palmiers dont 34077 en rapport. Les variétés exploitées sont par ordre d'importance, Deglet noir (67% du nombre total de palmiers en rapport), autres variétés (17%) et Ghars (16%).

Pour les cultures herbacées conduites en intercalaire avec le palmier dattier (système oasien), la situation en matière de surface et de production se présente comme suit :

- Cultures maraichères : 213 ha pour une production de 23607 quintaux ;
- Céréales : 170 ha pour une production de 6480 quintaux ;
- Cultures industrielles : 154 ha pour une production de 2695 quintaux ;
- Cultures condimentaires : 17 ha pour une production de 493 quintaux ;
- Cultures fourragères : 408 ha pour une production de 69200 quintaux.

En matière d'arboriculture, la commune exploite aussi les agrumes pour une production totale égale à 18640 quintaux.

Concernant la production animale, et en matière de gros élevage, la commune dispose d'un troupeau estimé à 10860 équivalents ovins (en termes d'équivalent ovin, 1 camelin ou 1 bovin égal 4 ovins).

1.6. Conclusion

On peut conclure que notre région d'étude est caractérisée par une période peu pluvieuse commence au mois de septembre jusqu'à avril, avec une moyenne annuelle de 80.59 mm. Et le climat est de type saharien caractérisé par un été chaud avec un hiver froid et sec, par conséquence l'irrigation est indispensable et nécessaire pour toute activité agricole.

Chapitre n°02 :
Ressources en eau et
en sol

CH02. Ressources en eau et en sol

2.1. Introduction

La région du M'zab prélude du Sahara septentrional ; est connue par sa chaleur élevée et ces rares précipitations, caractérisant ainsi le climat aride auquel est soumise. L'eau de surface est très rare, en profondeur elle est en revanche présente et en grande quantité.

Le développement agricole et l'accroissement de la population dans la wilaya de Ghardaïa ont engendré une demande importante en eau. A cet effet, une mobilisation de la ressource en eau par des forages s'est avérée nécessaire.

La nappe du continental intercalaire, depuis sa découverte, est devenue la principale ressource d'eau souterraine dans tout le Sahara. Renfermant une grande réserve d'eau, elle est à l'origine du développement urbain et agricole de la région, la population dépend presque entièrement de ces eaux. D'où s'accroît l'importance de la gestion de ces ressources et également leur protection et leur suivi.

C'est dans ce cadre, que l'ANRH, initiée par l'OSS (Observatoire du Sahara et du Sahel), a lancé un programme de réalisation de 20 piézomètres de surveillance de la nappe à travers le territoire de la wilaya de Ghardaïa (programme 6050ml), pour le suivi et le contrôle de la nappe d'eau souterraine de l'Albien dans la région.

Dans ce chapitre on va présenter une synthèse des résultats sur les ressources en eau, ainsi que les caractéristiques et structure des sols de la région.

2.2. Ressources en sol

La wilaya de Ghardaïa, est située sur les bordures occidentales du bassin sédimentaire secondaire du Bas - Sahara, les terrains affleurant sont en grande partie attribués au Crétacé supérieur, composés principalement par des dépôts calcaires turoniens dolomitiques ; qui forment un plateau sub-horizontale appelé couramment "la dorsale du M'zab".

Du point de vue lithologique, les affleurements sont de type :

- Argiles verdâtres et bariolées à l'Ouest et le Sud-Ouest attribués au Cénomaniens. En grande partie il est couvert par les dunes du grand erg occidental.
- Calcaires massifs durs ; blanc grisâtre au centre, attribués au Turonien.
- Calcaires marneux et argiles gypseuses à l'Est, attribués au Sénonien.
- Sables rougeâtre consolidés à Est et au Nord-Est attribués au Mio-pliocène.
- Alluvions quaternaires tapissant le fond des vallées des oueds.

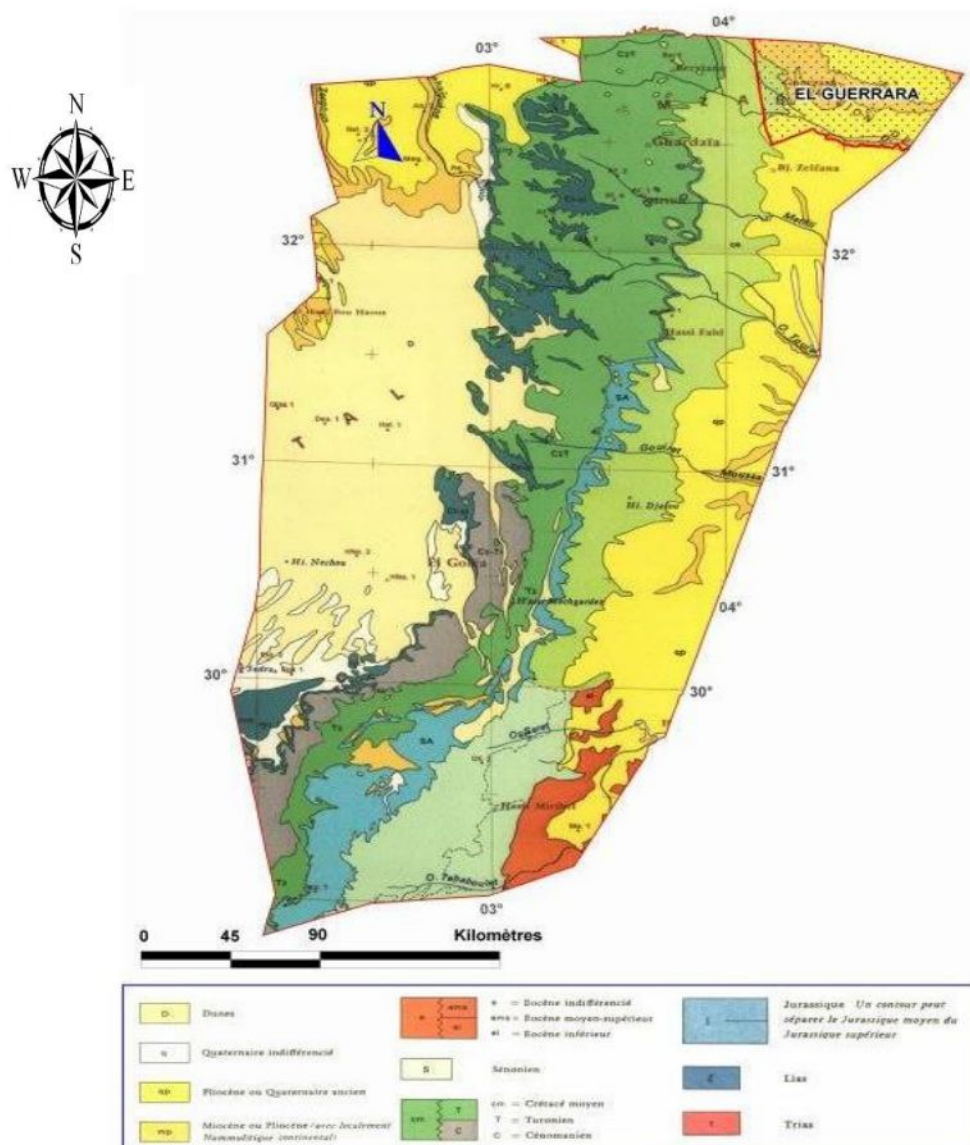


Figure 2.1 : Carte géologique de la ville de Ghardaïa

(extrait modifié de la carte géologique au 1/500000 de l'Algérie) (A.N.R.H., 2010).

2.2.1. Etude pédologique :

A- Introduction :

Le site choisi par la commission technique et ayant pour objet la création du périmètre hydro-agricole TRIBA se localise sur la terrasse de l'oued Laroui, à une vingtaine de kilomètres à l'est du chef lieu de Berriane. Il est limité au sud par la route reliant Berriane à Guerrara.

B- Classification des sols

La pédologie s'intéresse au constituant de terre leur agencement, leurs propriétés physicochimiques, à l'aide de ces données on peut assurer un bon développement végétatif. Notre zone d'étude est caractérisée par une surface topographique plane avec des pentes relativement faibles, et un terrain sablo-limoneux avec un taux de calcaire modéré. La classe de notre sol est peu évoluée.

B.1- Unités pédologiques

Dans cette zone d'étude, quatre unités reconnues homogènes ont été identifiées en fonction de volume et de forme de la charge caillouteuse de surface et le couvert végétal existant. Ces unités ont été étudiées et caractérisées par 30 profils descriptifs. Les sols rencontrés ont été classés de la manière suivante :

- Sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial.
- Sols peu évolués d'apport alluvial.

B.2- Interprétation d'étude pédologique du site

À l'issue de l'étude pédologique du site, nous avons pu délimiter quatre unités de sols numérotées de 1 à 4. Si pour l'unité U1, de part les contraintes qu'elle recèle l'exclu de la mise en valeur, les trois unités restantes sont aptes à la mise en valeur pour peu que certaines opérations préalables soient menées. En effet, en plus des

amendements organiques nécessaires pour améliorer la fertilité des sols, il est recommandé de :

- **Une opération de rootage et épierrage pour le terrain de l'U2.**
- **Une opération d'épierrage en surface pour l'unité de sol U4.**

Ainsi, en plus des travaux de défoncement sus cités, des amendements organo-minéraux sont nécessaires pour améliorer la fertilité de ces sols et donc leur potentiel de production.

Ces amendements doivent être régulier, fractionnés en plusieurs apports pour éviter les lessivages, surtout pour ceux a base d'azote.

Les amendements organiques peuvent se faire tous les deux a trois ans, avant la mise en place des cultures appauvrissantes ; telle que la pomme de terre.

Par contres les amendements calcaires ne sont pas nécessaires, car d'après les constations sur le terrain, les sols en sont bien pourvus.

Par ailleurs, la fertilité des sols, qui influe grandement sur les amendements, doit être suivie périodiquement (tous les 5 ans par exemples) en faisant des analyses chimiques par un organisme habilité.

C- Aptitudes culturales

Les aptitudes culturales qui sont obtenues à partir des normes utilisées par l'ANRH, ont été identifiées en tenant compte des caractéristiques physico-chimiques, telles que la granulométrie, la profondeur du sol, la texture, la structure, le pH (alcalinité), le calcaire actif, la salinité (conductivité électrique), la matière organique et la fertilité chimique.

Ces sols présentent de bonnes aptitudes après correction des contraintes, mais compte tenu de la fragilité du milieu et des contraintes liées au climat, le choix doit être orienté vers des cultures maraîchères en irrigué telles que : la pomme de terre, les tomates, la carotte, l'oignon, ail, melon, pastèque, etc., avec l'intégration des cultures céréalières et fourragères et d'espèces arboricoles rustiques. Ces aptitudes culturales sont représentées dans le tableau ci-après :

Tableau n°10 : Aptitude culturale en irrigué.

Désignation		Aptitude culturale		
Type de sol	Contrainte	bonne	moyenne	mauvaise
Sols peu évolués d'apport colluvio-alluvial	Charge caillouteuse importante, Profondeur faible, Fertilité médiocre.		Oignon, pomme de terre, carotte, haricot, concombre..	Cultures arboricoles.
Sols peu évolués d'apport alluvial	Charge caillouteuse moyenne, Profondeur moyenne.	bersim, sorgho, mais, fétuque, vesce-avoine, ray-grass, blé dur, blé tendre, orge.	Cultures maraichères, Palmier dattier, olivier, vigne, agrumes, grenadier, figuier, arachides et la luzerne.	

2.3. Ressources en eau souterraines

Les principales ressources en eau de la wilaya sont d'origine souterraine. Elles sont contenues dans deux types d'aquifères ; les nappes phréatiques superficielles d'Infero flux (phréatique), et la nappe profonde captive du Continental Intercalaire dite albiénne.



Figure 2.2 : Domaine du SASS (Système Aquifère du Sahara Septentrional)

2.3.1. La nappe du Complexe Terminal (CT) :

Elle est abritée dans les alluvions des vallées des oueds de la région. L'alimentation et le comportement hydrogéologique sont étroitement liés à la pluviométrie. La profondeur du niveau d'eau varie entre 10 et 30m.

Ces nappes sont captées par des centaines de puits traditionnels, et destinées essentiellement, pour irriguer les palmeraies des vallées.

La qualité chimique des eaux de la nappe de l'oued M'zab et oued Metlili, est bonne à la consommation à l'amont, mauvaise et impropre à la consommation à l'aval suite à leur contamination par les eaux urbaines.

2.3.2 La nappe du Continental Intercalaire (CI) :

Elle représente la principale ressource en eau de la région. L'aquifère est composé de sables, grés et d'argiles sableuses d'âge Albien. Selon la région, elle est captée à une profondeur allant de 80 à 1000m.

Suivant l'altitude de la zone et la variation de l'épaisseur des formations postérieures au CI, elle est jaillissante et admet des pressions en tête d'ouvrage de captage dans les zones de Zelfana, Guerrara, Hassi Fhel et Hassi Gara, exploitée par pompage à des profondeurs variant de 0,5m à 140m dans les zones de Ghardaïa, Metlili, Berriane, Sebseb, Mansourah et certaines régions d'El Menia.

2.4. Mobilisation des eaux souterraines

Afin d'assurer une mobilisation durable des eaux pour le périmètre projeté, les ressources souterraines de l'aquifère du continental intercalaire de la nappe Albienne reste l'unique et l'essentielle source à exploiter, Cette nappe est un facteur déterminant pour l'agriculture dans toute la région d'étude.

L'exploitation de la nappe albienne ce fait par captage à partir d'un forage dont la profondeur du sondage atteint les 500 m, les potentialités hydrauliques à assurer par les forages dans cette région arrivent à garantir un débit plus de **50 l /s**, cette mesure reste comme référence pour nos prochains calculs hydrauliques.

2.5. Qualité de l'eau d'irrigation

En se basant sur la classification américaine des eaux d'irrigation basée sur les deux paramètres suivants :

2.5.1. La conductivité électrique

Les principaux sels responsables de la salinité de l'eau sont les sels de calcium, magnésium, sodium, les chlorures, les sulfates et les bicarbonates.

La salinité peut se mesurer de deux façons, soit par la matière dissoute totales qui s'exprimé en mg/l ou plus couramment par la conductivité électrique.

D'après DURAND (1958), ce caractère permet de déterminer cinq classes d'eau d'après la relation entre la conductivité électrique à 25°C de l'eau et le change de salinisation du sol.

→ C1 : CE < 0,250 ds/m	eau non saline. Risque faible
→ C2 : 0,250 < CE < 0.75 ds/m	eau à salinité moyenne. Risque moyenne
→ C3 : 0,75 < CE < 2.25 ds/m	eau à fort salinité. Risque élevé
→ C4 : 2,25 < CE < 5 ds/m	eau à très fort salinité. Risque très élevé.

2.5.2. Sodicité et Alcalinisation SAR

Le SAR permettant d'estimer le degré de saturation du complexe d'échange cationique en ion Sodium, Sa formule est la suivante :

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \quad (2.1)$$

- Na : Sodium en mg équiv/l
- Ca : Calcium en mg équiv/l
- Mg : Magnésium en mg équiv/l

Pour notre cas : SAR = 1.32 meq/l.

Nous pouvons distinguer quatre classes de danger d'alcalinisation comme suit :

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

Classe	S.A.R.	Danger d'alcalinisation
S1	$SAR \leq 10$	Risque faible
S2	$10 < SAR \leq 18$	Risque moyen
S3	$18 < SAR \leq 26$	Risque élevé
S4	$SAR > 26$	Risque très élevé

2.5.3. Interprétation

Puisque l'eau de la nappe Albien dans notre forage à un **SAR de 1.32meq/l** et une conductivité électrique de **0.43 mmhos/cm** (salinité moyenne), nous pouvons conclure que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un degré d'alcalinité faible (**C2 - S1**) d'où un risque moyen de salinité. Ci-dessous la figure représente le diagramme de classification des eaux d'irrigation.

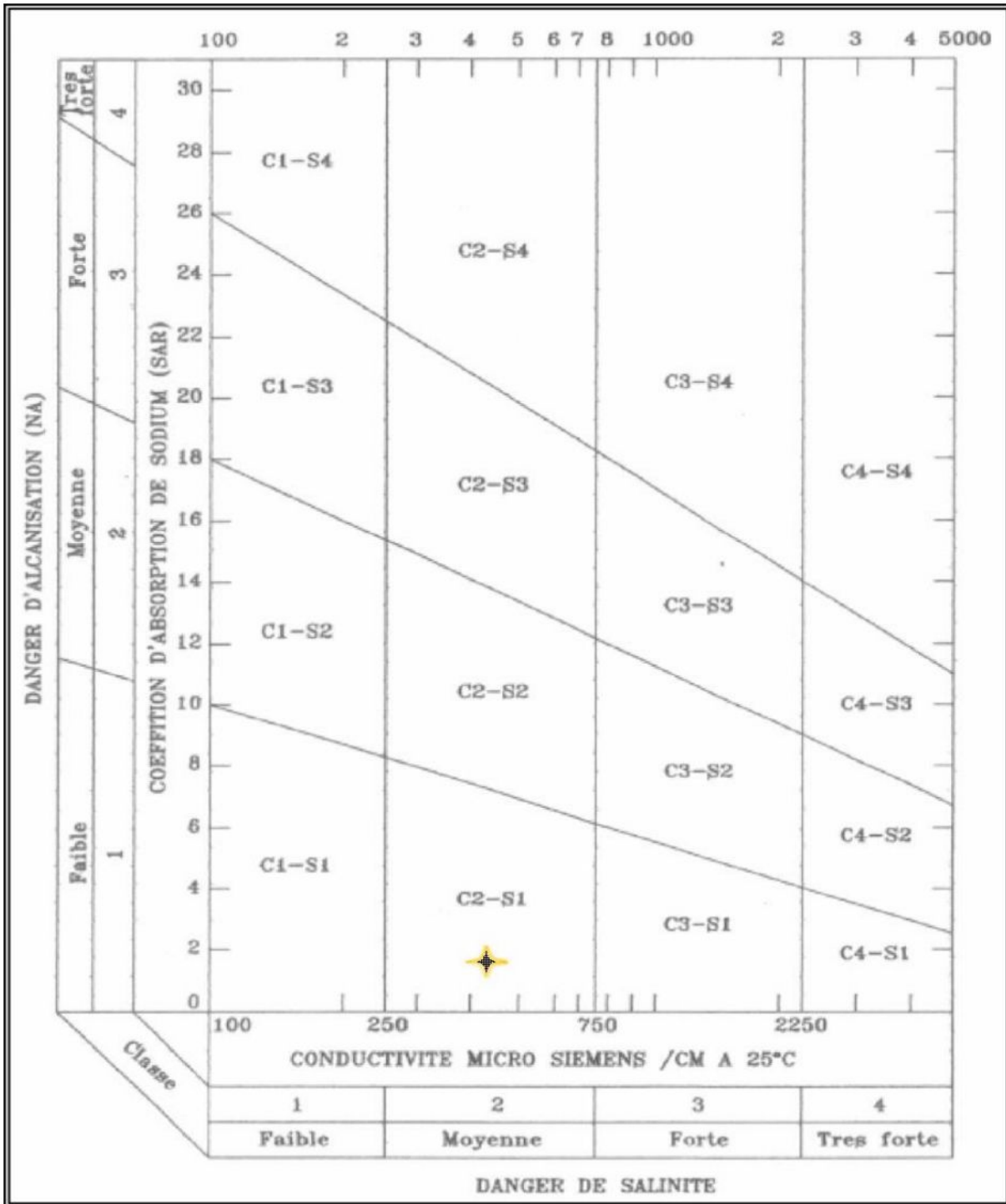


Figure 2.3 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

2.6. Conclusion

Dans l'analyse des ressources en sol, et à l'aide des données lithologiques de la région du périmètre TRIBA -Oued Laroui- on a pu déterminer et classier les sols en fonction de leurs caractéristiques morphologique et physico chimique.

Ensuite, et d'après l'analyse des ressources en eau à partir les forages, nous avons déduit que notre eau est caractérisée par une salinité moyenne avec un degré d'alcalinité faible, appartient à la classe **C2, S1** d'où un risque moyen de salinité.

Enfin, nous avons fait une étude hydrologique de la série pluviométrique qui nous a permis de déduire les pluies mensuelles de l'année de calcul, ceci est nécessaire au calcul des besoins en eau afin de mener à bien notre travail.

Chapitre n°03 :
Evaluation des besoins
en eau des cultures

CH03. Evaluation les besoins en eau des cultures

3.1. Introduction

Dans une région aride comme la région du projet la nécessité de l'extrême optimisation de l'exploitation de l'eau, est considérée comme un facteur imposant. Cette certitude est très admise dans le cas d'une insuffisance des apports d'eau des sources existants, car la surface totale à irriguer est plus important par rapport aux aptitudes des sources existantes. Cette situation nous est imposée de recourir à des choix rigoureux, afin d'aboutir au réseau d'irrigation le plus fiable et le mode de gestion le plus équitable.

A ce propos, l'option pour le système d'irrigation localisée à l'intérieur des parcelles, est le plus approprié aux cultures durablement fixées (vignoble - agrumes - palmier dattier- et autres variétés d'arbres fruitiers).

Pour les cultures maraîchères et fourragères, le système d'irrigation par aspersion est considéré comme étant le plus efficace. Il permet d'assurer une répartition homogène des eaux sur la surface cultivée.

3.2. Les besoins en eau des cultures

On évalue les besoins en eau des cultures sous le terme d'évapotranspiration qui est une perte d'eau, sous forme de vapeur et qui comprend l'évaporation du sol et la transpiration de la culture.

Les quantités d'eau transpirées quotidiennement sont voisines de celles qui sont absorbées par les racines ; une faible partie est stockée dans la plante et une très faible partie est utilisée pour la croissance, la formation des fruits et des graines, et seulement 1/100ème du volume d'eau absorbé par les racines pendant la journée est utilisé pour la photosynthèse.

3.2.1. L'évapotranspiration

Pour calculer l' ET_0 de la région d'étude, la formule empirique la plus adaptée à ces conditions, est la formule de **PENMAN modifiée**. Universellement, elle est l'une de celles qui donnent les meilleures estimations de l' ET_0 . Cependant cette formule est dépendante des paramètres suivants : L'humidité, rayonnement global(RG), vitesse du vent, température, latitude et ensoleillement.

$$ET_0 = C*[W + Rn + (1-W) * F(u) + (E - ea)] \quad (3.1)$$

Avec :

ETP : Evapotranspiration de référence, exprimée en mm/j.

W : Coefficient de pondération qui tient compte de l'effet du rayonnement sur l'ETP, il est lié à la température et à l'altitude.

C : Coefficient d'ajustement.

Rn : Rayonnement net qui représente la différence entre le rayonnement descendant et le rayonnement ascendant.

F(u) : Paramètre lié au vent, il dépend du parcours total du vent en km/j.

E-ea : Le coefficient de pression de vapeur, il représente la différence entre la pression de vapeur moyenne (E) et la pression de vapeur réelle (ea).

3.2.2. Evapotranspiration maximale ou de culture (ETc)

C'est la valeur maximale de l'évapotranspiration d'une culture exempte de maladies, poussant dans un champ jouissant de conditions agronomiques, pédologiques, et climatiques optimales, suivant un stade végétatif donné.

L'évapotranspiration maximale d'une culture est donnée par l'expression ci-dessous :

$$ETc = Kc * ET_0 \quad (3.2)$$

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

Dans le tableau suivant, nous présentons l'évapotranspiration de référence ET_0 calculé à l'aide du logiciel **CROPWAT** :

Tableau n°12: ET_0 mensuel par Penman-Monteith station Ghardaïa

Country	Algeria		Station	Ghardaia			
Altitude	468	m.	Latitude	32.24	°N	Longitude	3.48 °E
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ET_0
	°C	°C	%	m/s	hours	MJ/m ² /day	mm/month
January	2.8	18.1	54	3.5	8.1	13.0	89.88
February	5.1	20.3	45	3.7	8.5	15.8	109.44
March	9.1	23.2	40	4.2	8.8	19.1	164.89
April	10.9	28.6	34	4.6	10.2	23.6	220.98
May	19.1	34.4	29	4.4	11.1	26.3	287.64
June	25.3	40.1	25	4.2	11.4	27.1	325.45
July	28.8	43.4	22	3.5	10.8	25.9	333.12
August	26.1	41.3	24	3.6	10.7	24.7	314.85
September	23.2	37.6	34	3.2	9.3	20.5	236.23
October	16.1	30.5	44	3.0	8.9	17.0	169.47
November	8.5	23.8	52	3.2	8.1	13.4	112.56
December	3.8	18.3	56	3.4	7.4	11.5	85.94
Average	14.9	30.0	38	3.7	9.4	19.8	2450.47

3.2.3. Calcul des pluies efficaces (P_{eff})

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

Ces pertes sont estimées de 20 % de la pluie tombée. Il existe plusieurs méthodes pour calculer P_{eff} . Dans ce travail, on distingue deux cas :

- $P_{eff} = 0$: pour les mois ou la pluie ne dépasse pas les 5mm.
- $P_{eff} = 0.8 \cdot P$: dans les autres cas.

Tableau n°13: Les pluies efficaces pour chaque mois (mm)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mrc	Avr	Mai	Juin	Jul	Aout
$P_{moy\ 80\%}$	10.84	4.42	3.95	3.6	7.52	2.12	5.35	4.19	1.24	2.42	0.42	1.42
P_{eff}	8.67	0	0	0	6.02	0	4.28	0	0	0	0	0

Avec ces pluies la $RFU_{réel} = 0$, et donc les besoins des cultures égale à ETM.

3.3. Besoins en eau d'irrigation

Les besoins en eau d'irrigation sont définis comme étant le volume d'eau nécessaire pour compenser le déficit entre d'une part l'évaporation potentielle et d'autre part les pluies efficaces pendant la période de croissance des cultures et le changement dans la teneur en eau du sol. Elle varie considérablement en fonction des conditions climatiques, des saisons, des cultures et des types de sol.

Les besoins en eau mensuels sont déterminés par le bilan hydrique suivant :

$$B = ETP - (P_{eff} + RFU) \quad (3.3)$$

Avec :

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

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

P_{eff} : est la pluie efficace (mm/mois).

RFU : Réserve facilement utilisable qui représente l'humidité du sol du mois

On a : $RFU = (H_{cc} - H_{pf}) Y * D_a * Z$

Avec :

H_{cc} : humidité à la capacité au champ.

H_{pf} : humidité au point de flétrissement.

Y : degré de tarissement. (1/3)

D_a : densité apparente. (=1.35)

Z : profondeur d'enracinement mm.

Puisque on a un sol Sablo-limoneuse et selon la référence bulletin FAO d'irrigation et drainage ; On prend les valeurs suivantes : $H_{cc}=14\%$ et $H_{pf}=6\%$.

3.3.1. Occupation des sols et choix des cultures

Le choix des cultures à mettre en place doit répondre aux critères suivants :

- Les conditions climatiques de la région étudiée
- La qualité et disponibilité de l'eau d'irrigation
- L'aptitude culturale des sols basée sur l'étude pédologique
- Des disponibilités des moyens de production
- De la demande commerciale traduisant les profils des agriculteurs

a. Cultures proposées

Tableau n°14: Occupation en sol

Culture	Surface (ha)	Pourcentage (%)
Palmier	15	10
Olivier	15	10
Pomme de terre	45	30
Oignon	37.5	25
Haricot	37.5	25
Totale	150	100

Remarque : Les cultures sont en plein champs si c'est en strate par exemple : palmier en dessous arboriculture et en dessous les cultures maraichères, par conséquence l'ETP changera.

b. Cycle végétatif des cultures et les profondeurs d'enracinement

Tableau n°15 : Cycle végétatif et profondeurs Z(m) des cultures

Culture	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mrc	Avr	Mai	Juin	Jul	Aout
Palmier	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Olivier	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Pomme de terre	0.4	0.6	0.6	0.6								
Oignon					0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5		
Haricot	0.7	0.7							0.4	0.5	0.5	0.7

3.3.2. Calcul des besoins en eau des cultures

Les besoins sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau n°16 : Besoins en eau du Palmier

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	MAI	JUN	JUL	AOUT
Peff	8,67	3,54	3,16	2,88	6,02	1,7	4,28	3,35	1	1,9	0,34	1,14
ET0(mm/mois)	236,23	169,47	112,56	85,94	89,88	109,44	164,89	220,98	287,64	325,45	333,12	314,85
Kc 0	0,95	0,95	0,95	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ETM	224,42	161	106,93	85,94	89,88	109,44	164,89	220,98	287,64	325,45	333,12	314,85
Z(m)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
RFU	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
RFU réelle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bnet(mm)	224,42	161	106,93	85,94	89,88	109,44	164,89	220,98	287,64	325,45	333,12	314,85
Bnet(m3)	2244,2	1610	1069,3	859,4	898,8	1094,4	1648,9	2209,8	2876,4	3254,5	3331,2	3148,5
Bbrut(m3)	2992,27	2146,67	1425,7	1145,87	1198,4	1459,2	2198,53	2946,4	3835,2	4339,3	4441,6	4198

Tableau n°17 : Besoins en eau d'Olivier

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	MAI	JUN	JUL	AOUT
Peff	8,67	3,54	3,16	2,88	6,02	1,7	4,28	3,35	1	1,9	0,34	1,14
ET0(mm/mois)	236,23	169,47	112,56	85,94	89,88	109,44	164,89	220,98	287,64	325,45	333,12	314,85
Kc 0	0,85	0,85	0,75	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,8	0,85	0,85
ETM	200,79	144,049	84,42	55,86	58,42	71,1	107,17	143,6	186,9	260,36	283,152	267,6225
Z(m)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
RFU	94,068	94,068	94,068	94,068	94,068	94,068	94,068	94,068	94,068	94,068	94,068	94,068
RFU réelle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bnet(mm)	192,12	140,50	49,58	21,30	20,72	37,75	102,89	140,28	185,96	258,46	282,81	266,48
Bnet(m3)	1921,25	1405,09	495,8	213,01	207,22	377,56	1028,98	1402,8	1859,6	2584,6	2828,1	2664,8
Bbrut(m3)	2561,67	1873,46	661,06	284,01	276,29	503,41	1371,98	1870,49	2479,54	3446,13	3770,82	3553,1

Tableau n°18 : Besoins en eau de Pomme de terre

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	MAI	JUN	JUL	AOUT
Peff	8,67	3,54	3,16	2,88	6,02	1,7	4,28	3,35	1	1,9	0,34	1,14
ET0(mm/mois)	236,23	169,47	112,56	85,94	89,88	109,44	164,89	220,98	287,64	325,45	333,12	314,85
Kc 0	0,5	0,7	1	0,75								
ETM	118,115	118,629	112,56	64,455								
Z(m)	0,4	0,6	0,6	0,6								
RFU	28,944	43,416	43,416	43,416								
RFU réelle	0	0	0	0								
Bnet(mm)	109,445	115,089	109,4	29,895								
Bnet(m3)	1094,45	1150,89	1094	298,95								
Bbrut(m3)	1459,3	1534,52	1458,7	398,6								

Tableau n°19 : Besoins en eau d'Oignon

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	MAI	JUN	JUL	AOUT
Peff	8,67	3,54	3,16	2,88	6,02	1,7	4,28	3,35	1	1,9	0,34	1,14
ET0(mm/mois)	236,23	169,47	112,56	85,94	89,88	109,44	164,89	220,98	287,64	325,45	333,12	314,85
Kc 0					0,4	0,6	0,75	0,8	0,9	0,85		
ETM					35,952	65,664	123,6675	176,784	258,876	276,6325		
Z(m)					0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5		
RFU					7,236	14,472	21,708	28,944	36,18	36,18		
RFU réelle					0	0	0	0	0	0		
Bnet(mm)					29,93	63,96	119,38	173,43	257,87	274,73		
Bnet(m3)					299,32	639,64	1193,87	1734,34	2578,76	2747,32		
Bbrut(m3)					399,09	852,85	1591,83	2312,45	3438,34	3663,1		

Tableau n°20 : Besoins en eau du Haricot

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	MAI	JUN	JUL	AOUT
Peff	8,67	3,54	3,16	2,88	6,02	1,7	4,28	3,35	1	1,9	0,34	1,14
ET0(mm/mois)	236,23	169,47	112,56	85,94	89,88	109,44	164,89	220,98	287,64	325,45	333,12	314,85
Kc 0	0,9	0,85							0,4	0,5	0,65	1
ETM	212,6	144,05							115,05	162,72	216,52	314,85
Z(m)	0,7	0,7							0,4	0,5	0,5	0,7
RFU	50,65	50,65							28,94	36,18	36,18	50,65
RFU réelle	0	0							0	0	0	0
Bnet(mm)	203,93	140,51							114,05	160,82	216,18	313,71
Bnet(m3)	2039,37	1405,09							1140,56	1608,25	2161,88	3137,1
Bbrut(m3)	2719,16	1873,46							1520,74	2144,3	2882,5	4182,8

3.3.3. Evaluation du débit spécifique

Les débits spécifiques de chaque culture sont déterminés d'après les besoins en eau évalués précédemment à partir de la répartition culturale. La dose d'arrosage de la consommation de pointe est donnée sous forme de débit permanent fourni 24h/24 afin d'assurer les besoins de la consommation mensuelle. Le débit spécifique est calculé comme suit :

$$q_s = \frac{B_{net} * 10 * 1000}{N_j * N_i * 3600 * E_i} (l/s/ha) \quad (3.4)$$

Avec :

- Bnet : Besoin net du mois de pointe en (mm/mois)
- Ni : Nombre des heures d'irrigation = 24h
- Nj : Nombre de jours du mois de pointe = 30 jours
- Ei : Efficience d'irrigation = 75%

D'où les besoins de pointe correspondent au mois de Juin, avec un besoin de 1315.85mm, càd $q_s = 5.07$ l/s/ha.

Il y'a un risque de surdimensionnement. Pour y remédier, nous prenons le débit spécifique de la culture la plus exigeante pour le mois de pointe, nous avons le Palmier avec 292.90 mm de besoins.

$$q_s = 1.46 \text{ l/s/ha} < 1.5$$

Alors, la condition est vérifiée

3.3.4. Evaluation du débit caractéristique

Le débit caractéristique permet de définir le débit que le système d'irrigation doit véhiculer pour répondre à la demande en eau des cultures ; il est déterminé selon la formule suivante :

$$Q_C = q_s * S \quad (3.5)$$

- q_s : Débit spécifique de mois de pointe en (l/s/ha)
- S : La superficie nette à irriguer = 150 ha

$$Q_c = 1.46 * 150 = 219 \text{ l/s}$$

3.3.5. Estimation des volumes d'eau d'irrigation

L'estimation des volumes d'eau d'irrigation permet de prévoir les volumes d'eau stockés dans la retenue et d'effectuer un meilleur calendrier d'arrosage.

Le volume des besoins en eau = le besoin de la culture (mm) * la surface de la culture

Le volume des besoins en eau de notre périmètre est présenté dans le tableau n°23 :

Tableau n°21 : Les besoins en eau totaux

Culture	Superficie (ha)	B _{net} (mm)	B _{brut} (m ³ /ha)	B _{brut} (m ³) totale
Palmier	15	2424.54	32327.2	969816
Olivier	15	1698.9	22652	679560
Pomme de terre	45	363.83	4851.05	218297.4
Oignon	37.5	919.32	12257.7	275797.8
Haricot	37.5	1149.23	15323	344767.65
Totale	150	6249.52	104520.2	1779679.15

Le volume nécessaire pour les cultures est de **1.779.679,15 m³**, durant toute la période végétative.

3.4. Conclusion

Nous avons choisi les cultures à implanter dans notre périmètre et déterminé leurs besoins en eau, ce qui nous a permis de calculer le débit spécifique $qs=1.46 \text{ l/s/ha}$ et un volume total des besoins de **1.78 Hm³**.

Les forages prévus pour les trois sous périmètres sont des forages albiens, leur profondeur atteints environ les 500 ml. L'apport d'eau estimé pour ces forages est de 50 l/s pour trois forages, Alors ce projet d'irrigation est faisable car on peut déduire un volume qui est suffisant de **3.15 Hm³**.

Chapitre n°04 :
Dimensionnement du
réseau d'irrigation

CH04. Dimensionnement du réseau d'irrigation

4.1. Introduction

Ce chapitre porte sur le système d'adduction. Nos perspectives pour les choix qui peuvent être réalisés dans le terrain sont basées sur des aspects théoriques et pratiques, tel que les paramètres nécessaires à la conception d'un projet d'irrigation, (type de réseau à installer, mesures hydrauliques des débits et des pressions, mode de gestion à appliquer), et les paramètres liés aux exigences du terrain (type de relief, voies techniques, forme du parcellaire...).

Selon ce qui précède, nos variantes dépendent des découpages parcellaires qui sont officiellement attribués administrativement, nous devons développer des conceptions correspondent à la composition de ces parcellaires avec la possibilité d'un léger changement dans le but de trouver des solutions améliorées techniquement et économiquement.

4.2. Organisation et structure du périmètre

L'organisation du périmètre est la première contrainte dans l'aménagement d'un périmètre d'irrigation. Le périmètre est organisé en un seul secteur et divisé en plusieurs îlots.

4.2.1. Îlots et bornes d'irrigation

L'organisation d'un périmètre se fait à l'aide des îlots. Ce sont les plus petites entités hydro-agricoles desservies par une borne d'irrigation. Généralement, on admet que l'implantation des bornes pour les zones de petites et moyennes exploitations doit répondre aux critères suivants :

- Une prise par îlot d'exploitations
- Quatre (04) prises maximum sur une même borne
- Bornes implantées en limites d'îlots ou au centre pour les grands îlots

4.2.2 Rôle et fonction de la borne d'irrigation

Chaque îlot est alimenté par une borne d'irrigation. Cette dernière comporte une ou plusieurs prises suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément. Chaque borne et chaque sortie doit assurer toutes les fonctions d'une prise tel que :

- Régler le débit, ou plus exactement le limiter au débit de l'îlot
- Régler la pression
- Encaisser les suppressions accidentelles
- Compter les volumes distribués par la prise

4.2.3 Calcul hydraulique aux bornes

Le débit de chaque borne pouvant desservir un îlot est calculé comme suit :

$$Q_b = q_s \cdot S_i \quad (4.1)$$

Avec :

- Q_b : Débit de chaque îlot (l/s)
- q_s : Débit spécifique (l/s/ha)
- S_i : Superficie de l'îlot (ha)

a. Choix du diamètre et du type des bornes

Le choix du type de borne dépend de la surface de l'îlot et du nombre de parcelles. Généralement, on admet :

- Pour les îlots ayant un nombre de parcelles entre [4 -8], et dont la superficie est inférieure à 15ha, nous prenons la borne à quatre prises (borne de type A4)
- Pour les îlots ayant deux parcelles et dont la superficie est inférieure à 15ha, nous prenons la borne à deux prises (borne de type A2)
- Pour les îlots ayant deux parcelles et dont la superficie dépasse 15ha, nous prenons la borne à deux prises (borne de type B)
- Pour les grands îlots ($S > 50$ ha), nous prévoyons des bornes de type C

Le tableau suivant présente les types de bornes en fonction de superficie d'îlots.

Tableau n°22 : Type des bornes en fonction de débit des îlots

Type	Débit fourni (m ³ /h)	Entrée	Sortie (prise)
Type A2	$Q < 40$	1 Entrée Ø 80 ;100	2 Sortie Ø 65
Type A4	$Q < 40$	2 Entrée Ø 80 ;100	4 Sortie Ø 65
Type B	$40 < Q < 80$	2 Entrée Ø 80 ;100 ;125	2 Sortie Ø 100
Type C	$80 < Q$	2 Entrée Ø 80 ;100 ;125	1 Sortie Ø 150

Le calcul des débits et le choix du type de borne sont détaillées dans le tableau suivant :

Tableau n°23 : Le débit des îlots et choix du type de bornes

N° d'îlots	Superficie (ha)	Débit d' îlot (l/s)	Type de borne
01	8	11.68	A4 -2 Entrée Ø100
02	8	11.68	A4 -2 Entrée Ø100
03	8	11.68	A4 -2 Entrée Ø100
04	8	11.68	A4 -2 Entrée Ø100
05	8	11.68	A4 -2 Entrée Ø100
06	10	14.6	A4 -2 Entrée Ø100
07	10	14.6	A4 -2 Entrée Ø100
08	8	11.68	A4 -2 Entrée Ø100
09	8	11.68	A4 -2 Entrée Ø100
10	8	11.68	A4 -2 Entrée Ø100
11	8	11.68	A4 -2 Entrée Ø100
12	8	11.68	A4 -2 Entrée Ø100
13	6	8.76	A2 - Entrée Ø100

Suite du Tableau n°23

N° d'îlots	Superficie (ha)	Débit d' îlot (l/s)	Type de borne
14	8	11.68	A4 -2 Entrée Ø100
15	6	8.76	A2 - Entrée Ø100
16	8	11.68	A4 -2 Entrée Ø100
17	8	11.68	A4 -2 Entrée Ø100
18	8	11.68	A4 -2 Entrée Ø100
19	6	8.76	A2 - Entrée Ø100

4.3. Description de l'aménagement du périmètre

Il est nécessaire d'étudier les variantes d'aménagement d'un périmètre d'irrigation qui conditionnent le système d'adduction et de distribution, ceci en fonction de la disponibilité de la source d'eau. Nous choisissons la variante adéquate pour alimenter notre périmètre.

a. La variante 01

La variante 01 est celle du réseau gravitaire sans pompage. Une conduite enterrée en PEHD part du réservoir vers le réseau d'irrigation, qui alimente le périmètre. Cette variante a été écartée du fait des conditions topographiques et des faibles pressions obtenues.

b. La variante 02

La variante 02 consiste à alimenter le périmètre à partir d'un pompage de la conduite sortent du réservoir et qui alimente le réseau, afin de garantir les pressions adéquates (généralement à 2 bars) au niveau des bornes. Ci-dessous, la figure qui schématise la variante d'irrigation choisie :

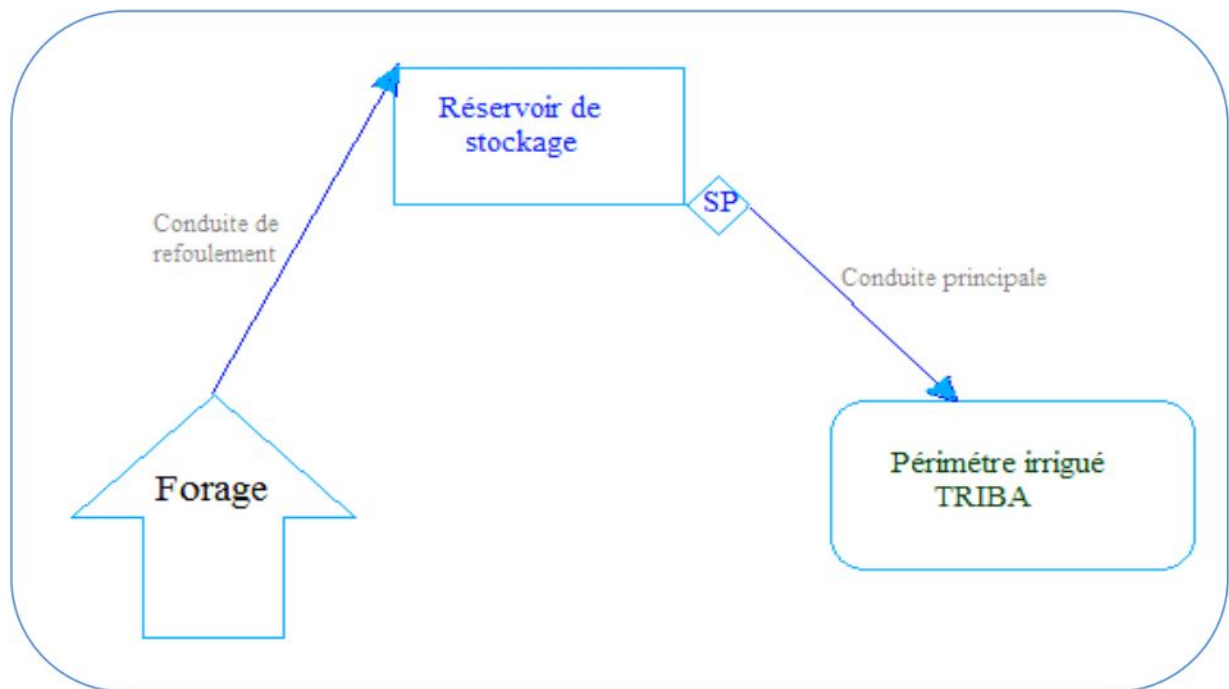


Figure 4.1: Schéma de la variante d'irrigation sous pression

c. Choix de la variante

La variante d'adduction retenue pour l'irrigation du périmètre TRIBA à partir des trois forages est la variante 02. Elle répond aux conditions hydrauliques de desserte du périmètre d'irrigation en présentant une meilleure gestion d'exploitation.

4.4. Dimensionnement du réseau d'adduction

Le dimensionnement suivant est projeté selon les paramètres hydrauliques et les conditions de terraines du sous périmètre n°02 afin d'assurer le bon fonctionnement du réseau d'irrigation.

a. Données du calcul

- Niveau de la station de pompage = 516m
- Débit du pompe : $Q_{sp} = Q_c = 73 \text{ l/s}$
- Niveau du borne le plus défavorable = 499m
- Pression nécessaire au borne d'irrigation = 22 m

b. Détermination de la hauteur d'élévation calculée

La hauteur d'élévation se calcule comme suit :

$$H = H_g + \Delta H + P_b \quad (4.2)$$

Avec :

- H_g : Hauteur géométrique (m)
- ΔH : Pertes de charge totales (m)
- P_b : Pression nécessaire au borne = 22m

c. Calcul des diamètres

Le calcul des diamètres se fait par l'application de la formule de " LABYE ". Cette application nous donne une approximation du diamètre économique qui sera normalisée.

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V_{ad}}} 1000 \quad (4.3)$$

- Q : Débit exprimé en m^3/s
- D : Diamètre exprimé en mm
- V_{ad} : Vitesse admissible = 1.5m/s

d. Estimation des pertes de charge

Les pertes de charge ont été définies par la formule de Williams-Hazan suivante :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{CH} \right)^{1.852} * \frac{L}{D^{4.87}} Q^{1.852} * C \quad (4.4)$$

- L : La longueur de la conduite
- Q : Débit (m³/s)
- D : Diamètre intérieur de la canalisation (m)
- CH = 150(PE)
- C = 1.15, on ajoute 15% des pertes de charge singulières

E. Puissance absorbée par la pompe

C'est la puissance fournie par la pompe. Elle est définie comme suit :

$$P = \frac{\rho g * Q * HMT}{\eta} \quad (4.5)$$

- η : Rendement de la pompe en (%) ($\eta = 80\%$)
- Q : Débit refoulé par la pompe en (m³/s)
- g : Pesanteur (9.81m/s²)
- ρ : Masse volumique de l'eau (kg/m³)

F. Energie consommée par la pompe

$$E = P * t * 365 \text{ [KWh]} \quad (4.6)$$

Avec :

- t : Temps de pompage par jour en (heure) ; dans notre cas t = 22h
- P : Puissance de la pompe en (kW)

4.5. Choix des pompes et nombre des pompes

Les Critères du choix du nombre de pompes sont les suivants :

- Nombre minimal de pompes
- Puissance absorbée minimale
- (NPSH) r minimal
- Meilleur rendement

D'après les données recueillies et le choix du diamètre économique, nous avons :

- Le débit de réseau qui est de 73 l/s
- La hauteur manométrique totale nécessaire à l'adduction elle est de 50m

Dans notre cas, nous avons utilisé le logiciel CAPRARI pour le choix du type et du nombre des pompes. Après la comparaison entre les caractéristiques de différentes variantes de pompe, nous choisissons la variante de 01 pompe (+1 pompes de secours) qui portent les caractéristiques suivantes représentées dans la figure suivant :

1. Rendement 77.7%
2. Puissance absorbée 44.7 Kw
3. NPSHr minimal 5.3 m

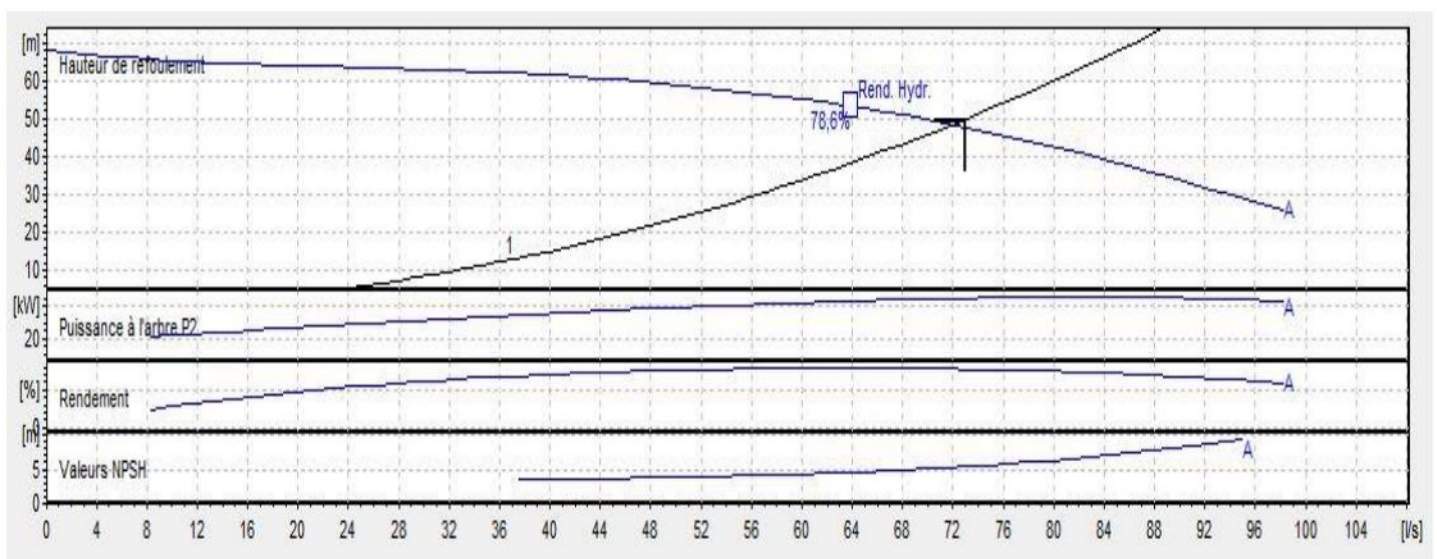


Figure4.2 : Courbe caractéristique de la pompe (CAPRARI).

4.6. Protection contre la cavitation

La cavitation fait référence à la perturbation de l'écoulement du liquide uniquement à l'entrée de la pompe en fonctionnement, qui se produit à une température constante, et la pression absolue est inférieure ou égale à la pression de la vapeur d'eau. La condition suivante doit être vérifiée :

$$(NPSH)_r < (NPSH)_d$$

- (NPSH)_r : Charge nette d'aspiration requise, elle est fournie par le constructeur
- (NPSH)_d : Charge nette d'aspiration disponible, elle est fournie par l'installateur

La relation qui permet de calculer le NPSH_d est la suivante :

$$NPSH_d = \frac{P_a}{\rho g} - ZE - \Delta H_a - \frac{P_v}{\rho g} \quad (4.7)$$

Avec :

-- $P_a/\rho g$: en mce, la hauteur de pression atmosphérique locale, en fonction de la côte de l'emplacement de la station de pompage. Dans notre cas, la station de pompage est sur la côte de 516m, on pose : $P_a/\rho g = 9.7$

Tableau n°24 : Pression atmosphérique en fonction de la côte

H(m)	-50	0	100	300	500	1500	2000
$P_a/\rho g$	10.86	10.33	10.2	10.06	9.7	8.6	8.4

– $P_v/\rho g$: en mce, pour la plupart des installations, est en fonction de la température ambiante. Avec une température d'eau comprise entre 15°C et 20°C, il est recommandé de prendre : $P_v/\rho g = 0.43m$

Tableau n°25 : Pression de vapeur en fonction de la température

T°(c)	5	10	20	30	40	50	80	100
$P_v/\rho g$	0.09	0.12	0.24	0.43	0.75	1.24	4.82	10.33

- ZE : la différence de dénivelé entre le niveau de pompage et la bride d'entrée de la pompe, $ZE = 2\text{m}$

- ΔH_a : perte de charge à l'aspiration.

Les pertes de charge sont calculées par la formule de Williams-Hazen :

$$\Delta H \text{ (m/100m)} = 1.23 * 10^{12} * \frac{Q^{1.85}}{C_{wh}^2 D^{4.87}} \quad (4.8)$$

$$- \text{NPSHd} = 9.7 - 2 - 0.25 - 0.43$$

$$- \text{NPSHd} = 7.02\text{m}$$

On remarque que :

$$\text{NPSHd} > \text{NPSHr}$$

Ce qui explique que la pompe est protégée contre la cavitation.

4.7. Choix du matériau des conduites

Lors du choix des matériaux de canalisation, l'érosion du sol et le degré de satisfaction avec les conditions de l'eau (débit, pression, etc.) doivent être pris en compte, ainsi que leur disponibilité sur le marché. Parmi les matériaux utilisés, nous citons : l'acier, la fonte, le PVC, PEHD... etc.

Conduites en fonte Présentent plusieurs avantages :

- Bonne résistance aux chocs et à la pression (25 bar)
- Bonne résistance à la corrosion
- Très rigides et solides
- Une durée de vie assez longue
- Un bon coefficient d'écoulement hydraulique

Leurs inconvénients sont :

- Coût relativement important
- Conduites lourdes
- Elles nécessitent un engin de levage

Conduites en PEHD Elles sont les plus couramment utilisées car elles présentent des avantages importants :

- Les plus légers et faciles à couper
- Avoir de bonnes performances hydrauliques
- Disponibles sur le marché
- Une pose de canalisation facile
- Leur coût est relativement faible

Leur inconvénient est :

- Il existe un risque de fissuration lorsque la soudure est mauvaise.

Conduites en PVC (Polyvinyle de chlorure)

- Bonne résistance à la corrosion
- Disponible sur le marché
- Une pose de canalisation facile

Leur inconvénient est le risque de rupture.

Dans notre cas, les conduites seront en PEHD.

4.8. Estimation des pressions

L'estimation est basée sur le principe de Bernoulli entre le point A et le point B :

$$Z_1 + h_1 + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + h_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H \quad (4.9)$$

- h_1 et h_2 : les hauteurs de pressions
- V_1 et V_2 : les vitesses d'écoulement dans A et B
- Z_1 et Z_2 : les côtes du terrain naturel
- ΔH : les pertes de charge entre A et B

Tableau n°26 : Calcul hydraulique du réseau de distribution

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Tronçon		Longueur	DN	D calculer	Matériaux	surface irriguée	Débit distribué	Pertes de charge			CTN (m)	Côte Piézométrique (m)		Pression (m)	Vitesse (m/s)
			(m)	(mm)	(mm)		(ha)		(L/s)	PCL (m)	PCS (m)	PCT (m)	Aval	Amont		
Adduction	R1	N 01	295	250	223,61	PEHD	50	73,00	1,684	0,2526	1,94	515,68	536,50	534,56	30.46	1,12
Principale 01	N 01	N 04	184	200	154,92	PEHD	08	35,04	1,611	0,2417	1.85	513,72	534,56	532,71	31.51	1,30
	N 04	N 08	401	160	126,5	PEHD	08	23 ,36	4,448	0,6672	5.12	511,25	532,71	527,59	28.30	1,61
	N 08	N 24	363	100	89,44	PEHD	08	11,68	6,032	0,9048	6.94	507,90	527,59	520,66	26.96	0,82
Principale 02	N 01	N 14	791	200	161,2	PEHD	08	37,96	4,522	0,6783	5.2	508,70	534,56	529,36	30.11	1,40
	N 14	N 17	409	160	134,16	PEHD	08	26,28	1,678	0,2517	1.93	504,47	529,36	527,43	32.42	0,83
	N 17	N 18	432	120	100	PEHD	10	14,6	1,284	0,1926	1.48	502,48	527,43	525,96	32.95	0,82

Sous périmètre 01 –Forage 01-

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Adduction	R2	N 01	286	250	223,61	PEHD	50	73	0,948	0,1422	1,0905	507,96	517,50	516,41	24.01	1,07
Principale 01	N 01	N 03	237	250	223,61	PEHD	10	73	0,537	0,0805	1,7076	504,53	516,41	515,79	23.04	1,02
	N03	N 05	111	200	200	PEHD	08	58,4	0,722	0,1083	2,5376	503,44	515,79	514,96	22.79	1,27
	N 05	N 06	101	200	178,88	PEHD	08	46,72	0,748	0,1122	2,5678	502,40	515,79	514,93	22.65	1,32
	N 06	N 08	186	200	154,92	PEHD	10	35,04	1,629	0,2443	4,4410	501,41	514,93	513,06	22.52	0,94
	N 08	N 10	201	200	126,49	PEHD	08	23.36	2,23	0,3344	7,0051	500,42	513,06	510,49	22.54	1,38
	N 10	N 12	217	160	89,44	PEHD	08	11,68	3,606	0,5409	11,152	499,34	510,49	509,35	22.13	0,84
secondaire	N 03	N 23	101	120	100	PEHD	10	14,6	1,47	0,2210	3,398	505,24	516,27	515,70	22.71	0,73

Sous périmètre 02 –Forage 02-

1	2		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
adduction	R3	N 01	233	250	223,61	PEHD	50	73	0,772	0,1159	0,88	507,37	520,50	519,61	28.71	1,02
Principale 01	N 01	N 02	199	200	223,61	PEHD	50	73	1,136	0,1704	2,194	501,60	519,61	518,31	28.55	1,02
	N 02	N 03	117	200	223,61	PEHD	6	73	0,068	0,0103	2,273	498,27	518,31	518,23	28.43	1,02
	N 03	C 04	187	200	209,76	PEHD	44	64,24	2,165	0,3247	4,763	497,40	518,23	515,74	28.21	0.9
	C 04	N 04	92	160	144.34	PEHD	08	11,68	0,98	0.147	5,105	499,62	518.74	515.65	28.18	1.2
	C 04	N 05	43	200	189,74	PEHD	06	52,56	0,297	0,0446	5,89	499,00	515,74	515,39	27.86	1.15
	N 05	C 06	100	200	173,20	PEHD	30	43,8	0,769	0,1153	5,989	497,17	515,39	514,51	28.81	0.96
	C 06	N 06	103	120	112.15	PEHD	08	11,68	0,61	0,091	6,712	500,30	515,51	514,16	27.68	1.27
	C 06	C 07	111	160	148,32	PEHD	22	32,12	1,023	0,1534	7,165	495,25	514,51	513,33	27.55	1.09
	C 07	N 07	113	120	108.3	PEHD	08	11,68	0.82	0.12	7.861	496.52	513.33	512.6	27.07	1.07
	C 07	N 08	117	120	118,34	PEHD	08	20,44	1,403	0,2104	8,779	495,07	513,33	511,72	26.16	1.24
N 08	N 10	245	120	118,32	PEHD	06	8,76	1,475	0,2212	10,475	493,86	511,72	510,02	24.63	1.24	

Sous périmètre 03 –Forage 03-

4.9. Dimensionnement des réservoirs de stockage

Le volume du réservoir est estimé comme suit :

$$V = Q_c * T \quad (4.10)$$

Avec :

- V : Volume d'eau d'irrigation (m³)
- Q_c : Débit caractéristique (l/s) = 50l/s
- T : Temps de non fonctionnement pris égal à 2 heures

On trouve donc **V = 360m³**. On prend un volume de **V = 500m³** tel que :

$$h_t = h_d + h_n + h_v \quad (4.11)$$

h_t : la hauteur interne totale du réservoir

h_d : hauteur de décantation = 0,5 m

h_n : hauteur net des eaux à distribuer = 3,00 m

h_v : hauteur du vide entre le niveau de l'eau et la crête des murs de pourtour = 0,5 m

La hauteur totale à l'intérieur des réservoirs projetés **h_t = 4,00 m**.

Les mesures adoptées pour chaque réservoir sont indiquées au schéma suivant :

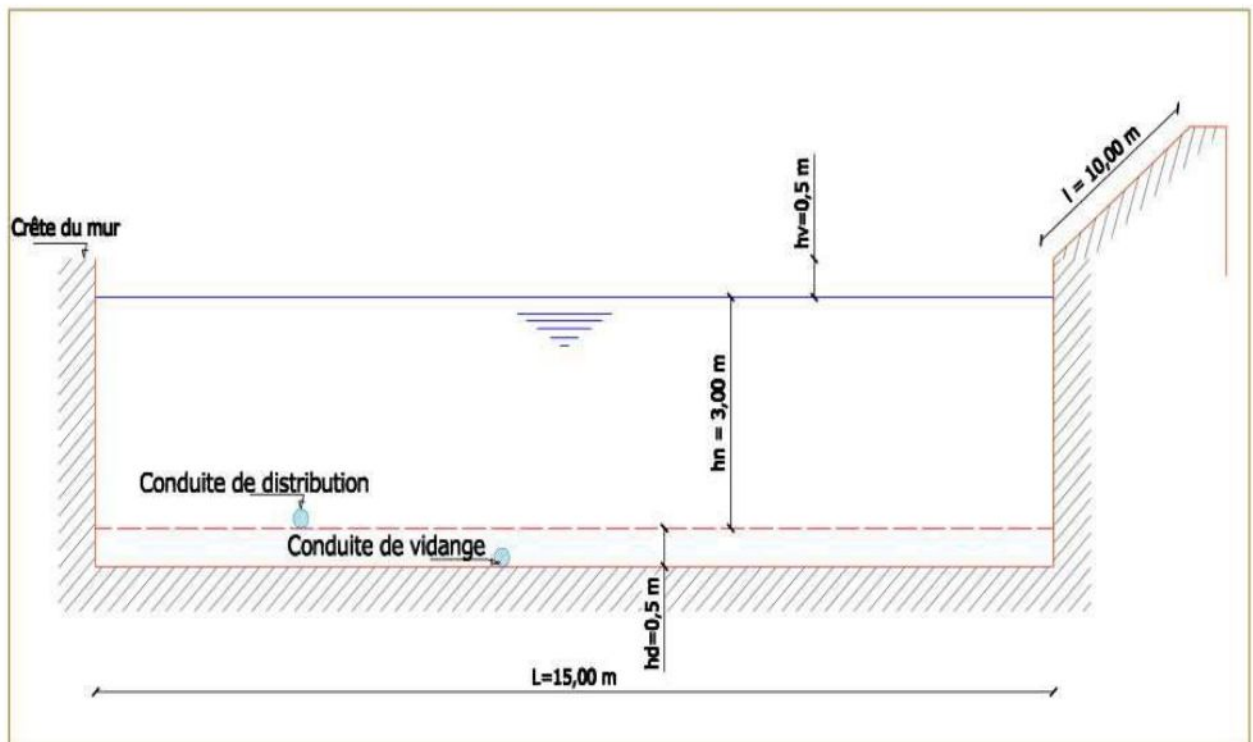


Figure 4.3 : Les mesures des réservoirs de stockage

4.10. Dimensionnement de la parcelle –réseau goutte à goutte-

Le réseau d'irrigation goutte à goutte est installé sur une parcelle de l'ilot n°05 alimentée par la borne n°70. Cette dernière s'étend sur une superficie égale à 2 ha dont les pressions calculées sont de l'ordre de 32.42 m, ceci est largement suffisant pour l'alimentation.

4.10.1. Données générales

- Culture : Palmier
- Surface : 2ha
- Besoin de pointe : 333.12 mm (Juin)
- Espacement entre arbres : 5m
- Espacement entre rangs : 5m
- Caractéristique du goutteur
 - Débit nominal : 8 l/h
 - Pression nominale : 10 mce
 - Espacement des goutteurs : 2m
 - Le nombre de goutteurs par arbre : 4 goutteurs
- Temps maximum journalier de travail 20h/24h

4.10.2. Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée

a. Influence du taux de couverture du sol

Principalement l'irrigation localisée est utilisée pour les cultures en ligne où une seule partie de la surface est occupée par les plantes. Nous appliquons alors à l'ETM un coefficient de réduction « K_r » qui dépend du taux de couverture du sol ($C_s = 40\%$) pour les plantes adultes.

K_r peut être calculé par la formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5(1 - C_s) \quad (4.12)$$

Donc, nous prenons un coefficient $K_r = 0.70$

$$B_{jl} = B_j * K_r \quad (4.13) \quad B_{jl} = (333.12/30) * 0.7 = 7.77 \text{mm/j}$$

b. Dose nette pratique

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

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) \cdot Y \cdot Z \cdot d_a \cdot P\% \quad (4.14)$$

$$D_p = RFU \cdot P\%$$

Avec :

- Hcc = 14%
- Hpf = 6%
- da = 1.35
- Y = 1/3
- Z : Profondeur des racines (4000mm)
- P : Pourcentage du sol humidifié

$$P\% = \frac{n \cdot S_d \cdot S_h}{S_a \cdot S_r} \quad (4.15)$$

- P : Volume du sol humidifié
- n : Nombre de points (de goutteurs) de distribution par arbre = 4
- S_d : Distance entre deux distributeurs voisins du même arbre = 2m
- S_h : Largeur de la bande humidifiée = 2m (arbres)
- S_r : Ecartement entre les rangs d'arbre = 5m
- S_a : Espacement des arbres sur les rangs = 5m
- P = 64%
- **D_p = 92.16 mm.**

c. Calcul de la dose brute

Nous recalculons la nouvelle dose pratique :

$$D_{brute} = \frac{D_p}{Ef \cdot C_u} \quad (4.16)$$

Avec :

- Ef : Efficience du réseau d'irrigation Ef = 90%
- C_u : Coefficient d'uniformité C_u = 90%

$$D_{brute} = 92.16 / (0.9 \cdot 0.9) = \mathbf{113.78 \text{ mm/mois}}$$

d. Fréquence des arrosages

Est données par la formule suivant :

$$Fr = \text{Dose nette} / B_{jl} = 92.16 / 7.77 \quad \mathbf{Fr = 10 \text{ jours}}$$

e. Durée d'arrosage par mois

$$\theta = \frac{D_{br} \cdot S_d \cdot S_r}{n \cdot Q_g} \quad (4.17)$$

Avec :

- S_r et S_d Espacement entre rang et distributeur
- n et Q_g Nombre et débit du goutteur

$$\theta = 71.11 \text{ h/mois}$$

On prend **72 heures**.

f. Durée d'arrosage journalier

$$D_j = \text{durée d'arrosage} / Fr = 72/10 \quad \mathbf{D_j = 8 \text{ heures/jour}}$$

g. Nombre de poste

Le nombre de poste par jour est calculé selon la formule suivante :

$$N = \frac{\text{Temps de travail}}{D_j} \quad N = 2.5 \text{ postes} \quad (4.18)$$

On prend **3 postes**

h. Surface du poste

$$S_p = \frac{\text{Surface totale}}{N \text{ poste}} = \frac{2}{3} = 0.67 \text{ ha} \quad (4.19)$$

A partir de cette surface, on peut déduire les dimensions nécessaires des rampes et porte rampes.

4.10.3. Calculs hydrauliques

- S = 2 ha
- La longueur de la rampe : 110m
- La longueur de la porte rampe : 182m

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

$$\frac{\Delta q}{q} = 10\% \quad (4.20)$$

2. La variation maximale de la pression :

$$q = K.H^x \quad (4.21)$$

Avec : x = 0.5 (caractéristique du goutteur)

$$\frac{\Delta q}{q_g} = \frac{\Delta H}{H_n} X \quad (4.22)$$

Avec :

- q_g : Débit nominal du goutteur
- H_n : Pression nominale
- $H = 2mce$

Donc, selon la règle de Christiansen 10% :

- $\Delta H_{\text{singulières}} = 0.2m$
- $\Delta H_{\text{linéaire}} = 1.8m$
- $\Delta H_{\text{rampes}} = 1/3 * 1.8 = 0.6m$
- $\Delta H_{\text{porte rampe}} = 2/3 * 1.8 = 1.2m$

4.10.4. Dimensionnement des canalisations du réseau

Afin de calculer les dimensions des canalisations (rampe et support de rampe), il est recommandé d'utiliser la rampe en PEHD ou en PEBD.

a. Les rampes

Elles sont toujours en PEBD (polyéthylène basse densité), à l'exception de quelques installations où du PVC rigide de petit diamètre est utilisé. Le diamètre des rampes est calculé suivant la formule ci-dessous :

$$\Phi_r(cal) = \left[\frac{P_{dc_r} * 2.75}{0.478 * Q_r^{1.75} * L_r} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad (4.23)$$

- P_{dc_r} : Perte de charge dans la rampe
- Q_r : Débit de la rampe en l/h
- L_r : Longueur de la rampe en m
- $\Phi_r(cal)$: Diamètre de rampes
- $L_r = 110m$

Le nombre d'arbres par rampe

$$N_{arbres} = \frac{L_r}{E_a} = 110/5 = 22 \text{ arbres}$$

Nombre de goutteurs par rampe

$$N_g = N_{arbres} * n = 22 * 4 = 88 \text{ goutteurs}$$

Débit de la rampe

$$Q_r = N_g * Q_g = 88 * 8$$

$$Q_r = 704 \text{ l/h}$$

Diamètre de la rampe

- $Q_r = 704 \text{ l/h}$
- $P_{dc} = 1.2m$
- $\Phi_r = 12.98mm$

On prend **DN = 25mm**

Vérification des pertes de charges : Afin de déterminer la perte de charge de chaque partie de la canalisation après avoir sélectionné le diamètre, la perte de charge doit être recalculée pour un $D = 16\text{mm}$

Perte de charge selon Hazen-williams :

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \quad (4.24)$$

Avec :

- L : Longueur de la conduite
- Q : Débit (m³/s)
- D : Diamètre intérieur de la canalisation (m)

On a:

- $C_w = 140$ (PEHD)
- $L = 110\text{m}$
- $D = 0.025\text{m}$
- $Q = 0.0001 \text{ m}^3/\text{s}$
- $\Delta H_{\text{rampe}} = 0.39\text{m} < 0.6\text{m}$ (vérifiée).

b. Les porte-rampes

Ce sont les conduites qui alimentent les rampes, elles sont généralement en polyéthylène (PEHD). Le diamètre de porte-rampes est calculé selon la formule :

$$\Phi_{pr}(\text{cal}) = \left[\frac{Pdc_{pr} * 2.75}{0.478 * Q_{pr}^{1.75} * L_{pr}} \right]^{-\frac{1}{4.75}} \quad (4.25)$$

- Pdc_{pr} : Perte de charge dans la porte-rampes
- Q_{pr} : Débit de la porte-rampe en l=h
- L_{pr} : Longueur de la porte-rampe en m
- $\Phi_{pr}(\text{cal})$: Diamètre de porte rampe
- $L_{pr} = 182\text{m}$

Le nombre de rampes

$$N_r = \frac{L_{pr}}{E_r} = 182/5 = 36 \text{ rampes}$$

Débit de la porte rampe

$$Q_{pr} = Q_r * N_r = 704 * 36 = 25344 \text{ l/h}$$

Diamètre de la porte rampe

- $Q_{pr} = 25344 \text{ l/h}$

- $P_{dc} = 0.6\text{m}$

- Donc : $D_{pr} = 45.8\text{mm}$

On prend : **DN = 50mm**

Vérification des pertes de charges

$$\Delta H = \left(\frac{3.592}{C_w} \right)^{1.852} \cdot \frac{L}{D^{4.87}} \cdot Q^{1.852} \quad (4.26)$$

- $C_w = 140$ (PEBD)

- $L = 182\text{m}$

- $D = 0.050\text{m}$

- $Q = 0.007 \text{ m}^3/\text{s}$

- $\Delta H_{\text{porte rampe}} = 1.021\text{m} < 1.2\text{m}$ (vérifiée)

Donc les pertes de charges sur les rampes et porte-rampes sont :

$$\Delta H_{\text{rampe}} + \Delta H_{\text{porte rampe}} = 1.411\text{m} < 1.8\text{m} \text{ (règle de Christiansen vérifiée).}$$

c. Calcul des diamètres de la conduite tertiaire

Pour calculer le diamètre de la conduite tertiaire, nous devons fixer la vitesse d'écoulement (valeur optimale) d'environ 1.5m/s tel que :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} \quad (4.27)$$

Avec :

- Q : Débit de la conduite considérée (m^3/s)

- V : Vitesse d'écoulement (m/s)

On prend : **D = 50mm**

d. La pression d'eau a la borne de distribution

La pression d'eau que doit fournir la borne de distribution a la parcelle est égale à la somme de la pression nominale (10 mce) plus la somme des pertes de charges de cheminement de la borne d'irrigation jusqu'au gouteur le plus défavorable (éloigné ou élevé)

Tableau n°27 : Récapitulatif des calculs hydrauliques

Conduite	Rampe	Porte-rampe	Conduite tertiaire
Longueur (m)	110	182	100
Diamètre (mm)	25	50	50
Débit (m ³ /s)	0.0001	0.007	0.009
Perte de charge (m)	0.39	1.021	0.91

A partir du Tableau n°26, nous pouvons déterminer la perte de charge totale entre la borne d'irrigation jusqu'à le gouteur le plus défavorable :

$$P(m) = 10 + 0.39 + 1.021 + 0.91 = 12.32m = 1.232bar$$

Donc, la pression requise est nettement inférieure à celle de la borne.

4.11. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons proposé et étudié les différentes variantes de la disposition du système d'adduction. Nous avons également présenté en détails les calculs hydrauliques des canalisations. Dans le cadre de la réalisation du projet, le périmètre est découpé en 19 îlots d'irrigation, chacun est alimenté par une borne d'irrigation avec une superficie totale de 150ha.

Ensuite, nous avons étudié le dimensionnement du réseau goutte à goutte pour la culture de Palmier, nous avons effectué une vérification de la pression à la sortie de la borne, afin d'assurer la pression nominale et le bon fonctionnement des goutteurs.

Chapitre n°05 :
Analyse technico-
économique

CH05. Analyse technico-économique

5.1. Introduction

Le but de ce chapitre est d'évaluer et estimer les coûts de réalisation et d'implémentation de notre projet d'irrigation, ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations à effectuer sur le terrain. Les travaux de ce projet consistent à la mise en place des systèmes d'adduction et de distribution.

5.2. Différents travaux à entreprendre

Les étapes des différents travaux de réalisation pour un réseau d'irrigation sont :

a. Implantation des tracés des tranchées sur le terrain

C'est une étape de préparation de chantier, la signature du control de marquage piquetage autorise le débit des travaux dans cette zone définie.

b. Exécution des tranchées

Une opération de terrassement, selon les caractéristiques du terrain, l'excavation sera réalisée à l'aide d'une pelle mécanique. La profondeur minimale de la tranchée à creuser est de 1m et la largeur de la tranchée doit être telle que les ouvriers du chantier puissent travailler sans difficulté. La profondeur de la tranchée augmentera avec le diamètre de la conduite à installer. L'excavation des tranchées successives est continue, et les déblais seront posés à côté de la tranchée, l'autre côté est réservé au revêtement des canalisations.

c. Pose du lit de sable

La fonction principale du lit de pose est de s'assurer que la charge est uniformément répartie sur la zone portante. Par conséquent, la conduite doit être posée sans supports linéaires ou ponctuels. Dans notre cas, notre épaisseur est de 20cm.

d. Pose des conduites

Pendant le processus d'installation, nous vérifierons régulièrement l'alignement des tuyaux afin de ne pas rencontrer de difficultés lors du raccordement des conduites représente le processus de pose de canalisation.

e. Assemblage des conduites en PEHD

Les conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) peuvent être livrées en tiges de 6 à 12m ou en bobines de 50 à 100m de long. Pour connecter ces tuyaux, deux méthodes peuvent être utilisées :

- Jusqu'à un diamètre de 63mm,
- Joints de fusion électrique,

f. Epreuve de joint et de la canalisation

Afin d'améliorer la sécurité des conduites, l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement. Il se fait par une pompe d'essai, qui comprend l'injection d'eau où la pression subie pendant le fonctionnement est 1,8 fois la pression de service. La variation ne doit pas excéder 0.2bar avec une durée de 30 min.

g. Remblaiement des tranchées

Il s'agit d'une opération de terrassement qui consiste à enterrer la conduite dans le sol en utilisant le Remblai de l'excavation.

h. Nivellement et compactage

Il consiste à étaler les terres. Nous procédons, ensuite, au compactage pour augmenter la densité du sol et éviter le tassement par la suite.

5.3. Choix des engins du chantier

Il est important de choisir l'engin et le matériau les plus adaptés à chaque travail pour obtenir les meilleures performances. Dans notre cas, nous choisissons les engins de chantier classiques listés dans le tableau suivant :

Tableau n°28 : Les engins utilisés pour la mise en place des conduites

Nom d'engin	Son rôle
Bulldozer	Décapage et réglage des terres
Pelleteuse	Extraire les déblais, poser le lit de sable et le remblai
Chargeur	Chargé les déblais dans les camions
Camion	Evacuer les déblais



Figure 5.1 : Un bulldozer -D6 GC CAT-



Figure 5.2 : Chargeur et camion pour évacuer les déblais



Figure 5.3 : Pose de canalisation et remblaiement

5.4. Frai des travaux sur le réseau d'irrigation

5.4.1. Calcul du volume de déblai et de remblai

a. La largeur du fond de tranchée

La largeur d'ouverture de tranchée est donnée par la formule suivante :

$$B = D + (2 * 0.3) \quad (5.1)$$

Avec :

- D Le diamètre de la conduite en (m)

b. La profondeur de la tranchée

La profondeur de la conduite doit être correctement installée

$$H = D + 0.8 + e \quad (5.2)$$

Avec :

- e : Hauteurs du lit de pose (m)

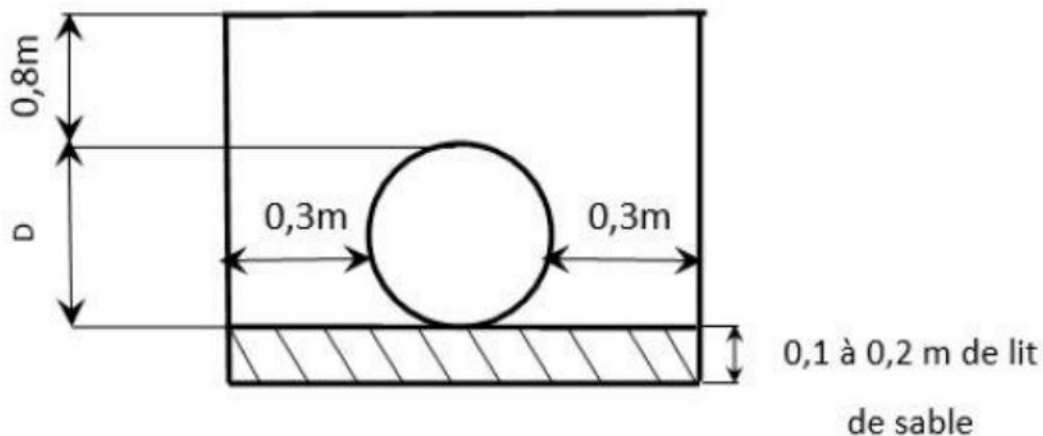


Figure 5.4 : Disposition de la conduite dans une tranchée

c. Volume de déblai

Nous nous intéressons à une surface rectangulaire :

$$S = B \cdot H \quad (5.3)$$

$$V_{\text{remblai}} = V_d - V_c - V_s \quad (5.4)$$

- V_d : Volume de déblai (m^3)
- V_s : Volume du sable (m^3)
- V_c : Volume occupé par la conduite (m^3)

d. Volume de lit du sable

Ce lit correspond à une couche de sable de « $e=12\text{cm}$ » sur le fond de la tranchée.

$$V_s = e \cdot B \cdot L \quad (5.5)$$

Tableau n°29 : Calcul des différents volumes

\varnothing (mm)	B (m)	L (m)	H (m)	$V_{\text{déblai}}$ (m^3)	$V_{\text{sable}}(\text{m}^3)$	$V_{\text{remblai}}(\text{m}^3)$	$V_{\text{décapage}}(\text{m}^3)$
100	0.7	485	1.02	346.29	40.7	301.74	44.54
120	0.72	341	1.04	255.34	29.46	222.02	33.32
160	0.76	979	1.08	803.56	89.28	694.6	108.9
200	0.8	1467	1.12	1341.4	140.83	1127.54	186.9
250	0.85	886	1.17	881.18	90.37	747.29	133.8
Total				3600.75	390.69	3093.2	507.56

Tableau n°30 : Cout des travaux de terrassement

Volume	Quantités (m^3)	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Déblai	3600.75	400	1,440,301
Lit de sable	390.69	2500	976,728
Remblai	3093.2	600	70,121.4
Evacuation de terres	507.56	300	927,958
		Total	3,415,108
		TVA 19%	648,871
		TTC	4,063,979

5.5. Facture des différents types de conduites du réseau de distribution

Tableau n°31 : Factures des conduites du réseau de distribution

Conduites (mm)	Type	Quantité (m)	Prix unitaire (DA/m)	Montant (DA)
100	PEHD	485	500	242,500
120	PEHD	341	1000	341,000
160	PEHD	979	1500	1,468,500
200	PEHD	1467	2500	3,667,500
250	PEHD	886	3700	3,278,200
			Total	8,997,700
			TVA 19%	1,709,563
			TTC	10,707,263

5.6. Devis estimatif des pièces spéciales

Tableau n°32 : Cout des équipements du réseau de distribution

Pièces	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant (DA)
Borne Type A2	U	3	45000	135,000
Borne Type A4	U	16	50000	800,000
Vanne Ø100	U	3	5000	15,000
Vanne Ø200	U	8	6600	52,800
Vanne Ø250	U	6	7000	42,000
COUDE	U	7	1100	7,700
Protection conduit d'oued	ml	25	2500	62,500
Pompes	U	3	450000	1,350,000
Abris/équipements	U	3	1,500,000	4,500,000
			Total	6,965,000
			TVA 19%	1,323,350
			TTC	8,288,350

Tableau n°33 : Cout total des travaux

Opération	Montant (DA)
Terrassement	4,063,979
Conduites	10,707,263
Matériels	8,288,350
TOTAL	23,059,592

Le cout total du projet en prenant compte de toutes les opération financières est de l'ordre de : 23,059,592 DA, écrit en lettre : **Vingt trois millions cinquante neuf mille cinq cent quart-vingt deuz dinars algériens.**

5.7. Conclusion

A travers ce chapitre, nous avons appliqué une analyse technico-économique. Premièrement par la définition des étapes nécessaires à la pose des canalisations du réseau d'irrigation. Puis identifié les engins nécessaires pour faciliter l'opération de pose. Finalement nous avons calculé le devis estimatif de notre projet d'aménagement basée sur des prix de marché des matériaux collectés auprès des fournisseurs, avec un cout total d'enivrent 23,059,592 DA (Vingt trois millions cinquante neuf mille cinq cent quart-vingt deuz dinars algériens.).

Conclusion Générale

Dans ce mémoire, une étude de dimensionnement du réseau d'irrigation est effectuée, de périmètre TRIBA situé à la commune de Berriane Wilaya de Ghardaia à partir de trois forages.

L'étude détaillée et raisonnable de l'ensemble des données pratiques permettant de mener au mieux l'aménagement hydro-agricole du périmètre. Premièrement par l'étude climatique qui nous a permis de classer le climat de la région comme étant aride avec une période sèche tout l'année. Par la suite l'identification des ressources en sol et en eau disponible dans la région, puis vient l'estimation et le calcul des besoins en eau des cultures choisies afin d'assurer une bonne alimentation en eau.

Le dimensionnement du système d'adduction est indispensable pour l'optimisation de l'eau lors de son acheminement à notre périmètre. Nous avons utilisé trois forages, chacun est doté par son bassin d'accumulation afin d'assurer une pression favorable, et nous avons choisis et effectué le dimensionnement du système d'irrigation goutte à goutte qui est le plus appropriée vu ses avantages et son efficacité.

Enfin, nous avons estimé le coût total du projet, d'environ Vingt trois millions cinquante neuf mille cinq cent quart-vingt deux dinars algériens.

References Bibliographies

- [1] B. TOUAIBIA. Manuel pratique de l'hydrologie. Presses Madani frères, Blida, Algérie, 2004.
- [2] I. NAFA. Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre de Zelfana secteur 01 (W. Ghardaïa) d'une superficie de 200 ha, Blida, Algérie, 2018.
- [3] H. FERIEKH. Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre de Hassi Lefhel -Secteur 01- (W. Ghardaia) d'une superficie de 200 ha, Blida, Algérie, 2016.
- [4] B. AHMANI. Dimensionnement du réseau d'irrigation du périmètre de Hassi Ghanem Secteur 03 (W. Ghardaia) d'une superficie de 200 ha, Blida, Algérie, 2018.
- [5] M. KESSIRA. Conception d'un projet d'irrigation -Conseils pratiques pour l'investissement en irrigation, INSID.
- [6] Bulletin N°30 FAO Calcul des besoins en eau des cultures p40.

Annexes

Annexe 01

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)

Caractéristiques hydriques de quelques sols.

Annexe 02

Cultures	Z m
Tomates	1 - 1,2
Cultures maraîchères	0,3 - 0,6
Agrumes	1 - 1,2
Arbres fruitiers à feuilles caduques	1 - 2
Vigne	1 - 3

Valeurs minimales et maximales de Z pour diverses cultures

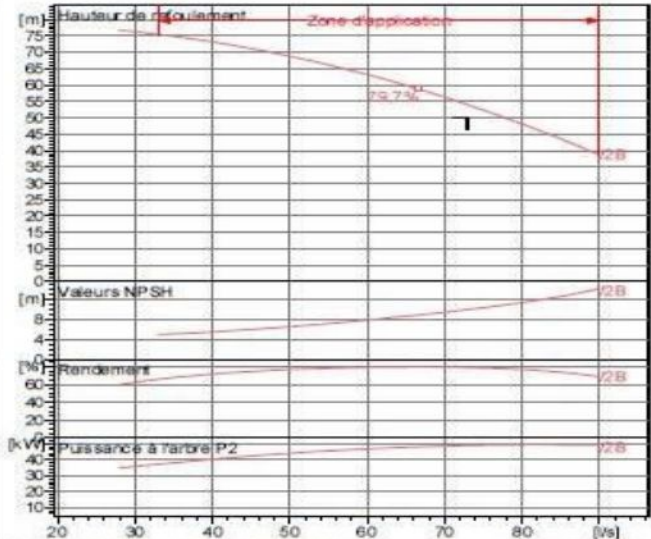
Annexe 03

caprari

Modena - Italy

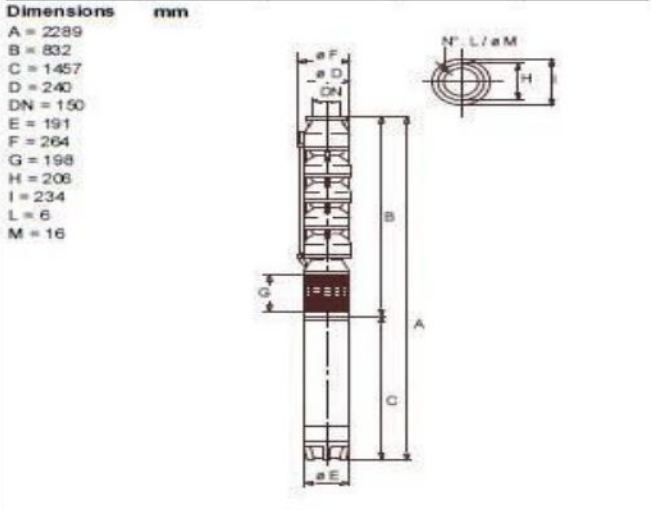
COMPANY
WITH QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001

E 12S 55/2B + MC870	
Caractéristiques requises	
Débit	73 l/s
Hauteur de refoulement	50 m
Fluide	Eau potable
Température	290 K
Type d'installation	Pompe seule
N. de pompes	1
Caractéristiques de la pompe	
Débit	74,8 l/s
Hauteur de refoulement	52,5 m
Puissance absorbée	49,1 kW
Rendement	78,7%
Hauteur manométrique H(Q=0)	77,9 m
Orif. de refoulement	150 mm
Caractéristiques moteur	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2900 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance nominale P2	51 kW
Courant nominal	99,5 A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	Y
Degré de protection	IP 68
Limites opérationnelles	
Démarrages / h max.	8
Température maxi. du liquide pompé	
Teneur maximum en matières solides	40 g/m ³
Densité max.	998 kg/m ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s
Caractéristiques générales	
Poids	317 kg
Matériaux	
CONSTRUCTION POMPE	
Corps du clapet	Fonte
Clapet	Fonte/Acier inox
Corps d'aspiration	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Arbre	Acier inox
Roue	Fonte
Bague d'usure	Caoutchouc
Crépine	Acier inox
Gouttière protection câbles	Acier inox
Acouplement	Acier inox
CONSTRUCTION MOTEUR	
Support supérieur	Fonte
Support inférieur	Fonte
Chemise stator	Acier inox
Arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Acier-caoutchouc
Para-sable	Caoutchouc
Bobinage	Cuivre isolé
Butée	Type Michell



Caractéristiques de fonctionnement UN/ISO 2548/C

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



Notes:

Date	Page	Offre n°	Pos.N°
25.09.2021	1		

PumpTutor Version: 2.0 - 05.05.2008 @build 464

Les caractéristiques de la pompe choisie